

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“INFLUENCIA DE LA EXTRUSIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE UN SNACK A BASE DE KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*)”

TESIS PARA OPTAR EL TITUTLO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS: BACH. CARBAJAL ROMERO, Guisela Pilar

BACH. HUAMANCONDOR BORJA, Thalia Stefany

ASESOR: DR. GILBERT RODRÍGUEZ PAUCAR

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de este título: “**INFLUENCIA DE LA EXTRUSIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE UN SNACK A BASE DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*)**”. HA contado con el asesoramiento que quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor-Designado por Resolución Decanatural N° 1036-2015-UNS-FI.

DR. GILBERT RODRÍGUEZ PAUCAR
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

*“Influencia de la Extrusión en las Características Físicoquímicas y
Evaluación de Aceptabilidad de un Snack a Base de Kiwicha
(Amaranthus Caudatus) y Harina de Camote (Ipomoea Batatas)”*

TESISTAS

Bach. Guisela Pilar Carbajal Romero

Bach. Thalía Stefany Huamancondor Borja

Revisado y Aprobado el día 27 de Abril de 2017, por el
siguiente Jurado Evaluador, designado mediante Resolución
Decanatural N° 054-2017-UNS-CFI:

**DRA. ELZA AGUIRRE VARGAS
PRESIDENTE**

**DR. GILBERT RODRÍGUEZ PAUCAR
SECRETARIO**

**DR. VÍCTOR CASTRO ZAVALA
INTEGRANTE**

DEDICATORIA

“A Dios que me cobijas con su manto protector, guías mis pasos por el camino del bien y el saber. Que con tu bondad y templanza sabes perdonar y acoger a tu rebaño”.

“A mis queridos padres Clemente y Elena, que me brindaron la mejor educación, los cuales día a día se esforzaron para poder lograr mi desarrollo profesional”.

“A mis queridos hermanos Olga y Elmer, que gracias a ellos pude seguir el ejemplo de desarrollarme como persona de bien, por estar presente en mis victorias y caídas, gracias”.

“A mis grandes amigos y compañeros, quienes siempre estarán presente, física o espiritualmente en cada momento de mi vida”.

Guisela C.R.

DEDICATORIA

“A Dios, quien siempre está a mi lado, iluminándome ante cualquier adversidad y, permitirme terminar esta etapa, por ser la luz que ilumina mi vida”

“Dedico el presente trabajo con todo el amor y gran gratitud a mis padres, Josefina Borja y Bacilio Huamancondor. Queridos papás gracias por todo su esfuerzo y sacrificio. Gracias por ser mi mano derecha y enseñarme a ser mejor persona cada día, gracias por confiar siempre en siempre, sin ustedes no hubiera sido capaz de acabar con éxitos esta etapa de mi vida.”

“A mis hermanos, Yalina, Max y Luis, por apoyarme siempre y por su compañía y ayuda a lo largo de mi carrera. A toda mi familia que siempre me apoyo a pesar de la distancia siempre me brindaron palabras de aliento para continuar adelante.

“A todos mis compañeros y amigos por tantos momentos de alegría y por su incondicional amistad y, todas aquellas personas que de alguna u otra forma han marcado en mi vida estuvieron siempre brindándome su apoyo y cariño.”

Thalia H.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida, la salud y la fortaleza para culminar mi carrera universitaria y, por entregarme tanta felicidad en esta vida.

A la Universidad nacional del Santa, que nos acogió en sus aulas y nos dio la oportunidad al ofrecernos su educación. Motivarnos día a día para seguir desarrollarme como persona y profesionales.

A nuestro asesor y amigo: Dr. Gilbert Rodríguez Paucar, gracias a su paciencia y sus valiosas ideas se ha podido dar forma al proyecto.

Al Ing. Jhon Gonzales, Ing. Lenin, Mg. Daniel, Srt. Silvia por su apoyo constante durante todo este tiempo.

A nuestros amigas(os) Jenrry, Yalina , William, Jenny, Cely, José, Fredy, Lissette, Deysi, Rebeca, Yulissa, Elizabeth, Jhoselin, María, Wilder, Jhonas, Andrea y a todas aquellas personas que colaboraron con nosotras e hicieron posible la culminación de este trabajo.

Guisela y Thalia

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICAS	2
2.1. Kiwicha	2
2.1.1. Generalidades de la Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).	2
2.1.2. Taxonomía y morfología.....	3
2.1.3. Producción nacional y mundial de Kiwicha	5
2.1.4. Composición Química y Valor Nutritivo	9
2.1.5. Uso de la Kiwicha.....	10
2.2. Camote	13
2.2.1. Generalidades del Camote.....	13
2.2.2. Taxonomía Y Morfología	14
2.2.3. Producción sudamericana.	16
2.2.4. Composición química.....	17
2.2.6. Uso del camote.....	19
2.3. Mezclas alimenticias	20
2.3.1. Complementación proteica.....	20
2.3.2. Computo químico	20
2.4. Control Calidad de Cereales y Harinas	22
2.4.1. Características de la calidad de materias primas.....	27
2.5. Bases científicas relacionadas con el tema	28
2.5.1. Almidones	28
2.5.2. Proceso de extrusión de alimentos.	33
2.5.2. Alimentos tipo “Snack” o Bocaditos.....	37
2.6. Evaluación sensorial	41
2.7. Diseño Estadístico de Experimentación.	43
2.8. Vida útil	47
2.8. Evaluación biológica.	48
2.8.1. Características generales y taxonomía de los roedores.	49
2.8.2. Manejo y generalidades biológicas de la rata.	50
2.8.3. Dieta del animal	52
2.8.4. Digestibilidad de los alimentos	52

III. MATERIALES y METODOS	60
3.1. Lugar de ejecución.	60
3.2. Materia prima e insumos	60
3.2.1. Materia Prima	60
3.2.2. Insumos	60
3.3. Equipos, materiales y reactivos.	61
3.3.1. Elaboración de snack extruido.	61
3.3.2. Para la evaluación tecnológica de snack	61
3.4. Métodos.	63
3.4.1. Obtención de Harina de Camote.	63
3.4.2. Obtención de Granos de Kiwicha.	68
3.4.2. Análisis Químico Proximal de Harina de la materia prima .	70
3.4.3. Producción de Snack	72
3.4.4. Calculo de computo químico de las formulaciones	73
3.4.5. Elaboración del Snack	74
3.4.6. Evaluación de Snack	79
3.4.7. Evaluación del snack	79
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	87
4.1. Análisis Proximal de la Materia Prima.	87
4.1.1. Caracterización de Kiwicha.	87
4.1.2. Caracterización de la Harina de Camote.	88
4.2. Análisis Físicoquímico	89
4.2.1. Colorimetría de la kiwicha y Harina de Camote.	89
4.3. Producción de snack.	91
4.3.1. Formulaciones propuestas para los snack a extraer.	91
4.4. Cálculo del Cómputo Químico de las Formulaciones	92
4.4.1. Score Químico para formulaciones propuestas.	92
4.5. Análisis físicoquímicos	96
4.5.1. Resultados de la Textura	96
4.5.2. Resultados de Índice de expansión:	98
4.5.3. Resultados del Porcentaje de Humedad:	100
4.5.4. Resultados de Actividad de agua	102
4.5.5. Resultados de Índice de absorción de agua	104

4.5.6. Resultados de Índice de solubilidad de agua.....	106
4.6. Análisis Sensorial.	108
4.5.1. Aceptabilidad Atributo Color.....	108
4.5.2. Aceptabilidad Atributo Olor.	111
4.5.3. Aceptabilidad atributo Sabor.	114
4.5.4. Aceptabilidad atributo Textura	116
4.5. Evaluación de los Snack Óptimos	120
4.5.1. Características Químicas Proximales.	120
4.5.2. Características Fisicoquímicas.....	123
4.5.3. Vida Útil.....	127
4.5.4. Evaluación biológica	154
4.5.5. Análisis Microbiológico de los Tratamientos.....	156
V. CONCLUSIONES.....	157
VI. RECOMENDACIONES	159
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1. Planta de kiwicha (<i>amaranthus</i>	2
FIGURA 2. Camote (<i>Ipomoea Batata</i>)	13
FIGURA 3 . Daños y Defectos en Granos de Trigo	24
FIGURA 4. Daños y defectos en granos de Maíz.....	25
FIGURA 5. Daños y defectos en granos de sorgo	26
FIGURA 6. Segmento de la descripción lineal de la amilosa.....	29
FIGURA 7 . Segmento de la estructura ramificada de la amilopectina.....	30
FIGURA 8 . Esquema de un cocinador -extrusor	37
FIGURA 9. Diagrama de flujo de la producción de harina de camote.....	63
FIGURA 10. Recepción de materia prima.....	64
FIGURA 11. Lavado de camote	64
FIGURA 12. Inmersión de camote en solución desinfectante de hipoclorito de sodio	65
FIGURA 13. Pelado de camote	65
FIGURA 14. Cortado del camote en rodajas	66
FIGURA 15 . Muestra seca de camote	66
FIGURA 16. Molienda de camote	67
FIGURA 17. Pesado de harina de camote.	67
FIGURA 18 . Diagrama de flujo para la obtención de granos de kiwicha ..	68
FIGURA 19. Recepción de materia prima.....	69
FIGURA 20. Limpieza y selección.....	69
FIGURA 21. Esquema experimental empleado en la elaboración de snacks extruidos a partir de kiwicha y harina de camote.	74
FIGURA 22. Recepción de materia prima.....	75
FIGURA 23. Obtención de harina de camote	75
FIGURA 24. Pesado de muestra	76
FIGURA 25. Proceso de extrusión	77
FIGURA 26. Preparación del recubrimiento	77
FIGURA 27. Secado de snack con cobertura	78
FIGURA 28. Envasado de muestras	78
FIGURA 29. Gráfico de superficie respuesta de textura.	96

FIGURA 30. Gráfico de contorno – textura, con variable independiente: x= formulaciones, y= programa de temperaturas.....	97
FIGURA 31. Superficie respuesta índice de expansión, con respecto a las 5 formulaciones con los dos programas de temperaturas.....	98
FIGURA 32. Gráfico de contorno del índice de expansión, en función a: x = formulaciones, y = programa de temperaturas.....	99
FIGURA 33. Gráfico de superficie respuesta de % de humedad según las variables dependientes.	100
FIGURA 34 . Gráfico de contorno % humedad, en función de x = formulaciones, y = programa de temperatura.	101
FIGURA 35. Grafico superficie respuesta de actividad de agua, relación entre formulaciones y programa de temperatura.	102
FIGURA 36 . Gráfico de contorno de actividad de agua, en funciones de: x= formulaciones, y=programa de temperaturas.	103
FIGURA 37. Grafico absorción de agua en función a las variables dependientes formulación y programa de temperaturas.....	104
FIGURA 38. Gráfico de contorno índice de absorción de aguade los 10 tratamientos, en función de x=formulaciones, y=programa de temperaturas.	105
FIGURA 39. Grafico superficie respuesta de índice de solubilidad de agua	106
FIGURA 40 . Gráfico de contorno de índice de solubilidad de agua, en función a las variables independientes: x=formulaciones, y=programas de temperaturas.	107
FIGURA 41. Histograma aceptabilidad del atributo color	110
FIGURA 42 histograma aceptabilidad del atributo olor.....	113
FIGURA 43. Histograma aceptabilidad del atributo sabor.....	115
FIGURA 44. Histograma aceptabilidad del atributo textura	118
FIGURA 45. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (scpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color..	128
FIGURA 46. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (scpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor. ...	129

FIGURA 47. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (scpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor. .	130
FIGURA 48. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (scpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura	131
FIGURA 49. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (scpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general.	133
FIGURA 50 . Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color...	134
FIGURA 51. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor. .	135
FIGURA 52. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.	136
FIGURA 53. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura.....	137
FIGURA 54. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt1f5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general.....	138
FIGURA 55. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color...	139

- FIGURA 56 .** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor. ... 140
- FIGURA 57 .** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor. 141
- FIGURA 58.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura 142
- FIGURA 59.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general 143
- FIGURA 60.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt2f3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color..... 144
- FIGURA 61.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor. ... 145
- FIGURA 62.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt2f3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor. 146
- FIGURA 63.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt2f3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura. 147
- FIGURA 64.** Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (cpt2f3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general 148

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1. Producción anual kiwicha	6
TABLA 2. producción (toneladas) nacional por departamento	6
TABLA 3. producción mundial de cereales ncp	8
TABLA 4. Composición química y valor nutricional de kiwicha cruda.....	9
TABLA 5. Contenido de aminoácidos en la kiwicha.....	12
TABLA 6. Superficie cosechada, rendimiento y producción de camote, según países de américa del sur.....	16
TABLA 7. Características físico-químicas del camote morado.....	17
TABLA 8. Valor nutricional de variedades de camote como raíz y harina (en 100 g de producto)	18
TABLA 9. Grados de calidad del lote de kiwicha	27
TABLA 10. Grados de calidad del lote de camote.....	27
TABLA 11. Características de la amilosa y amilopectina.	31
TABLA 12. Esquema del diseño estadístico.....	46
TABLA 13. Características generales y taxonomía de los roedores	50
TABLA 14. Datos fisiológicos de la rata	51
TABLA 15. Métodos para evaluar la calidad de la proteína.....	59
TABLA 16. Contenido de aminoácidos de los alimentos en el estudio y requerimientos (FAO)	73
TABLA 17. Programación de temperaturas de trabajo en el extrusor de doble tornillo	77
TABLA 18. Composición Porcentual De Kiwicha	87
TABLA 19. Composición porcentual de la harina de camote	88
TABLA 20. Colorimetría de kiwicha.....	89
TABLA 21. Colorimetría de harina de camote	90
TABLA 22. Formulaciones propuestas para los snack a extruir.....	91
TABLA 23. Score químico para formulaciones propuestas.....	94
TABLA 24. Análisis de varianza para textura	96
TABLA 25. Análisis de varianza el índice de expansión.....	98
TABLA 26. Análisis de varianza para humedad %	100

TABLA 27. Análisis de varianza para actividad de agua	102
TABLA 28. análisis de varianza para absorción de agua.....	104
TABLA 29. Análisis de varianza para índice de solubilidad de agua.....	106
TABLA 30. Comparación de medias duncan	109
TABLA 31. Significancia de comparación de medias duncan	109
TABLA 32. análisis de varianza para el atributo olor (%).....	111
TABLA 33. comparación de medias duncan	112
TABLA 34. Significancia de comparación de medias duncan.....	112
TABLA 35. Análisis de varianza para el atributo sabor (%)	114
TABLA 36. Comparación de medias duncan	114
TABLA 37. Significancia de comparación de medias duncan	115
TABLA 38. análisis de varianza para el atributo textura (%).....	116
TABLA 39. Comparación de medias duncan	117
TABLA 40. Significancia de comparación de medias duncan.	117
TABLA 41. Composición porcentual de la formulación extruida PT1F5	120
TABLA 42. Colorimetría de la formulación extruida PT1F5.....	122
TABLA 43. Resultados obtenido en las características fisicoquímicas, de snack óptimos	123
TABLA 44. Resumen del análisis de vida útil, aceptabilidad por atributos	149
TABLA 45. Resultados de la evaluación biológica.	154
TABLA 46. Determinación microbiológica de la muestra de snack a base de kiwicha y harina de camote PT1F5 y P2T1F3, snack elaborado con el primer programa de temperatura	156

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, determinar el programa de temperatura de extrusión y la mezcla Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*), para obtener un snack de buena calidad fisicoquímica y aceptabilidad; para ello se tuvo como variables independientes la mezcla kiwicha y harina de camote en proporciones de 50:50, 55:45, 60:40, 65:35 y 70:30, estas fueron obtenidas mediante programación lineal; y el programa de temperaturas ($PT_1=120^{\circ}\text{C}$ y $PT_2=130^{\circ}\text{C}$). Se empleó un DCA con arreglo factorial 5×2 . La elaboración del snack se efectuó bajo el proceso de cocción- extrusión utilizando un extrusor de doble tornillo, bajo los parámetros, velocidad de tornillo: 380 rpm, caudal de agua: 10 ml/min y velocidad de cuchilla: 600 rpm.

Se ha establecido que la formulación: kiwicha y harina de camote, en proporciones 60:40, con $PT_2=130^{\circ}\text{C}$, presentó mayor aceptabilidad sensorial, fisicoquímica, Evaluación biológica y larga duración en su almacenamiento. La caracterización: composición química porcentual; Proteínas $8.859 \pm 0.35\%$, Humedad $5.024 \pm 0.41\%$, Ceniza $2.045 \pm 0.32\%$, Grasa $2.304 \pm 0.24\%$, Fibra $1.4 \pm 0.20\%$ y 80.368 ± 0.41 de Carbohidratos, en las características fisicoquímicas; la Textura 124.059 ± 1.284 mJ, Humedad: $5.024 \pm 0.322\%$, Índice de Expansión: 2.36 ± 0.241 , Aw: 0.356 ± 0.0045 , WAI: 3.001 ± 0.4506 y WSI: 0.273 ± 0.223 ; En vida útil se obtuvo por evaluación de atributo aceptabilidad general :14 días a temperatura ambiente, en la evaluación biológica del snack fue: VB: 0.206 ± 0.434 , PER: 2.339 ± 0.207 , DA: 0.614 ± 0.081 , NPR: 2.635 ± 0.625 , NPU: 0.302 ± 0.003 ; y los análisis microbiológicos, se encuentran dentro de los parámetros estipuladas por la Norma Técnica Peruana.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the extrusion temperature program and the Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) flour to obtain a snack of good physicochemical quality and acceptability; For this purpose, the kiwicha and sweet potato flour in proportions of 50:50, 55:45, 60:40, 65:35 and 70:30 were obtained as independent variables; these were obtained by linear programming; And the temperature program (PT1 = 120 ° C and PT2 = 130 ° C). A DCA with factorial arrangement 5x2 was used. The preparation of the snack was carried out under the baking-extrusion process using a twin-screw extruder, under the parameters, screw speed: 380 rpm, water flow rate: 10 ml / min and blade speed: 600 rpm.

It has been established that the formulation: kiwicha and sweet potato flour, in proportions 60:40, whit PT2 = 130°C, presented greater sensory, physicochemical, biological evaluation and long shelf life. Characterization: percentage chemical composition; Proteins $8.859 \pm 0.035\%$, Humidity $5.024 \pm 0.41\%$, Ash $2.045 \pm 0.32\%$, Fat $2.304 \pm 0.24\%$, Fiber $1.4 \pm 0.20\%$ and 80.368 ± 0.41 Carbohydrates, in the physico-chemical characteristics; Texture 124.059 ± 1.284 mJ, Humidity: $5.024 \pm 0.322\%$, Expansion Index: 2.36 ± 0.241 , Aw: 0.356 ± 0.0045 , WAI: 3.001 ± 0.4506 and WSI: 0.273 ± 0.223 ; The shelf life was obtained by evaluation of the general acceptability attribute: 14 days at room temperature, the biological evaluation of the snack was: VB: 0.206 ± 0.434 , PER: 2.339 ± 0.207 , DA: 0.614 ± 0.081 , NPR: 2.635 ± 0.625 , NPU: 0.302 ± 0.003 ; And microbiological analyzes, are within the parameters stipulated by the Peruvian Technical Standard.

I. INTRODUCCIÓN

La evolución ha llevado a que los consumidores modifiquen sus hábitos alimentarios, ya que en su mayoría de la población se alimenta de comida poco nutritiva lo cual afecta a su salud, en especial a los niños debido a que dichos alimentos carecen de valor proteico, lo que conlleva a la aparición de numerosas enfermedades tales como obesidad, diabetes, enfermedad celíaca, enfermedades cardiovasculares entre otras.

Si hacemos una diferencia la nutrición energética y la proteica, esta última es más compleja e importante. Esto es debido a que el hombre requiere el consumo de nueve aminoácidos esenciales, aquellos que nuestro organismo no puede sintetizar y por tanto es indispensable ingerir en nuestra dieta cotidiana para tener un buen estatus nutricional.

En la actualidad el uso de la tecnología de extrusión, está cada vez más desarrollada ya que la extrusión ofrece ventajas económicas, nutricionales y productivas muy tentadoras cuando se requiere brindar alimentos nutritivos, de conveniencia y a su vez dar rentabilidad y ganancias sustanciales. Es por ello, el producir alimentos extruidos es muy rentable más aún si el Perú tiene una gran variedad de cereales y granos andinos que se daría su aplicación en las preparaciones de mezclas alimenticias nutritivas (Ramos, 2002).

Lo expuesto en los párrafos anteriores ha servido de incentivo para el diseño y realización de un nuevo producto de extrusión a base de ingredientes nutritivos como la Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y el camote morado (*Ipomoea batata*), debido a su alto valor proteico como también son propios de la región lo que lo hacen económicos y de fácil acceso para la población.; luego de investigaciones y formulaciones a partir de dichos ingredientes se logró obtener un alimento nutricional y de buena calidad , cumpliendo con los parámetros establecidos para el consumidor.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICAS

2.1. Kiwicha

2.1.1. Generalidades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) junto con la quinua y otros cultivos andinos, tiene alto contenido proteínico, fue una de las plantas alimenticias que consumieron los cazadores y recolectores de Norte América y los Andes antes de la domesticación de la planta en Mesoamérica, fue gradual y Mac Neish en sus excavaciones en Puebla (México) encontró *Amaranthus* junto con maíz y frijol en este proceso de domesticación. El *Amaranthus* de las cuevas de Tehuacán en Puebla data de 4000 años A.C. en tanto que la fecha más antigua en América del Sur es de 2000 años y viene de urnas funerarias de Salta (Puerres ,2010).

Desde la época colonial ha disminuido notablemente la superficie cultivada de Kiwicha, su cultivo se mantiene sin persistencia en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, debido a la persistencia de los agricultores andinos sigue teniendo importancia por su excelente calidad nutritiva (Tapia , 1990).



Figura 1. Planta de kiwicha (*Amaranthus Caudatus*)

Fuente: Botánico Garden (2011)

La kiwicha tradicionalmente se siembra en los valles interandinos zona "Quechua", zona ecológica ubicada entre 2700 - 3500 m.s.n.m. crece al igual que el maíz en la Costa, Sierra y Selva hasta los 3000 m.s.n.m. a diferencia del maíz se necesita menos cantidad de agua para su riego. Los primeros estudios agronómicos se iniciaron en la Universidad del Cusco, entre 1973 a cargo del Ing. Oscar Blanco y recibieron mayor impulso en la década del ochenta, gracias al entusiasmo del Ing. Luis Sumar, emprendiéndose una gran campaña para su fomento en 1984 (Early, 1985).

Además es un alimento rico en proteínas, minerales como: Calcio, fósforo, hierro y en vitaminas. El contenido de proteínas es mayor que los cereales comerciales de mayor difusión mundial, trigo, maíz y arroz, y supera ligeramente a la quinua (Early, 1985).

2.1.2. Taxonomía y morfología

- Reino: *Plantae*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Caryophyllales*
- Familia: *Amaranthaceae*
- Género: *Amaranthus*
- Especie: *Amaranthus caudatus*

La variedad *Amaranthus caudatus* es cultivada tanto en América como en África y Asia. En Sudamérica se cultiva en pequeñas parcelas, desde el sur de Colombia hasta el norte de la Argentina. El área dedicada a la producción de la Kiwicha es casi marginal en la sierra de Colombia y Ecuador y los campos más frecuentes se encuentran en los valles interandinos de Perú, Bolivia y el norte de la Argentina (Sumar, 1993).

La KIWICHA es una de las 12 especies del género *Amaranthus* que viven en Perú, y fue domesticada hace milenios en los Andes y Centroamérica. En nuestro país, se han hallado restos de semillas de esta planta en tumbas prehispánicas de 4,000 años de antigüedad. En los últimos años, y luego de valiosos descubrimientos, la KIWICHA está retomando el valor que tuvo antiguamente, lo cual ha originado la necesidad de conservar el material genético de la especie en estaciones especializadas como la de K'raya en Cusco, Canáan en Ayacucho, Baños del Inca en Cajamarca, Santa Ana en Huancayo y Tingua en Huaraz (Lescano, 1994).

El tallo central puede alcanzar de 2 a 2,5 m de altura en la madurez, a pesar de que algunas variedades son más pequeñas. Las ramas de forma cilíndrica, pueden empezar tan abajo como la base de la planta dependiendo de la variedad de ésta. La raíz principal es corta y las secundarias se dirigen hacia abajo, dentro del suelo. Sus vistosas flores brotan del tallo principal, en algunos casos las inflorescencias llegan a medir 90 cm. La planta se adapta fácilmente a muchos ambientes distintos, tiene un tipo eficiente de fotosíntesis (C4), crece rápidamente y no requiere mucho mantenimiento. Se desarrolla a una altitud entre los 1.400 y los 2.400 msnm (Lescano, 1994).

2.1.3. Producción nacional y mundial de Kiwicha

• Producción nacional

El cultivo de la Kiwicha hasta la última década se realizaba mayormente en áreas muy pequeñas en asociación con el maíz. La revalorización del cultivo se puede apreciar en el incremento del área cultivada en el año 1990 se reportó un área de 495 has, con una producción de 332 TM, que corresponde a un rendimiento promedio de 671 Kg./ha. Para 1998 se observa un incremento a 1696 hectáreas, con una producción de 201 TM, y un rendimiento promedio de 1180 Kg. /ha. Las áreas productoras de Kiwicha están localizadas en los Departamentos de Arequipa, Ancash, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac (MINAG, 2011)

La producción de Kiwicha por departamentos de acuerdo a la OIA (Organización Internacional Agropecuaria), se lleva a cabo en 8 departamentos de ellos Arequipa, Ancash y Cusco son los departamentos de mayor producción de este cultivo, concentrando un gran porcentaje de lo producido en el territorio nacional (MINAG, 2011).

En la Provincia de Andahuaylas este cultivo ha ido evolucionando notablemente a partir del año 2004 como producto alternativo a la papa, con la formación organizaciones de productores dedicados a este rubro, siendo la producción actual del distrito de Talavera para el año 2009, 53 Has cultivadas, con una producción de 110 TM, y un rendimiento promedio de 2500 a 3000 kg. /Ha. (MINAG, 2011)

En la actualidad el producto se encuentra en la etapa de crecimiento, buscando un mayor posicionamiento en el mercado. Y los productos derivados (hojuelas y harina de Kiwicha) se lanzaran en el mercado local.

Tabla 1*Producción anual kiwicha*

Año	Producción(Tn)
2009	2,394
2010	1,713
2011	3,016
2012	2,745

Fuente: MINAG.(2011)

Tabla 2*Producción (toneladas) Nacional por departamento*

DEPARTAMENTO	AÑO 2007	AÑO 2008	AÑO 2009	AÑO 2010	AÑO 2011	% PART.	% VAR.
ANCASH	328	401	316	212	333	11.04	57.08
APURIMAC	190	328	369	271	327	10.84	20.66
AREQUIPA	1,288	1,801	716	657	935	30.99	42.31
AYACUCHO	130	160	117	164	55	1.82	-66.46
CUZCO	917	964	732	283	1,203	39.87	325.09
HUANCAVELICA	19	18	33	25	47	1.56	88.00
LA LIBERTAD	74	124	105	129	117	3.88	-9.30
LAMBAYEQUE			6	1			
TOTAL	2,946	3,796	2,394	1,742	3,017	100.00	73.19

Fuente: MINAG (2010).

- **Producción Mundial**

Entre los principales productores se encuentran Perú, Bolivia, México, Guatemala y el sur de África. En la década de los ochenta se registraron procesos de adaptación de la kiwicha en los Estados Unidos, China, Nepal, India, Kenya, México y Nueva Zelandia. Aunque los resultados obtenidos no han sido muy halagadores, porque el cultivo es propio de zonas con días cortos, microclima que no es fácil encontrar en los países mencionados. Argentina también ha registrado experiencias en el cultivo de Kiwicha, pero su producción por ser en menor escala y sin registros de exportación no es considerada (FAO, 2007).

El principal exportador de Kiwicha es el Perú, le siguen con valores significativos Bolivia y Ecuador. En otros países, como por ejemplo Estados Unidos, las pequeñas cosechas se canalizan a los mercados de productos naturistas y a panaderías. En Guatemala, el grano es utilizado en pequeña escala comercial en la alimentación de los niños (FAO, 2007).

Tabla 3
Producción mundial de cereales NCP

Área cosechada	2008	2009	2010	2011
Argentina	22,500	23,000	30,914	36,047
Bolivia	1,048	1,062	941	986
Perú	9,543	9,100	8,819	8,359
Rendimiento	2008	2009	2010	2011
(Kg/Ha)				
Argentina	6,889	6,957	6,105	5,260
Bolivia	7,233	7,316	6,419	7,383
Perú	8,769	8,352	8,307	8,307
Producción (Ton)	2008	2009	2010	2011
Argentina	15,500	16,000	18,873	18,960
Bolivia	758	777	604	728
Perú	8,368	7,600	7,326	6,944

Fuente: FAO (2017)

CEREALES NCP: Incluidos entre otros: canagua o canihua (*Chenopodium pallidicaule*); quihuicha o trigo Inca (*Amaranthuscaudatus*); lágrimas de Job (*Coixlacryma-jobi*); arroz silvestre (*Zizaniaaquatica*). Otros cultivos cerealísticos que no se citan por separado debido a su menor importancia a nivel internacional. Dada su escasa importancia local, algunos países incluyen bajo este epígrafe de productos, cereales que están clasificados por separado por la (FAO, 2017).

2.1.4. Composición Química y Valor Nutritivo

Tabla 4

Composición química y valor nutricional de Kiwicha

CÓDIGO	Nombre del alimento	KIWICHA	
	Energía	kcal	343
	Energía	kJ	1434
	Agua	g	9,2
	Proteínas	g	12,80
	Grasa total	g	6,6
	Carbohidratos totales	g	69,1
	Carbohidratos disponibles	g	59,8
	Fibra cruda	g	59,8
	Fibra dietaria	g	9,3
	Cenizas	g	2,3
	Calcio	mg	236
	Fósforo	mg	453
	Zinc	mg	2,68
	Hierro	mg	7,32
	β caroteno equivalentes		
	totales	μ g	57,0
	Retinol	μ g	•
	Vitamina A equivalentes		
	totales	μ g	0,0
	Tiamina	mg	0,09
	Riboflavina	mg	0,18
	Niacina	mg	1,58
	Vitamina C	mg	1,30

Fuente: Tablas Peruanas De Composición De Alimentos, 2009

El balance de aminoácidos está cercano al requerido para la nutrición humana y su aminoácido más limitante es la leucina que permite que la proteína de *A. caudatus* se absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según las variedades. La proteína de la Kiwicha se encuentra principalmente en el embrión (65%), a diferencia de otros cereales como maíz, arroz y soya que presentan sobre el 80% de la proteína en el endospermo (FAO, Cultivos Andinos, Kiwicha, 2006).

2.1.5. Uso de la Kiwicha

El amaranto o la kiwicha tienen múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, medicina y en la ornamentación. Para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harinas, ya sea tostada, reventada o hervida; las hojas tiernas en reemplazo de las hortalizas de hoja, con los granos enteros o molidos se pueden preparar desayunos, sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes y otros; los granos reventados se consumen mezclados con miel de abejas, miel de caña o chocolate, dándole diferentes formas en moldes de madera o metálicos a los que se conoce como turrónes de kiwicha en Perú, “alegría” en México y “tadoos” en India (Singhal y Kulkarni, 1988).

En Nepal las semillas de amaranto son consumidas como mazamorra llamada “sato” o la harina se convierte en un alimento llamado “chappatis”. En México se prepara con las semillas “tostadas”, molidas o enteras, el conocido plato denominado “atole” y “pinole”, que es una especie de mazamorra. Asimismo, se elaboran los tamales con harina de maíz, tallos y hojas de amaranto picadas, potaje conocido desde la época prehispánica con los nombres de “vauquilitl”, “hoauhquilitl” en México (Jimenez y Cordero, 1986).

En Estados Unidos se preparan panes de consistencia esponjosa con la harina de amaranto, aprovechando sus buenas condiciones para el horneado. Según estudios realizados por (Brommer y Morgenstern, 1992) los niveles de inclusión de harina de amaranto en la fabricación de pan alcanzan hasta un 20%. Niveles mayores producen un pan de baja calidad con menor volumen y textura gruesa. Además se ha incluido hasta un 25% de harina de amaranto en la fabricación de espagueti, sin cambios importantes en color, sabor y calidad culinaria, lo que permitió obtener una calidad de pasta aceptable pero con mayor contenido de proteína y lisina que espagueti fabricado con trigo candeal (Necoechea et al., 1986 ; Rayas-Duarte et al., 1996).

Las hojas tiernas e incluso las plántulas, hasta la fase fenológica de ramificación, se consumen en forma de hortalizas, para lo cual se hacen hervir como si fuera espinaca o acelga y luego se puede licuar y obtener puré. Las hojas enteras y mezcladas con papas pueden ser consumidas directamente teniendo un sabor y aroma muy característico, agradable y peculiar. También las hojas enteras son utilizadas directamente en las sopas, proceso que se denomina en la zona andina “jatacco”. La planta en estado fresco hasta la formación de la inflorescencia se utiliza como forrajera para la alimentación del ganado, sobre todo para combinar con otras especies forrajeras. Además el amaranto puede ser utilizado para la producción de concentrados proteicos foliares debido a su alto rendimiento de biomasa verde, alto rendimiento de proteína y su capacidad de sobrevivir en condiciones marginales de suelo (Masoni y Ercali, 1994).

Los rendimientos de proteína en el jugo alcanzan 0,22 T/ha para *A. cruentus* y 0,25 T/ha para *A. hypochondriacus* cosechados durante el intervalo panoja-antesis. Los granos hacen una magnífica combinación con otros granos para alimentar aves de corral, o preparar cualquier otro tipo de alimento balanceado para uso animal. Según investigaciones realizadas, los niveles de inclusión de grano de amaranto en raciones de aves puede alcanzar hasta 20% o 25% de la ración sin alterar el comportamiento de las aves. Sin embargo, raciones mayores requieren que el grano sea procesado en autoclave, molido y secado para que no se reduzca el consumo de alimento, la ganancia de peso vivo y la salud de las aves (Cervellini et al., 1994; Connor et al., 1980 ; Waldroup y Hellwing, 1985; Valdivié et al., 1989).

En la industria se utiliza el amaranto para obtener colorantes vegetales, principalmente amarantina, que se utiliza para la coloración de alimentos dando colores sumamente vistosos y agradables a la vista y de sabor característico. En Cajamarca, Perú, se utilizan directamente los residuos de la cosecha de las inflorescencias rojas para colorear de rojo los refrescos, denominándola color “kewa”. Asimismo, por el alto contenido

de celulosa de los tallos se utiliza para la fabricación de cartones. El jugo del amaranto también era utilizado en las ceremonias religiosas de aztecas, hopis y zunis. También los indios Zisis usaban el jugo del amaranto como tintura facial (Lehman, 1990).

En la medicina se utiliza el atole de amaranto para curar las diarreas persistentes, sobre todo está difundido su uso en el lago de Texcoco y alrededores, donde existe la presencia de amebas. Además existen varias investigaciones acerca de las propiedades hipocolesterolémicas del amaranto (Chaturvedi et al., 1993).

Por los colores vistosos y formas caprichosas y variadas que presenta la inflorescencia del amaranto, se utiliza como planta ornamental en jardines y parques de las ciudades y el campo. Puesto que la enorme variabilidad genética muestra inflorescencias totalmente decumbentes, ramificadas, erectas, glomeruladas a manera de nódulos muy vistosos dando una apariencia impresionante (Chaturvedi et al., 1993).

También el amaranto, tanto en la zona andina como en Mesoamérica, tiene aún usos ceremoniales y religiosos, ya que en la Sierra Sur del Perú se elabora una bebida a base de amaranto, la cual se toma en la ceremonia para formalizar la convivencia campesina, rindiendo culto a la fertilidad; en Texcoco, México, se utiliza la harina de amaranto para preparar los “Chuales”, que son tamales que se consumen en los días festivos de semana santa y el día de los muertos (Chaturvedi et al., 1993).

2.2. Camote

2.2.1. Generalidades del Camote

La palabra camote (*Ipomoea batata*), es de origen náhuatl, dialecto de los antiguos habitantes de Centroamérica y México. En algunas regiones de África, el camote es llamado cilera abana, que significa "protector de los niños", aludiendo al papel que cumple en las densamente pobladas planicies semiáridas de África oriental, donde miles de aldeas dependen de su cultivo para combatir el hambre (Roquel ,2008).

El camote (*Ipomoea batata*) es una raíz tuberosa que se cultiva principalmente en zonas tropicales y subtropicales de las regiones costa y sierra, es conocido como batata o boniato según el país de origen. Es una planta herbácea y perenne cuyo cultivo es anual, perteneciente a la familia *Convolvulaceae* (Albán et al ,2011).



Figura 2. Camote (*Ipomoea batata*)

Fuente: Patricia (2016).

Es un cultivo nativo de América Central y América del Sur, se extiende desde México hasta Chile. Su origen más probable es Sudamérica debido a hallazgos que datan de hace 8000 a 10000 años en territorio peruano, mientras que su domesticación se dio en Centro América durante la época prehispánica. (Chávez et al., 2006).

Actualmente es el cultivo más importante después de la papa en algunos países de tercer mundo (Perú, Guatemala, entre otros), y China es el máximo productor a nivel mundial. (Chávez et al., 2006).

La gran variedad de camote conocido con su nombre científico como *Ipomoea batata*, puede ser de dos tipos húmedo y seco, entre los húmedos están: las de pulpa anaranjada o salmonada, y la de pulpa amarilla. Entre los de tipo seco están los de pulpa blanca o cremosa, pulpa amarilla o colorada y pulpa morada. Y entre otras están la criolla amarilla, brasilera blanca, criolla blanca o manteca, brasilera colorada o forrajera, tucumana lisa, tucumana morada, centenal, jewel y Georgia jet, estos tipos de camotes se diferencian en su color, hoja tallo, flores y su composición química. (Roquel, 2008).

2.2.2. Taxonomía Y Morfología

INFOAGRO s.f. (2016), señala que los cultivares de batata su clasificación taxonómica es de la siguiente manera:

- **Familia:** Convolvulaceae.
- **Especie:** *Convolvulus batatas* L., *Batata edulis* Choisy., *Ipomea batatas* Lam.
- **Sinonimias:** Kumara (Perú), Boniato (Cuba y Fernando Póo), cara o jetica (Brasil), moniato o camote (México), patata dulce o batata azucarada (Europa y Asia).

Es una planta perenne rústica de 1 a 6 metros de altura, muy tolerante a condiciones edáficas y climáticas variables, estas características son importantes desde un punto de vista agronómico, industrial y alimenticio. El camote es una raíz con gran cantidad de azúcares, carotenos y provitamina A, marcando una diferencia con la papa que es un tubérculo engrosado con menor cantidad de vitaminas (Bastidas et al., 2010).

Su cultivo puede desarrollarse desde 0 hasta 2500 m.s.n.m., siendo ideal una altura de 0 a 900 m.s.n.m. Requiere de 12 a 13 horas diarias de luz solar para su desarrollo. El desarrollo de las hojas y tallo depende de las

condiciones del suelo, es decir, si es fértil, pesado y húmedo serán vigorosas, mientras que la raíz se desarrolla de mejor manera en suelos arenosos y pobres (FAO, 2006; Quinatoa, 2009).

Las raíces son de tipo fibrosa y extensiva, en profundidad y en sentido lateral; pueden medir de 30 a 40 cm de longitud y 15 a 20 cm de diámetro. El tallo es una guía de hábito rastrero; su color varía de verde, verde bronceado a púrpura, con longitud de hasta 1 metro. Las hojas son simples insertadas en el tallo, con una longitud de 4 a 20 cm, tienen forma orbicular ovalada. La coloración varía de verde pálido hasta verde oscuro con pigmentaciones moradas. Sus flores están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, con un raquis de 5 a 20 cm de largo, su color va desde verde pálido hasta púrpura oscuro. El cáliz está formado por 5 sépalos libres. Finalmente, la semilla tiene un diámetro de 2 a 4 mm, de forma irregular a redondas levemente achatadas, de color castaño a negro, el tegumento es impermeable, lo que dificulta su germinación, pero no posee latencia (FAO, 2006; Quinatoa, 2009).

2.2.3. Producción sudamericana.

La producción de camote de América del Sur, representa sólo el 1% del volumen mundial. Las cifras por países se exponen en el Cuadro 5.

Tabla 5

Superficie cosechada, rendimiento y producción de camote, según países de América del Sur

País	Superficie miles ha	Rendimiento kg/ha	Production miles t
Argentina	22,000	14 545	320,00
Bolivia	3,030	4 657	14,11
Brasil	46,840	11 496	538,50
Chile	1,200	7 292	8,75
Ecuador	0,845	2 576	2,15
Guyana	1,250	1 600	2,00
Paraguay	18,905	8 830	166,93
Perú	11,712	15 696	183,83
Suriname	0,018	11 500	0,27
Uruguay	3,100	9 677	30,00
Venezuela	1,175	9 357	10,99
Total	110,069	8 839	1 277,48

Fuente: FAO, 2008.

El camote es originario de la América Tropical; debido al bajo nivel de aplicación de tecnología el rendimiento promedio de Sudamérica es 21% menor que el promedio mundial, y 41% inferior al de Asia (FAO, 2008).

2.2.4. Composición química.

Las características físico-químicas del camote morado se muestran en la a continuación:

Tabla 6

Características físico-químicas del camote morado

Características físico-químicas del camote morado	
Diámetro (cm)	4.7±0.4
Altura (cm)	14.3±0.6
Peso (g)	251.02±12
Color	Pantone 221 U
pH	6.41±0.1
Acidez (%)	0.016±0.004
Humedad (%)	69.68±0.7
Cenizas (%)	0.997±0.5
Sólidos solubles (°brix)	12.5±0.5

Fuente: Albán et al., (2011)

Según Chirinos et al. (2004). los responsables de la capacidad antioxidante en el camote morado son las antocianinas y compuestos fenólicos, los cuales se ubican en las cáscaras del camote (entre ellos el morado), por lo tanto lo convierten en una buena fuente de antioxidantes. Los extractos metanólicos de camote presentan actividad antioxidante para retardar la oxidación linoleica. El glucósido peonidina, una antocianina purificada a partir del camote morado, ha demostrado dicha actividad antioxidante. Recientemente, un inhibidor de la tripsina aislado del camote demostró ser capaz de ejercer la actividad inhibidora ante el radical Difenil-picril-hidracil (DPPH) y la captura de radicales hidroxilo, medido por resonancia paramagnética electrónica (Jongen ,2002).

El camote, debido a su alto contenido de vitaminas A (en la forma de betacaroteno) y C contiene propiedades antioxidantes, que eliminan los radicales libres del cuerpo. Los radicales libres son químicos que dañan las células y las membranas; se les asocia con ciertos tipos de artero esclerosis, enfermedades al corazón, diabetes y cáncer de colon. Puesto que estos mismos nutrientes tienen además propiedades desinflamatorias, pueden ayudar a tratar ciertas enfermedades que conllevan inflamaciones, como el asma, la osteoporosis y el reumatismo artrítico. El camote es también una buena fuente de vitamina B6, la cual es necesaria para convertir la homocysteine en moléculas benignas (Raudez et al., 2004).

Tabla 7

Valor nutricional de variedades de camote como raíz y harina (en 100 g de producto)

CÓDIGO	Nombre del alimento	CAMOTE	
	Energía	kcal	114
	Proteínas	g	1.10
	Grasa total	g	0.10
	Fibra cruda	g	1.8
	Fibra dietaria	g	1.10
	Cenizas	g	2.8
	Calcio	mg	19
	Hierro	mg	2.10
	Vitamina A equivalentes totales	µg	10
	Vitamina C	mg	48
	AscT	mg	
	Glusidos		28.8

Fuente: Ministerio De Agricultura, 2015

El camote morado retarda el envejecimiento por tener propiedades antioxidantes y un alto valor vitamínico y proteico, superior al de la papa (patata). Los nutricionistas consideran al camote como un importante suplemento proteico para niñas, niños y personas con problemas de desnutrición (Raquel, 2008).

El contenido de aminoácidos en el camote es bien balanceado, incluso con un mayor porcentaje de lisina que el arroz y el trigo. Sin embargo los aminoácidos de la proteína del camote son deficientes en cisteína, metionina y leucina; pero rico en ácidos aspártico y glutámico, el camote tiene relativamente bajo contenido de proteínas, con un rango entre 2.5 y 7.5% del peso seco dependiendo del genotipo (Bastidas et al., 2010).

Herrera et al. (2013) describe al camote como una excelente fuente de antioxidantes, por su alto contenido de compuestos fenólicos y antocianinas ubicadas principalmente en la cáscara de la variedad morada. Es fuente de vitamina A (beta caroteno) y C, cuya función es eliminar eficientemente radicales libres del cuerpo.

2.2.6. Uso del camote

La batata de pulpa morada sirve para la elaboración de jugos y de colorantes alimenticios. También se analiza la posibilidad de utilizar los residuos industriales de la batata para producir aditivos de alimentos o suplementos nutricionales como fuente de fibras y antioxidantes. En Japón se la usa como materia prima para la fabricación de almidón y se aprovecha los residuos de esta producción para usarlos como fibra alimentaria. También son usadas en ese país como medicina para a diabetes y otras enfermedades (Lardizába ,2003).

2.3. Mezclas alimenticias

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc., que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de AA esenciales en una dieta. Las mezclas se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales (Mataix, et 2003).

2.3.1. Complementación proteica

Aunque la calidad de una proteína sea la adecuada en términos de alimentación habitual, no se puede considerar la proteína de un alimento aislado, puesto que usualmente se mezcla alimentos con distintos tipos de proteína. Así, si la combinación de dos alimentos suministrados proteínas que se complementan en sus aminoácidos deficientes, el resultado es una proteína de mejor calidad que si se considera por separado. En general los cereales tienen cierta deficiencia en lisina (Mataix et.al., 2003).

2.3.2. Computo químico

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos.

Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de computo químico, conocido como puntaje químico, número químico o score químico propuesto por Mitchell y Block (1946), este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales para niños mayores de un año y adultos g/100g (FAO/OMS, 1985). el porcentaje de aminoácidos esencial que está en menor proporción indica el aminoácido limitante al cual se le denomina score químico (SQ), cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100% y equivale al de una proteína ideal o de referencia; por el

contrario, si una proteína es carente en un aminoácido esencial su SQ es cero (Vásquez; et,Al.,2005).

Los patrones de referencia, reciben este nombre debido a que la proteína que permiten una óptima síntesis proteica por lo que son utilizados como modelos, referencias o mezclas aminoacídicas deseables (Vásquez et Al., 2005)

$$\text{cómputo químico} = \frac{\text{g. AAE: Alimento o mezcla}}{\text{g. AAE. Proteína patron}}$$

El computo aminoacídicas califica las proteínas, estableciendo una comparación porcentual entre la composición aminoacídicas de una proteína que garantiza una óptima síntesis proteica y la composición aminoacídicas de la proteína o mezcla proteica a evaluar. Las proteínas son compuestas que participan en una serie de reacciones orgánicas en forma permanente a fin de permitir mantener la vida. En forma continua se produce procesos de construcción y destrucción de componente nitrogenado. El último objetivo de ingestión de proteínas es la provisión de aminoácidos, componentes responsables de la síntesis proteica de todo ser vivo. El organismo para cubrir la demanda de aminoácidos hace uso del pool de aminoácidos provenientes de las vías exógenas y endógenas. No todas las proteínas presentan la misma capacidad de aportar aminoácidos útiles para favorecer la síntesis proteica (Vasquez et Al., 2005).

2.4. Control Calidad de Cereales y Harinas

La calidad de los granos está dada por las características físicas de los mismos, su composición química y las propiedades funcionales de sus componentes. Si conceptualmente se entiende por calidad a la aptitud de un producto o servicio para determinado fin, se desprende de esta definición que no siempre se buscarán los mismos atributos de un lote de granos, dado que no siempre se destinará a un mismo uso y por otro lado el responsable de su manipulación tendrá determinados propósitos.

El análisis de calidad de un lote de granos de cereales permite especificar algunas características de cada grano en la muestra analizada, así como las condiciones generales de todo el lote. Se analiza el tipo, color, tamaño y forma de cada grano, debe estar sano, aunque se puede encontrar algunas diferencias causadas por factores genéticos, agentes biológicos, físicos o efectos mecánicos. De acuerdo a la condiciones de diferencias encontradas respecto a los granos sanos se clasifican como grano contrastante, dañado o defectuoso. En el lote en general se analizan otros aspectos como la presencia de materiales extraños, infestaciones, presencia de sustancias u olores indeseables, el contenido de agua, peso hectolítrico, acidez, calidad molinera y otras. Cabe aclarar que los anteriores aspectos a analizar se evalúan a partir de una pequeña muestra representativa tomada del lote.

A nivel de laboratorio para medir la calidad de los granos de cereales se utilizan diferentes procedimientos como es el caso de los análisis físicos bajo los cuales se agrupan una serie de pruebas que ayudan a determinar la calidad de los cereales y a tomar decisiones sobre la industrialización de los mismos. Estos análisis como se mencionó se realizan una vez se reciben las muestras indicándose la variedad, lugar de procedencia, clase de ensayo, entre otros aspectos.

La determinación de impurezas de la muestra es la primera prueba que se lleva a cabo, se utiliza el método de ciclón y el método de tamizado.

La determinación de humedad que corresponde a la cantidad de agua que se evapora bajo condiciones de secado, existen varios métodos para la

determinación de humedad tanto para el grano como para la harina, unos son muy rápidos como los electrónicos, en donde la máquina se calibra al 15% de humedad, se deja la muestra aproximadamente 20 min y por último se toma la lectura; Sin embargo el método más empleado es el de la estufa a 105°C durante dos horas, para poder eliminarla completamente.

El contenido de humedad en si no es una medida de calidad, pero da bases para generalizar otras determinaciones como el contenido de proteínas en el grano como en la harina, en el porcentaje de extracción de harina, en la determinación de cenizas y con el fin de realizar el acondicionamiento del grano en el almacenamiento y en su industrialización, porque contenidos altos de humedad no solo hacen peligroso el almacenamiento sino que dificultan la molienda.

Otros de los métodos que se analizan es el peso de 1.000 granos, el cual se encuentra en función del tamaño, densidad y uniformidad del grano y varía de acuerdo a factores externos de cultivo, esta característica permite determinar el rendimiento harinero, aunque no es tan preciso como el peso hectolítrico; se requiere un tamaño de muestra de 10 gramos.

La determinación de peso hectolítrico o volumétrico, expresa el peso del grano por unidad de volumen, para realizar esta prueba se requieren de 500 gramos de muestra. El peso hectolítrico depende de la forma y grado de uniformidad del grano y se ve afectado por factores como la humedad, las heladas, enfermedades, la manipulación, entre otros. Por lo anterior el peso hectolítrico es inversamente proporcional a la humedad, es decir que a medida que aumenta el grado de humedad el peso hectolítrico disminuye y viceversa. Esta determinación se realiza utilizando la balanza de Schopper.

Otras determinaciones que se realizan para analizar la calidad de los granos son la determinación de la textura del endospermo cortador Grobecker, el índice de dureza a través del método Strong –Scott.

A continuación se presentan imágenes de daños y defectos comerciales de algunos granos de cereales.



Figura 3 . Daños y defectos en granos de trigo

Fuente: http://www.lacopacitacion.com.ar/subsitios/defectos_granos.php

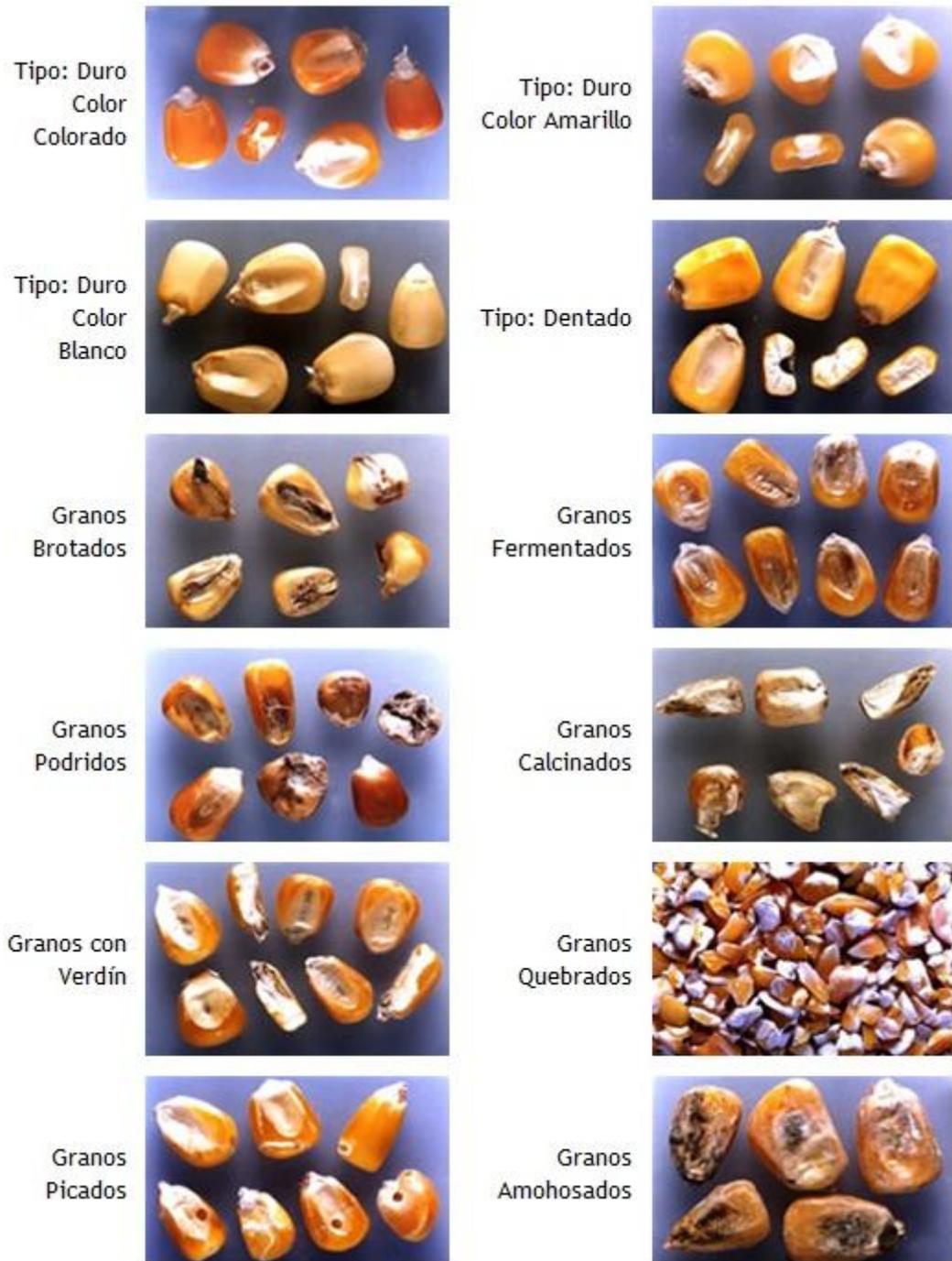


Figura 4. Daños y defectos en granos de maíz

Fuente: http://www.lacopacitacion.com.ar/subsitios/defectos_granos.php

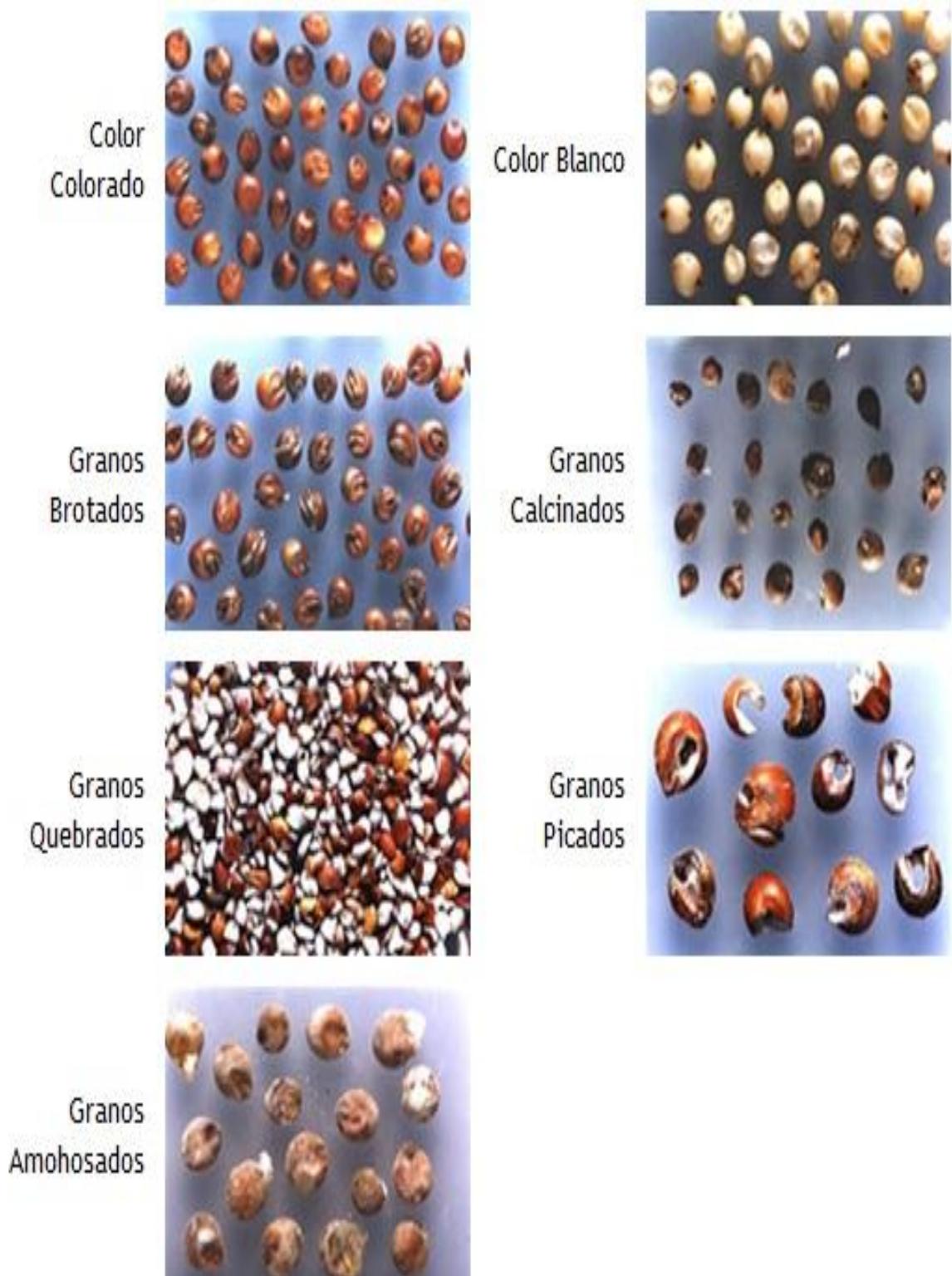


Figura 5. Daños y defectos en granos de sorgo

Fuente: http://www.lacocapacitacion.com.ar/subsitios/defectos_granos.php

2.4.1. Características de la calidad de cada lote de materias primas.

Las características de la calidad de los lotes de Kiwicha en grano y camote que se presentan en las tablas 11 y 12; se considera al lote de Kiwicha en la categoría 1, según la comparación de la Norma Técnica Peruana (NTP 205.054:2012), ya que presenta 1.0% de otras variedades y 0.20% de materias extrañas.

Tabla 8
Grados de calidad del lote de Kiwicha

COMPONENTE	PORCENTAJE
1. GRANOS ENTEROS Y SANOS	98.8 %
2. VARIEDAD CONTRASTES	1.0 %
3. MATERIAS EXTRAÑAS	0.20 %

Fuente: Norma INDECOPI N° 205.036(quinua) (2010)

Para el caso del camote se utilizó la comparación con las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 011.120:1992, se encontró el lote con grado de calidad, ya que presenta 2.0% de mezclas varietales, 2.0% de cortes, cicatrices, grietas y 1.0% perforaciones (daños causados por insectos).

Tabla 9
Grados de calidad del lote de camote

COMPONENTE	PORCENTAJE
1. TUBÉRCULOS UNIFORMES Y SANOS	96.0%
2. CORTES, CICATRICES, GRIETAS,	2.0 %
3. MEZCLAS VARIETALES	2.0 %
4. PERFORACIONES (daños causados insectos)	1.0%

Fuente: NTP 011.120:1992.. CAMOTE (*Ipomoea batatas*). (2010)

2.5. Bases científicas relacionadas con el tema

2.5.1. Almidones

El almidón es una sustancia no azucarada, de organización casi proteiforme, que se presenta en forma de polvo blanco, insípido e inodoro, suave al tacto, brillante, que cruje al comprimido entre los dedos. (Balaguer y Primo, 1995)

Desrosier (1983) indica que el almidón son polisacáridos de reserva que se almacenan principalmente en las semillas, frutas, tubérculos, raíces y medusa de los tallos. El aspecto físico y las propiedades de los gránulos varían ampliamente de una planta a otra y pueden utilizarse para clasificar a los almidones de acuerdo a su origen. Algunos son redondos, otros elípticos y otros poligonales.

El almidón se compone de dos moléculas de polisacáridos, una lineal (amilosa) y otra ramificada (amilopectina), ambas son homoglicanos de D-glucosa. En almidones naturales estas moléculas están constituidas por gránulos estructurados microscópicas (Fennema, 1982).

Los almidones se encuentran presentes en los tejidos vegetales bajo la fórmula de gránulos intracelulares compactos, frecuentemente con aspecto y estructura característica según la planta que provienen. Estos gránulos son esfero cristales visibles al microscopio electrónico que dan con rayos redes de difracción, contienen muy poco agua y su tamaño varía entre 5 μm (arroz) a 160 μm (5 a 100 μm en el caso de la papa, 5 a 25 μm en el caso del maíz) prácticamente son insoluble agua fría. (Chefiel, 1983).

La función nutricional de los almidones es muy importante porque constituye después de la hidrólisis digestiva en glucosa, la principal fuente de calorías de la alimentación humana. Asimismo los almidones tienen un papel importante en la tecnología alimenticia debido a sus

propiedades físico-químicas y funcionales .El almidón es una mezcla de dos polisacáridos, amilosa y amilopectina, agrupados en la forma de gránulos parcialmente cristalino (Chefiel, 1983).

A. Amilosa

Es el constituyente menos abundante en el almidón y sus moléculas son simples y pequeñas (Linden y Lorient,2000).

Es básicamente un polímero lineal, constituido por moléculas de D-glucopiranosas unidas casi en su totalidad por enlaces α -1,4. Estudios recientes indican que también presenta algunos enlaces α -1,6 (Thomas y Atwell, 2004).

Las moléculas de amilosa tienden a formar estructuras helicoidales. Esta estructura le permite formar complejos con moléculas hidrofóbicas, debido a que en el interior de la hélice se ubican los átomos de hidrogeno (Hermansson y Svegmark, 1996).

Se caracteriza por formar soluciones acuosas que gelifican y retrogradan al enfriarse; en contacto con el yodo forma un complejo de color azul (BaduI, 1998).

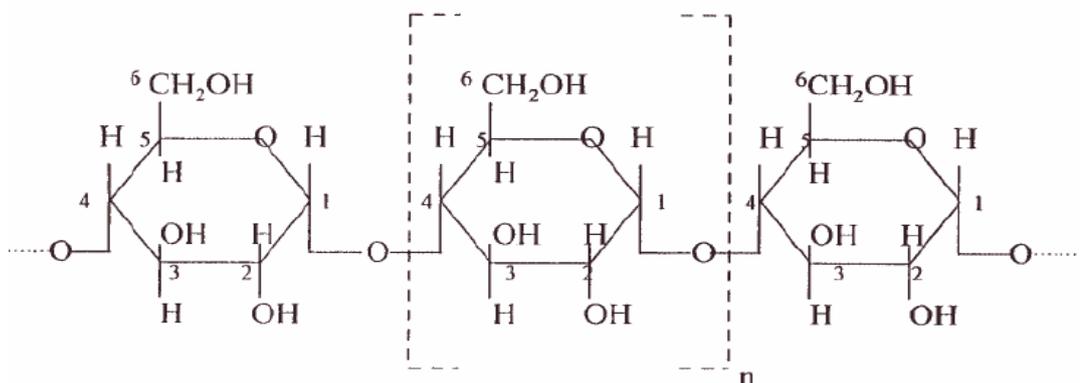


Figura 6. Segmento de la descripción lineal de la amilosa

Fuente: Belitz y Grosch (2000)

B. Amilopectina

Es un polímero ramificado, de mayor tamaño que la amilosa, compuesto por moléculas de D-glucopiranosas unidas por enlaces α -1,4 y α -1,6 (Thomas y Atwell, 2004). En el caso de las pastas producidas con almidones ricos en amilopectina no forman geles y usualmente tienen una estructura cohesiva y gomosa, además tienen una baja retrogradación. Al contacto con yodo toma un color violeta (Badui, 1998).

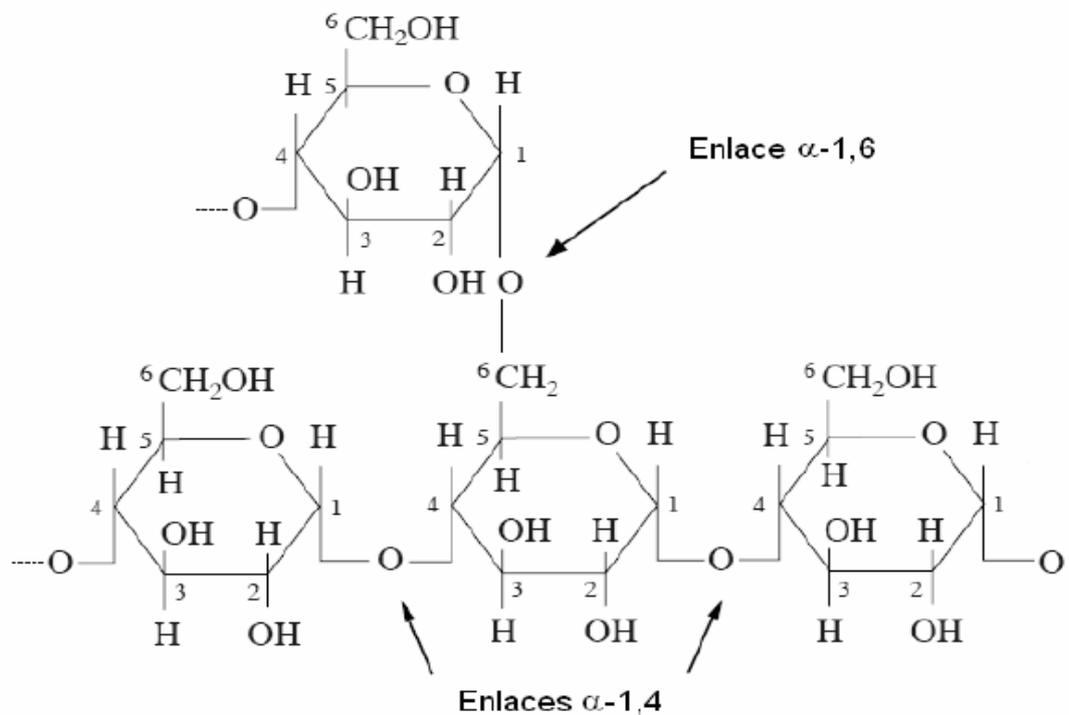


Figura 7. Segmento de la estructura ramificada de la amilopectina

Fuente: Belitz y Grosch (2000)

C. Proporción Amilosa y Amilopectina

La proporción amilosa y amilopectina que existe en el almidón es un punto muy importante a considerar con respecto a su funcionalidad; esta proporción dicta las conductas de gelatinización y las características del gel o de la pasta resultante (Thomas y Atwell, 2004). Comúnmente, el almidón está conformado por un 25 % de amilosa y un 75% de amilopectina (Fennema, 2000).

La gelatinización de un almidón con un alto contenido de amilosa, forma un gel firme y cortable; en el caso de uno rico en amilopectina, este presentará un alto pico de viscosidad seguido por un quiebre durante el calentamiento sin formación de gel. Después del enfriado, la pasta resultante es considerada cohesiva y visco elástica (Thomas y Atwell, 2004).

Tabla 10

Características de la amilosa y amilopectina.

Cacterística	Amilosa	Amilopectina
Forma	Esencialmente lineal	Ramificada
Enlaces	α -1,4 (algunos α -1,6)	α -1,4 y α -1,6
Peso molecular (D)	Típicamente < 0,5 millones	50 a 500 millones
Películas	Fuertes	Débiles
Formación de gel	Firme	No forma
Color con yodo	Azul	Café rojizo

Fuente: Thomas y Atwell (2004) y Badui (1998).

D. Gelatinización del almidón

Cuando el almidón se calienta a una temperatura lo suficiente alta, existe la energía necesaria para romper los enlaces de puente de hidrogeno de las regiones amorfas y el granulo empieza a hincharse. Este hinchamiento causa la perdida de la orientación radial de las micelas y la birrefringencia. La temperatura a la que el grano de almidón comienza a hincharse rápidamente y a perder birrefringencia se denomina “Temperatura de gelificación” llamada con mayor propiedad “margen de gelificacion”, porque dentro de la muestra de los granos individuales de almidón difieren no solo en el tamaño y forma sino también en la necesaria energía para que se produzca el hinchamiento (Fennema, 1982).

Cuando los gránulos de almidón se exponen al mismo tiempo al calor y humedad, hay una “Gelatinización” por encima de 55-75°C, los gránulos hinchan debido a una absorción de agua por los grupos polares hidroxilo. En ese momento la viscosidad de la suspensión de almidón aumenta considerablemente, porque los gránulos hinchados se adhieran los unos a los otros. Si se prolonga el tratamiento hidrotérmico, puede surgir una ruptura de los gránulos, hidrólisis parcial y disolución más o menos completa de las moléculas constituyendo, lo que origina un descenso de la viscosidad (Cheftel ,1983).

La temperatura a la cual se inicia la gelatinización depende de una serie de factores, entre ellos está directamente relacionado a la proporción de amilosa y amilopectina. La cadena amilosa forma geles debido a que posee una estructura lineal, mientras que la amilopectina no puede formar geles en razón a su estructura arborica (ramificada). Otros factores nombran al pH del sistema en que se mide la gelatinización, la temperatura y tiempo de calentamiento. El tamaño del granulo de almidón, los gránulos grandes tienden a hincharse y absorber más agua antes que a las pequeñas (Cordero, 1989).

2.5.2. Proceso de extrusión de alimentos.

En las últimas décadas la tecnología ha introducido nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar las tradicionales y dentro de esas nuevas técnicas la cocina de extrusión ocupa un lugar promisorio. En 1935, la extrusión de alimentos se hizo importante cuando se comenzó a Extrusar fideos y pastas, aunque los extrusores de pasta no cocinaban sino que sólo daban forma.

Harper, (1981) define la extrusión como el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento; asimismo menciona que la cocción – extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos.

Durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una Combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular a una masa continua. Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización de las moléculas de proteína, y otras reacciones que pueden modificar las propiedades nutricionales, de textura y organolépticas del producto final. En la descarga del extrusor, la pasta cocida a alta temperatura y presurizada es forzada a través de una pequeña abertura llamada boquilla, que permite dar forma al producto .La caída de presión a la salida, ocasiona la expansión y la evaporación de la humedad en el producto, mencionan que los extrusores consisten de dos componentes básicos: (1) el tornillo o tornillos que giran en una cámara que transporta el material alimenticio mientras que genera presión y esfuerzo de corte y (2) una boquilla u orificio de restricción a través del

cual el producto es extruído. Estos componentes interactúan para generar las condiciones del procesamiento (Harper ,1981).

La Extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura y color; como harinas instantáneas (Fellows ,1994).

El uso de sistema de extrusión para la confección de snacks expandidos o soplados está en creciente desarrollo. El snack original fue el pop corn o polenta de maíz, el trigo soplado, arroz y maíz soplado obtuvieron su primer éxito como cereales de desayuno, utilizando para tal fin, dispositivos similares a la extrusión de pellets de alimento para ganado, a partir de este principio ha sido desarrollado el equipo para la producción de bocaditos. Los primeros extrusores usados en alimentos fueron originalmente diseñados para materiales plásticos, éstos han sido largamente estudiados y en algunos casos modelos matemáticos se han obtenido en términos de variables de máquina y propiedades del producto. Las modificaciones hechas por la industria alimenticia a estos extrusores fueron producto de la experiencia más que de conocimiento del proceso (Matz ,1976). Posteriormente aparecieron los extrusores cocedores, estos calientan al material por medio de disipación térmica de la energía mecánica aplicada al extrusor. En muchos casos se incorporan energías térmicas por medio de camisas de calefacción a vapor o eléctrico (Sandoval ,1993).

La extrusión ofrece ventajas económicas, nutricionales y productivas muy tentadoras cuando se requiere brindar alimentos nutritivos, de conveniencia y a su vez dar rentabilidad y ganancias sustanciales. La cocción-extrusión con equipos de bajo costo es un tipo de procesamiento de operación que sumado a su mínima complejidad resulta viable para ser transferido a zonas alto andinas para su aplicación en la preparación de

mezclas alimenticias. La extrusión no es un proceso sencillo (Ramos ,2002).

La elaboración de productos expandidos mediante el empleo de extrusores presenta grandes ventajas, puesto que no utiliza grasa durante la cocción, el producto snack mantiene las propiedades químicas de la materia prima, emplea menor cantidad de materia prima que otros procesos alternativos y sobre todo es un método rápido. Sin embargo, el proceso de extrusión eleva la temperatura, por lo cual puede degradar los componentes. Por otro lado, el producto final es de buena calidad y de bajo costo (Sandoval, 1993).

2.5.3. Extrusores

En las últimas décadas la tecnología ha introducido nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar las tradicionales y dentro de esas nuevas técnicas la cocina de extrusión ocupa un lugar promisorio. En 1935, la extrusión de alimentos se hizo importante cuando se comenzó a extrusar fideos y pastas, aunque los extrusores de pasta no cocinaban sino que solo daban forma (Matz, 1976).

El uso de sistema de extrusión para la confección de snacks expandidos o soplados está en creciente desarrollo. El snack original fue el pop corn o polenta de maíz, el trigo soplado, arroz y maíz soplado obtuvieron su primer éxito como cereales de desayuno, utilizando para tal fin, dispositivos similares a la extrusión de pallets de alimento para ganado, a partir de este principio ha sido desarrollado el equipo para la producción de bocaditos (Matz, 1976) .

González (1977); Sandoval (1993), menciona que los primeros extrusores usados en alimentos fueron originalmente diseñados para materiales plásticos, estos han sido largamente estudiados y en algunos casos modelos matemáticos se han obtenido en términos de variables de

máquina y propiedades del producto. Las modificaciones hechas por la industria alimenticia a estos extrusores fueron producto de la experiencia más que de conocimiento del proceso

En la extrusión de materiales plásticos, son considerados como sistemas homogéneos, en cambio en la extrusión de alimentos son considerados como sistemas complejos y heterogéneos. Más aún, un alimento no funde como lo hace un material plástico, sino que sufre cambios irreversibles dependientes del tiempo, tal como lo es la gelatinización del almidón. (Lawton y Col. ,1972; Sandoval, 1993).

Posteriormente aparecieron los extrusores cocedores, estos calientan al material por medio de disipación térmica de la mecánica aplicada al extrusor. En muchos casos se incorporan energías térmicas por medio de camisas de calefacción a vapor o eléctrico (Harper y Harman, 1973; Sandoval, 1993).

A. Elementos del extrusor

Según Rossen y Miller (1973) la extrusión de alimentos es un proceso en el cual el material alimenticio es forzado a fluir, bajo una o más de una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y corte a través de una matriz la cual es diseñada para formar y/o soplar – secar los ingredientes.

Un extrusor tiene por lo menos tres partes cada una de ellas puede estar separada por sellos que provienen flujo contrario de material.

- Zona de Alimentación
- Zona de transición
- Zona de alta presión

La mezcla de extrusor puede alimentarse mediante un previo acondicionamiento o directamente con un mezclador alimentador (Sandurade, 1968).

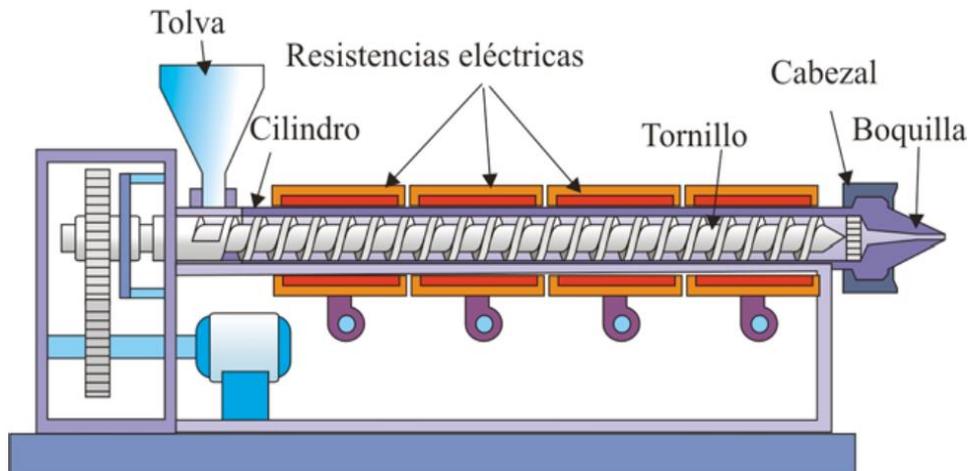


Figura 8 . Esquema de un cocinador -Extrusor

Fuente: Rauwendal, (1998)

2.5.2. Alimentos tipo “Snack” o Bocaditos

Son productos alimenticios, salados y/o dulces, fritos o extruidos no sometidos a la acción leudante químicos o biológicos, que tienen diversas formas de presentación y generalmente son envasados (INDECOPI N°209.226,1984). (INDECOPI, 1984).

A) Clasificación de los snacks o bocaditos

▪ Clasificación por el sabor:

- Salados
- Dulces
- De sabores especiales

▪ **Clasificación por el Proceso de Elaboración**

SNACKS O BOCADITOS FRITOS

Son aquellos que se obtienen luego de una fritura directa de la materia prima con el agregado posterior de sal o azúcar, saborizantes, colorantes u otros.

SNACKS O BOCADITOS EXTRUIDOS

Son aquellos que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas y que son sometidas a un proceso de extrusión.

SNACKS O BOCADITOS HORNEADOS

Según Matz (1976), los define como aquellos productos fermentados por la producción de dióxido de carbono o bicarbonato de sodio y procesados térmicamente a presión ambiental.

B) Tipos de procesamiento de los snacks o bocaditos

• **SNACKS O BOCADITOS FRITOS**

Son aquellos que se obtienen luego de una fritura de la materia prima con el agregado posterior de sal o azúcar, saborizantes, colorante u otros

• **SNACKS O BOCADITOS EXTRUIDOS**

Son aquellos que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas y que son sometidas a un proceso de extrusión.

Matz (1976), menciona dos formas de cocido de la masa para obtener bocaditos extruidos o inflados:

a) Cocido Y Extruido A Baja Presión.

En este proceso, los ingredientes secos se mezclan con agua y se alimentan al extrusor- cocinador. Un fluido a alta temperatura circula a través de la chaqueta y algunos diseños a través del tornillo, mientras se genera calor adicional por el trabajo desarrollado en la mesa. Se controlan la temperatura y tiempo para conseguir el grado de gelatinización del almidón en el producto. La masa se enfría, generalmente mediante un modelo refrigerado, antes de que se extruye en la atmosfera de modo que el agua contenida no pase rápidamente a vapor. Como resultado, la masa extruida se comprime y está generalmente libre de burbujas en vez de que se expanda como espuma. Como extruido ocurre a baja presión entonces la temperatura es también baja, esto da como consecuencia bocaditos de poca expansión, paredes burdas y textura dura (Matz, 1976).

b) Cocido y Extruido a alta presión

Este procedimiento requiere elevar la temperatura de la masa analítica, sobre los 100°C. La energía es proporcionada a través de la chaqueta y por fricción interna. La compresión de la masa plástica dentro de la cámara mediante la reducción gradual del tornillo previene la vaporización del contenido del agua. La presentación. La presentación representa una resistencia al flujo del extruido que sale del extrusor. Conforme se abre la cantidad de orificios la presión decae. El incremento de la rpm. Del extrusor aumentará la presión. La masa se mantiene en el extrusor por un tiempo prolongado de modo que más energía mecánica se absorbe y la temperatura de eleva. La presión más alta da lugar a productos de más altas temperaturas. Como resultado el

extruido se expande más y tiene poros más pequeños y textura blanda (Matz, 1976).

El uso de la harina de cereales y polenta como ingrediente predominante en bocaditos expandidos ha dado como resultado una excelente expansión. También se puede utilizar harinas de raíces, almidones modificados o purificados. La harina que se va a extrusar debe contener 50% más de amilopectina para obtener un producto de buena calidad, además el grado de inflado y la textura del bocadito terminado está influenciado por ratio amilosa: amilopectina en el almidón (Matz ,1976).

C) Deterioro de snack o bocaditos

El deterioro de los bocaditos puede originarse por diversas causas tales como:

- Reacciones puramente químicas como la rancidez oxidativa.
- Acción de agentes físicos como humedad , calor y oxígeno
- Acción y proliferación de microorganismos
- Acción mecánica.

La evolución de la flora microbiana inicialmente presente en un alimento, depende de diversos factores como: las características físico químicas del producto; los tratamientos a los cuales fueron sometidos; las condiciones de almacenamiento; la naturaleza y caracterización de los microorganismos presentes. Los cambios químicos ocurridos en los snacks o bocaditos generalmente se debe a la acción de los agentes físicos como la presencia de oxígeno, altas temperaturas y alto contenido de humedad; cuando los snacks o bocaditos no están bien empacados se observa que la acción conjunta del oxígeno y las altas temperaturas inducen en las grasas rancidez, hidrológica y oxidativa dando origen a olores rancios y pérdida de su valor nutritivo (Matz, 1976).

2.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc., que son parte esencial del control de calidad de los alimentos, y tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones, lleva consigo un instrumento de análisis, es decir sus cinco sentidos. Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material (Jimenez, 2000).

La evaluación sensorial es una disciplina independiente, capaz de entregar resultados precisos, y reproducibles tanto sobre los aspectos cualitativos como cuantitativos de los alimentos. Desempeña un rol importante es la estimación de parámetros de calidad organoléptica como son: apariencia, forma, sabor, tamaño, aroma, consistencia, textura, etc. (Calaveras, 2004)

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físico, microbiológicos, reo lógicos, etc. (Anzaldúa, 1994).

• Conducción del panel

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales se debe tener en cuenta ciertas condiciones deseable: una sala libre de olores extraños (perfumes, cigarrillos y otros) ruidos, contarse con un área de preparación de las muestras (Mackey et al. ,1984)

A fin de eliminar de distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminadas así la distracción, la iluminación debe ser uniforme y no debe influenciar la aparición de la muestra y los miembros del panel. Si están enfermos no deben participar en la evaluación (Larmond, 1977).

Método de Escala Hedónica:

- A. Objetivos:** Localización el nivel de grado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúa de acuerdo a una escala no estructurada (también llamada escala hedónica), sin mayores descripciones que los extremos de la escala, en la cual se puntualiza las características de agrado. Esta escala debe contar con un indicados del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto indiferencia de la muestra (Larmond, 1977).
- B. Muestras:** Se presentan unas o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubicara por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presentan de una manera natural tal como se consumirá habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentre en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis (Larmond, 1977).
- C. Jueces:** La población elegida para evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 8-25 jueces (Espinoza ,2003).
- Las ventajas conciten en que es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular. Las limitaciones constituyen en que se requiere de un gran número de evaluaciones para considerar a los resultados como representativos de las tendencias de los gusto de una población o mercado (Reyes, 1996).

2.7. Diseño Estadístico de Experimentación.

Según George (2013) ; Wardlaw (2000), “la experimentación es el mecanismo para hacer que la naturaleza hable inteligiblemente”. Mediante el experimento se pregunta a la naturaleza, pero es necesario diseñar los experimentos para facilitar la comprensión de la respuesta o mensaje implícitos en los datos obtenidos. De otro lado, el análisis estadístico de los datos de un experimento está supeditado al tipo de diseño utilizando; así, diseño y análisis no pueden ir separados en una investigación.

Los diseños experimentales pueden diferenciarse de muchas maneras: John y Quenouille (1977) y Cochran y Cox (1995), traen algunas clasificaciones, pero una enumeración exhaustiva puede resultar en varios cientos de ellos. El objetivo es describir y analizar algunos de los más comunes, y este será el tema central de los próximos capítulos. Por diseño estadístico de experimentalmente se entenderá el proceso de planear todos los pasos que deben darse, y el orden que debe seguir, en la recolección y posterior análisis de la información requerida para estudiar un problema de investigación. En un sentido más restringido, algunos autores consideran el diseño de experimentos como aquel conjunto de reglas que permite asignar tratamientos a unidades experimentales, buscando eliminar sesgos y cuantificar el error experimental (Díaz ,2009).

El propósito del diseño experimental es la obtención del máximo de información con el mínimo de costo y el máximo de eficiencia. En muchas ocasiones, estas condiciones se cumplen al seleccionar diseños simples, sencillos de aplicar y fáciles de analizar. Ahora bien, un diseño es eficiente cuando proporciona más conocimiento y mayor precisión con un número menor de datos. El diseño estadístico de una investigación exige que las personas responsables del experimento tengan una idea clara, desde un principio, de lo que se va a estudiar, de la manera de recoger la información y, al menos, una idea cualitativa del tipo de análisis posterior que se debe hacer a los datos (Díaz ,2009).

2.7.1. Diseño completamente al azar.

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, insectos, etc.). Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales de lo más homogéneas posibles: animales de la misma edad, del mismo peso, similar estado fisiológico; parcelas de igual tamaño, etc., de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. Este diseño es apropiado para experimentos de laboratorio, invernadero, animales de bioterio, aves, conejos, cerdos, etc., es decir, situaciones experimentales como de las condiciones ambientales que rodean el experimento (Montgomery, 2002).

Este diseño es el más utilizado en la experimentación con animales, asociándole la técnica del análisis de covarianza y arreglos de tratamiento de tipo factorial.

2.7.2. Diseño factorial.

Desde el punto de vista formal, los diseños factoriales obedecen a hipótesis complejas. es decir, hipótesis que parten del supuesto en base al cual , el efecto de una variable independiente puede quedar alterada por los valores que toma otra o más variables independientes pueden quedar alterada por los valores que toma otra o más variables independientes. Se trata, por tanto, de probar los posibles efectos combinados (efecto cruzado). Entre los factores. Este es quizás uno de los aspectos más característicos de esta clase de diseño. La información que se obtiene de los datos de un diseño factorial es doble. De un lado nos permite estimar el efecto de cada una de las variables independientes (Arnau et al., 1990)

En términos de diseño, esta estimación es conocida con el “efecto principal” de la variable independiente o factor. Aunque esta información no sea la más relevante, es en muchos casos útil. De otro lado, tenemos los “efectos secundarios” que recogen las posibles interacciones entre los factores. Por esta razón, cuando nos referimos a un diseño factorial, solemos hacer hincapié a los “efectos factoriales principales y efectos factoriales secundarios como elementos constitutivos (Arnau et al, 1990).

Dado que el diseño experimental factorial se encuentra en base a la manipulación de dos o más variables independientes, se tienen que la cantidad de grupos viene determinada por la combinación de los valores que toman dichas variables. Ahora bien, no siempre es posible aplicar todas las posibles combinaciones de tratamiento, para cuya causa el diseño factorial puede categorizar de acuerdo con lo siguiente: diseño factorial completa (grupo al azar, bloques, medidas repetidas y mixto) y diseño factorial incompleta (replicación fraccionada y cuadrado latino (Arnau. et al, 1990).

Los tratamientos serán utilizados un DCA con arreglo factorial 5x2, considerando como variables independientes las formulaciones y los programas de temperaturas. Los variables dependientes serán evaluados en función de las características físico-químico, propiedades sensoriales y valor biológico.

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 5 x 2 CON TRES REPETICIONES.

Tabla 11

Esquema del diseño estadístico

PROGRAMA DE TEMPERATURAS	MEZCLAS				
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
PT ₁					
PT ₂					

Siendo:

F₀= Mezclas

PT₀=Programa de temperaturas de extrusión

t₀=Tratamiento

- **Modelo estadístico asociada DCA:**

Modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_k + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} =Es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición.

μ =Efecto de la media general.

A_i =Efecto de las mezclas

B_i =Efecto del programa de temperatura de extrusión

ϵ_{ijk} =Efecto del error experimental de i-ésimo tratamiento, j-ésimo tratamiento, k-ésima repetición.

2.8. Vida útil.

La vida útil de un producto alimenticio se define como el período de tiempo a partir de la fecha de producción, durante el cual éste mantiene una calidad aceptable, o como el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva óptimo para el consumidor (Cantillo et al., 1994).

La vida útil también se entiende como la durabilidad; concebida ésta como el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, y mantiene sus características sensoriales y funcionales por encima del grado límite de calidad previamente establecido como aceptable (Cantillo et al., 1994).

Xiong y Hernandez (2002), afirman que la vida útil está íntimamente relacionada con la calidad del alimento y de esto son conscientes tanto los productores como los consumidores, por lo que la FDA (Food and Drug Administration) y la USDA exigen declarar la vida útil del producto indicando claramente la fecha de expiración en los empaques o container.

Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Actualmente dentro de la terminología del procesamiento moderno estos factores son orientados en el concepto de HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), donde se comprende una metodología del control de calidad que apunta a asegurar una "alta calidad". Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la peresibilidad del alimento.

2.8. Evaluación biológica.

La evaluación de proteínas de un alimento se lleva a cabo partiendo de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis de nitrógeno y de aminoácidos, la sigue una serie de determinaciones química específica, y termina con las pruebas biológicas. Los ensayos biológicos se basan en la determinación del crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales como la rata, o en seres humanos, en función del consumo de proteína. Para obtener datos de una precisión fiables y significativos, deben utilizarse varios animales en cada ensayo y analizar estadísticamente los resultados; es preciso, además, estandarizar las condiciones de ensayo (FAO-OMS, 1998).

El método conocido como razón proteica neta (NPR) representa una mejora sobre el índice de eficiencia proteica (PER), en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. Los métodos convencionales para calcular los requerimientos de proteína, tanto de cantidad como de su calidad nutricional, son el valor biológico (VB) y la utilización fueron reconocidos por un grupo de expertos (FAO-OMS, 1998).

Aunque no sea del agrado de algunas corrientes de opinión, la experimentación animal sigue siendo indispensable para las ciencias fisiológicas, especialmente para el estudio de las funciones y la nutrición. Sin ningún de la eficiencia nutricional; teniendo como ejemplo la digestión enzimático. Pero aún con todo, estas medidas no pueden imitar al conjunto de factores mecánicos, químicos y enzimáticos que actúan en simbiosis a lo largo del tubo digestivo. Lo mismo sucede con la utilización metabólica, regida por los ciclos diurnos y controlados por influencias de numerosas mensajes nerviosos, hormonales u otros (FAO-OMS, 1998).

Se han realizado interesantes tentativas para reemplazar los animales utilizados en los ensayos por microorganismos, especialmente, en las medidas de la eficacia vitamínica y nitrogenada. Sin embargo, tiene una doble limitación: disponer de cepas cuyas necesidades fisiológicas sean de la misma naturaleza que las del hombre, lo que no resulta difícil, además la muestra debe ser previamente sometida a un tratamiento para eliminar la sustancia para estudiar, lo que en parte afectaría las características y eficacia nutricional (FAO-OMS, 1998).

2.8.1. Características generales y taxonomía de los roedores.

Los roedores son animales nocturnos que se adaptan con facilidad a su medio ambiente. No son animales agresivos. Poseen picos de actividad durante periodos oscuros. Sus ojos están adaptados a la oscuridad y tiene muy poca visión de color. (Zúñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; Olivares, 1996; Osias, 2008).

Las crías de los roedores (excepto la de los cobayos), nacen con la piel de color rojizo, con los ojos eídos cerradas; la transparencia de la piel permite la observación del corazón, el hígado el bazo y la leche del estómago. A los 2 – 3 días, el color de la piel se aclara y se despegan las orejas; a la semana están cubiertas por un fino pelaje; hacia los días 10 – 12, los incisivos superiores e inferiores han hecho erupción y los pezones inguinales son visibles en la hembras, en los días siguientes (13-16), abren los ojos, la edad óptima para el destete oscila entre los 21 y 25 días de edad. El destete es el momento adecuado para proceder al alojamiento de las crías, separándolas por sexo (Zúñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; Olivares, 1996; Osias, 2008).

Tabla 12*Características generales y taxonomía de los roedores*

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
			Mus musculus(Raton Común)
		MURIDAE	Rattus Norvegicus(Rata Noruega)
RODENTA	MYOMORPHA		Mesocricetus Aratus(Hamster Sirio)
		CRICERIDA	Meriones Unguiculatus
	HISTRICOMORP	CAVIIDAE	Cavia Porcellus

Fuente: Taxonómico (Zuñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; Olivares 1996; 2008)

2.8.2. Manejo y generalidades biológicas de la rata.

Las ratas comenzaron a utilizarse a mediados del siglo XIX, y proceden de la rata noruega *Rattus norvegicus*. El nombre de la “rata marrón” conduce a error ya que su color puede variar. De la raza salvaje se derivan dos poblaciones:(Zuñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999).

- Rata Long Evans: es más pequeña que la rata wistar o Sprague-Dawley, de pelo negro en cabeza y cuello, el resto del cuerpo es de color blanco, por lo que se le conoce como rata encapuchada (Zuñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; CINESTAV, 2009)

- Ratas Albinas: Sprague-Dawley, ratas más largas con cabeza y cola más larga que el cuerpo, crece más rápidamente que la rata Wistar. Ora rata albina es la Wistar, ratas con orejas más grandes, cabeza más ancha y cola de menos longitud que su cuerpo (Zuñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; CINESTAV, 2009).

Las primeras cepas de rata utilizadas para la investigación biomédica fueron desarrolladas en el instituto de Wistar de Filadelfia. Muchas de las cepas consanguíneas que se emplean en la actualidad son descendientes de estas cepas albinas (Wistar)

La rata es el vertebrado usado con más frecuencia después del ratón y se utiliza sobre todo en medicina, nutrición, toxicología, estudios de sistema nerviosos y de la conducta animal. En la actualidad existen un registro de más de 400 cepas consanguíneas definidas genéticamente y unas 50 cepas no consanguíneas (Zúñiga et al, 2001; Van Zutphen et al, 1999; CINESTAV, 2009).

Tabla 13

Datos fisiológicos de la rata.

EVENTO	DATOS
Temperatura corporal	35.9-37.5°C
Frecuencia cardiaca	250-600 por minuto
Frecuencia respiratoria	66 – 144 por minuto
Peso	Macho adulto: 300 – 500 gr Hembra adulta: 200 – 400 gr Recién nacido : 5 gr
Consumo de agua	24 – 60 ml por día, o 10 – 12 ml por cada 100 gramos de peso corporal por día
Consumo de alimento	15- 30 gr. Por día o 5-6 gr por cada 100 gr. De peso corporal por día
Heces	Dura y alargada de color marrón con extremos redondeados
Orina	Transparente y amarilla
Duración de vida	2.5 -3.5 años
Numero de cromosomas	42

Fuente: (Zúñiga et al, 2001; CINESTAV, 2009; Villanueva y Hernández, 2004; Arriaga, 2001; Fuentes et al, 2008; Vásquez, 2009; Batchelor et al, 2005).

2.8.3. Dieta del animal

Los alimentos se suministran normalmente en la forma de pellets de 4-5 gramos. Las pellets son duras y tiene que ser roídas por los animales. Esto ayuda a desgastar sus incisivos.

Normalmente se pone una cantidad suficiente de pellets para que dure varios días en el área designada de la jaula. A los roedores generalmente se les suministra alimento y agua *ad limitum*. Esto significa que se les suministra alimento para animales y agua continuamente para que lo consuma a voluntad. El agua se puede proveer mediante una botella de agua una valvula automática de suministro de agua ubicada a nivel dela jaula (Zúñiga et al., 2001)

- Componentes dietéticos y funciones de los alimentos

El cuerpo humano se compone de agua, aminoácidos (proteínas), ácidos grasos (lípidos), ácidos nucleicos (ADN/ARN) y carbohidratos (azúcares y fibra), cada uno compuesto de carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y fósforo y pueden o no contener minerales tales como calcio, hierro y zinc (Anderson et al. 2007).

2.8.4. Digestibilidad de los alimentos

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de una alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (FAO/OMS, 1992).

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias, a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos, fitatos), a la presencia de factores antifisiológicos o a las condiciones de elaboración que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos (Church y Pond, 1990). La digestibilidad proteica se puede determinar por varios métodos, entre ellos, la digestibilidad in vivo, ya sea aparente o verdadera, directa o indirecta, y la digestibilidad in vitro utilizando enzimas (FAO/OMS, 1992).

- **Digestión y absorción de compuestos nitrogenados en los animales**

El valor nutritivo de las proteínas del alimento no depende sólo del análisis cuantitativo sino también del tipo y cantidad de aminoácidos que llegan al organismo animal una vez digerida la proteína. Es importante hacer una revisión del proceso de digestión y los factores que la afectan para interpretar la nutrición proteica (FAO/OMS, 1992).

- **Digestión y absorción**

Las proteínas del alimento son hidrolizadas en sus constituyentes, los aminoácidos, luego estos son absorbidos y llevados al hígado por la vía de la vena porta y en pequeñas cantidades por la Linfa.

Las enzimas de la mucosa gástrica y del páncreas, son secretadas en la cavidad gástrica e intestinal, estas últimas actúan dentro de las mismas células de la mucosa. Hay dos clases de enzimas: Las endoenzimas (pepsina, Tripsina y Quimotripsina) que actúan rompiendo las grandes moléculas proteicas en moléculas más pequeñas y Las Exoenzimas (Carboxipeptidasas y peptidasas) que actúan sobre los aminoácidos terminales produciendo aminoácidos libres (FAO/OMS, 1992).

La digestión proteica se inicia en el estómago con la desnaturalización de las proteínas por efecto del ácido clorhídrico, proceso que es continuado por la digestión péptida descrita antes, la cual requiere un pH ácido bajo, esto produce péptidos grandes y aminoácidos libres. El contenido estomacal pasa luego al intestino (Duodeno) donde las enzimas pancreáticas lo transforman en gran cantidad de aminoácidos libres y oligopéptidos, los cuales son absorbidos activamente y directamente por la mucosa intestinal, en los dos tercios anteriores del intestino, y son hidrolizados por las peptidasas dando aminoácidos que son llevados por la vena Porta hacia el hígado (FAO/OMS, 1992).

El quimo intestinal es una solución de compuestos del alimento desintegrado, más las excreciones endógenas del animal, formadas por enzimas, moco, células epiteliales descamadas y proteína del plasma sanguíneo, las cuales son nuevamente digeridas y recicladas. A la digestión también contribuyen los organismos microbiales: bacterias y protozoarios. La fracción que no es digerida, junto con los organismos microbiales intestinales, continúa por el intestino y son excretados en las heces como Nitrógeno Metabólico Fecal (NMF) (FAO/OMS, 1992).

La reabsorción de las excreciones proteicas redigeridas enmascara la digestión y absorción verdadera de la proteína de los alimentos y de los aminoácidos de la dieta que son absorbidos, lo que hace impreciso su evaluación.

A) Digestibilidad de proteínas

Los aminoácidos en los alimentos no siempre están disponibles. La degradación de las proteínas, así como su absorción puede ser incompleta. El porcentaje promedio de digestión y absorción en proteínas de origen animal es alrededor de un 90%, siendo el de las

proteínas de origen vegetal de sólo un 60 a un 70% aproximadamente (FAO/OMS, 1992).

Hay varias razones que limitan la digestibilidad de ciertas proteínas:

- Conformación de la proteína: las proteasas atacan a las proteínas fibrosas insolubles más lentamente que a las proteínas globulares solubles. Pero, la digestibilidad puede ser fácilmente incrementada por la desnaturalización de la proteína, por ejemplo, por un tratamiento térmico previo.
- La unión a ciertos metales, lípidos, ácidos nucleicos, celulosa u otros polisacáridos, puede ver limitada parcialmente su digestibilidad.
- Factores anti nutricionales como los inhibidores de tripsina o quimotripsina. Otros inhibidores afectan a la absorción de aminoácidos.
- El tamaño y superficie de la partícula donde se encuentran las proteínas. La digestibilidad de las proteínas de los cereales puede ser incrementada, por ejemplo, mediante el molido más fino de la harina.

Además, las diferencias biológicas entre individuos pueden afectar a la digestión de proteínas, así como a la absorción de aminoácidos. La edad es una de estas diferencias, pues en los primeros meses de vida no se encuentran presentes todas las enzimas necesarias para la correcta degradación de las proteínas, así como en los ancianos o adultos mayores se dejan de producir otras tantas enzimas y la digestión de estos nutrientes se vuelve cada vez más difícil. Algunos otros individuos pueden presentar defectos genéticos como deficiencia de enterocinasa o tripsinógeno, deficiencia de prolina dipeptidasa, síndrome de Hartnup (defecto en transporte de aminoácidos neutros), los cuales impiden que se produzcan enzimas para degradar ciertas proteínas, o que su degradación se lleve a cabo ineficazmente (FAO/OMS, 1992).

B) Factores que afectan la digestibilidad de un alimento.

La digestibilidad de un alimento es bastante variable, siendo influida por factores relacionados con el animal, con el medio ambiente y con el alimento, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Edad Del Animal.

En cada fase de desarrollo y productiva se presenta un desarrollo anatómico y funcional del tubo digestivo y una actividad enzimática, que permite el aprovechamiento más eficiente de ciertos alimentos.

- Especie Animal.

Los rumiantes y los herbívoros monogástricos están adaptados para el aprovechamiento de los carbohidratos estructurales, mediante procesos de fermentación microbiana a nivel ruminal o cecal.

- Composición De Los Alimentos.

La cantidad de fibra bruta, especialmente del complejo lignocelulolítico, afecta de manera negativa la digestibilidad del alimento por reducción de la digestibilidad de las proteínas y los carbohidratos fermentables, los cuales quedan atrapados dentro de la pared celular. En todas las especies animales es indispensable una cierta cantidad de fibra bruta para ayudar al normal tránsito intestinal.

- Composición De la dieta.

En una dieta mixta el exceso de carbohidratos fermentables puede disminuir el aprovechamiento de los carbohidratos estructurales. El exceso de proteína verdadera puede afectar la utilización del nitrógeno no proteico, en el caso de los rumiantes.

- **Tamaño De la Partícula Del Alimento.**

La molienda fina de los granos y los cereales favorece la digestibilidad por existir una mayor área de exposición a la acción de las enzimas. Pero puede provocar inconvenientes, representados.

C) Métodos para determinar la digestibilidad de las proteínas.

Si las proporciones de aminoácidos de una proteína constituyen probablemente el determinante más importante de su calidad, los factores que le siguen en importancia son la digestibilidad de la proteína y la biodisponibilidad de los aminoácidos que la constituyen. Ello se debe a que no todas las proteínas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias de digestibilidad entre las proteínas pueden deberse a diferencias inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias (configuración de la proteína, unión de los aminoácidos); a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos, fitatos); a la presencia de factores antifisiológicos o a las condiciones de elaboración, que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos de las proteínas (FAO/OMS,1992).

De poco sirve la información sobre el contenido de un alimento si se desconoce su digestibilidad. La digestibilidad también afecta el volumen y la forma de las heces, así como la frecuencia de las defecaciones. Aunque no es obligatorio que los fabricantes lleven a cabo ensayos de digestibilidad con sus productos, los fabricantes con reputación y que producen productos de alta calidad si los realizan (Case et al., 1997).

Existen dos procedimientos principales para determinar la digestibilidad, estos son: Determinación de la digestibilidad in vivo y la determinación de la digestibilidad in vitro. En el primer procedimiento se utiliza directamente al animal, mientras que en el segundo se trata de reproducir en el laboratorio los procesos de digestión (Córdova, 1993).

➤ **Digestibilidad de las proteínas in vivo**

Este procedimiento ha sido usado tradicionalmente para determinar la digestibilidad. La cantidad media diaria de nitrógeno aparentemente absorbido por el animal, se calcula por diferencia entre la cantidad de nitrógeno del alimento consumido y la cantidad excretada en las heces. Esa cantidad, expresada como porcentaje de lo ingerido es el coeficiente de digestibilidad. Puesto que las heces no se componen únicamente de alimentos indigestibles sino que incluyen células descamadas y productos excretados al tracto digestivo, la diferencia entre lo ingerido y lo excretado determinada de esta forma se denomina digestibilidad aparente (DA) (Edney, 1989; Bondi, 1988).

La digestibilidad aparente se calcula de la siguiente forma:

Para hallar la digestibilidad real es preciso tener en cuenta la cantidad de nitrógeno fecal excretado cuando el animal consume una dieta sin proteína (nitrógeno metabólico) (FAO/OMS, 1992).

Tabla 14*Métodos para evaluar la calidad de la proteína*

METODO	DESCRIPCIÓN
VALOR BIOLÓGICO (VB)	Sobre la base del balance de nitrógeno , cuando se consume una proteína de prueba $\%VB = \frac{N \text{ del alimento} - (N \text{ fecal} + N \text{ urinario})}{N \text{ del alimento} - N \text{ fecal}} \times 100$
INDICE DE EFICIENCIA DE LA PROTEINA (IEP)	Sobre la base del aumento de peso en ratas en crecimiento alimentadas con una proteína de prueba comparando con el aumento de peso con un derivado de la caseína. $IEP = \frac{\text{Aumeto de peso}(g)}{\text{ingesta de proteina}(g)}$
INDICE DE PROTEINA NETA	Índice de proteína similar al IEP, pero también con un alimento libre de proteína neta (IPN) IEP $= \frac{\text{Aumeto de peso en el grupo de prueba} + \text{pérdida de peso en el grupo que recibe un alimento libre de proteina}(g)}{\text{ingesta de proteina}}$
UTILIZACIÓN NETA DE LA PROTEÍNA (UNP)	Similar al IPN excepto que se determina el N, corporal total en lugar del aumento de peso. $UNP = \frac{N \text{ corporal de los animales alimentados con la proteina de prueba} - N \text{ corporal de los animales que reciben un alimento libre de proteina}}{\text{ingesta de nitrogeno N}}$
VALOR RELATIVO PROTEÍNA DE (VRP)	Se Suministra cantidades con aumento gradual de las proteínas de prueba y de control y se mide el aumento de peso. $VRP \text{ } \ddot{\text{o}} \text{ VNR}$ $= \frac{\text{pendiente de la curva de aumento de peso en animales alimentados con la proteina de preuba}}{\text{pendiente de la curva de aumento de peso en animales alimentados con la proteina control}}$
DIGESTIVIDAD APARENTE (DA)	$DA = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ en heces}}{N \text{ ingerido}} \times 100$

Fuente: Métodos para evaluar la calidad de la proteína; Hand et al.; 2000

III. MATERIALES y METODOS

3.1. Lugar de ejecución.

- Laboratorio de Investigación Y Desarrollo De Productos Agroindustriales de la escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial-Universidad Nacional Del Santa.
- Laboratorio De Análisis Y Composición De Productos Agroindustriales de la escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del planta piloto Agroindustrial-Universidad Nacional Del Santa.
- Instituto de investigación Tecnológica Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia prima e insumos

3.2.1. Materia Prima

- Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*). Huaraz - Proveniente de la región Ancash.
- Camote Morado (*Ipomoea batatas*) Proveniente del valle de Santa provincia del Santa, Ancash-Perú.

3.2.2. Insumos

- Agua potable, Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), Soya entera y Azúcar impalpable.

3.3. Equipos, materiales y reactivos.

3.3.1. Elaboración de snack extruido.

A. Equipos

- **Extrusor De Doble Tornillo.** Marca: IMBRA, modelo: LABOR PQ DRX-50.
- **Secador de Bandejas.** Marca: Torrh, modelo: SBT – 10XL.
- **Molino de Martillos.** Marca: Torrh, modelo: MDNT – 60 XL.
- **Rodajadora.** Marca: CORP. JARCO.

B. Utensilios

- Tamices, Tinas plásticas y Espátula

C. Materiales de empaque

- Bolsa: polietileno de alta y baja , de propileo

3.3.2. Para la evaluación tecnológica de snack

A. Equipos

- **Balanza Analítica.** Marca: ADAM, modelo:PW-254
- **MICRO-Kjeldahl.** Marca: FOSS , serie : KJELTEC 8100
- **Estufa.** Marca: Blue – M, modelo :SW- 17TC – 1,Serie: SW - 1990
- **Mufla.** Marca: Thermolyne, Serie: 34703484
- **Fibra.** Marca: FOSS, modelo: FIBERTEC 1023, serie: 917604848
- **Colorímetro.** Marca KONICA MINOLTA, modelo CR-400.
- **De actividad de agua.** Marca: ROTRONIC
- **Mufla.** Marca: THERMOLYNE
- **Texturometro.** Marca: BROOKFIELD-CANADA

B. Materiales de laboratorio

Probeta (25,50 y 100ml), vasos precipitados de (50, 100,500 ml), pipetas volumétricas (1, 2, 5, 10 ml), placa petri, matraz erlenmeyer (250,500 ml), balones kjeldahl de 50ml, fiola (100, 250 y 500ml),tubos de ensayo (10 ml),buretas metálicas, jaulas metabólicas (12 unidades), crisoles de porcelana, pinzas de metal y madera, gradilla para tubos de ensayo y 12 ratas albinas

C. Otros materiales

Papel filtro, papel de aluminio, papel toalla, materiales para prueba sensorial (cabinas de degustación, formatos, lapiceros, tapers, vasos y marcador), olla arrocera, cucharas, cuchillos, mesas de acero inoxidable, bolsas de polietileno de alta densidad y jarra plástica.

D. Reactivos

Fenolftaleína ($C_2OH_{14}O_4$), Agua destilada, Etanol (C_2H_6O) 96°, Hidróxido de sodio 0.1N (NaOH), Ácido Sulfúrico concentrado (0.1N y 0.01N), Solución Sal de Amonio – tolueno, Éter de Petróleo o éter etílico, Timol y Ácido cítrico.

3.4. Métodos.

3.4.1. Obtención de Harina de Camote.

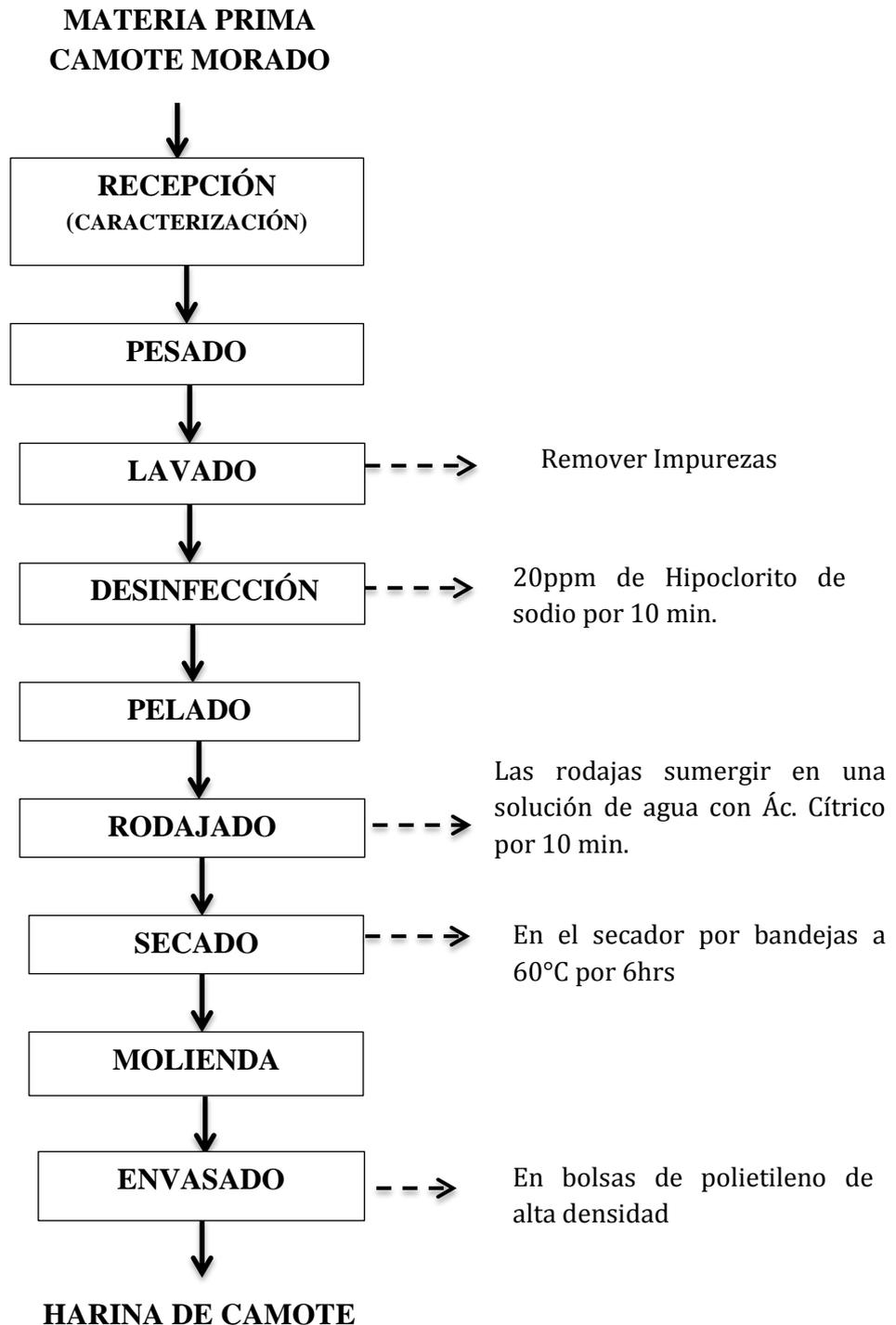


Figura 9. Diagrama de Flujo de la Producción de Harina de Camote

Fuente: Roquel, (2008).

A) Recepción y Pesado.

La materia prima (camote), proveniente del Valle de Santa, se transportó a las mesas de trabajo, que cumplan con las especificaciones requeridas (libre de daños) y se pesó.



Figura 10. Recepción de materia prima

B) Lavado.

En este proceso se procedió a lavar la materia prima (camote) con agua , para eliminar las impurezas.



Figura 11. Lavado de camote

c) Desinfectado.

Se realizó con una solución de hipoclorito de sodio a 60 ppm. Por 20 minutos.



Figura 12. Inmersión de camote en solución desinfectante de hipoclorito de sodio

D) Pelado.

Se pasa a retirar la piel del camote con ayuda de un cuchillo, en donde el rendimiento en pulpa fue de 80%.



Figura 13. Pelado de Camote

E) Rodajado.

Se cortó el camote en la rodajadora eléctrica (aproximadamente 0.3 mm de espesor) y, posteriormente fue ingresados al secador de bandejas.



Figura 14. Cortado del camote en rodajas

F) Inmersión.

Los camotes rodajados se sometió a una inmersión con ácido cítrico al 0.05%, para evitar el pardeamiento enzimático.

G) Secado.

Se lleva cabo en un secador de bandejas, a una temperatura del secador es de $50^{\circ}\text{C} \pm 3$.

Este proceso se realizo hasta que los pesos del producto se mantengan constantes, lo que significa que el producto se encuentra seco.



Figura 15. Muestra seca de camote

H) Molienda.

La materia prima una vez secada, pasara por un molino de martillos, el producto de la molienda debe ser un polvo fino que esté de acuerdo con las especificaciones de las harinas. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965.



Figura 16. Molienda de Camote

I) Envasado

El envasado es mediante una selladora que realiza un cierre hermético a través de calor en bolsas de polietileno.



Figura 17 pesado de harina de camote.

3.4.2. Obtención de Granos de Kiwicha.

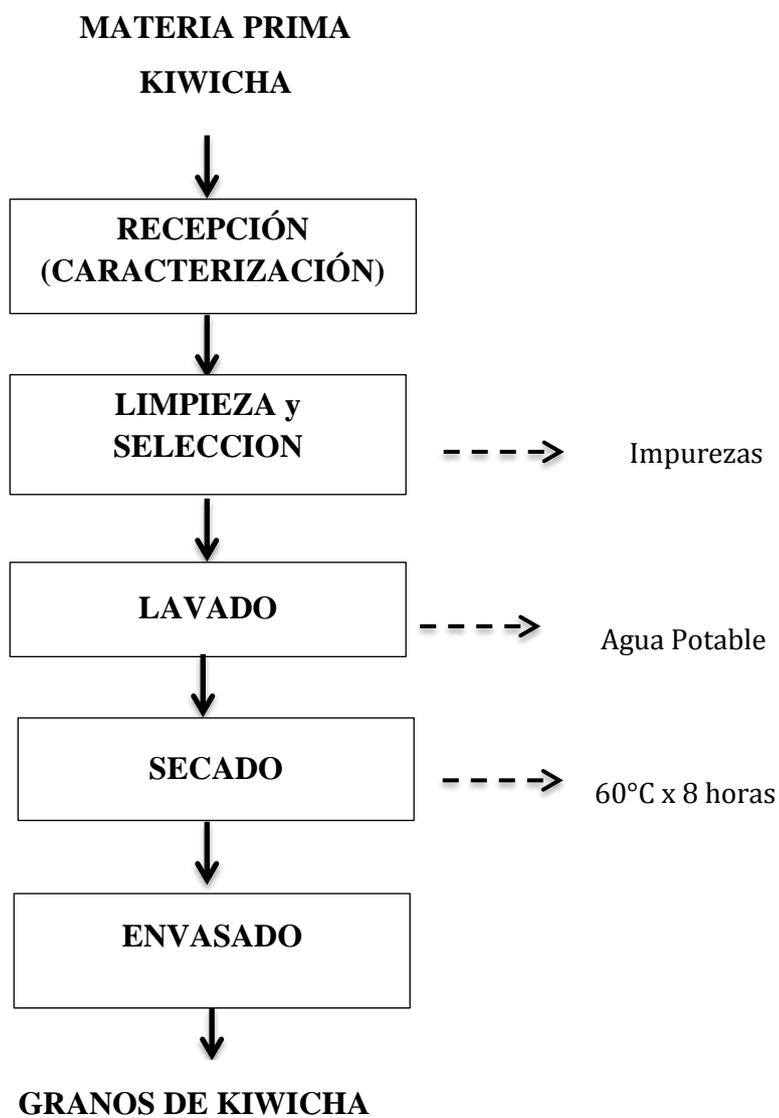


Figura 18 . Diagrama de flujo para la obtención de granos de Kiwicha

A) Recepción de materia prima

La materia prima (Kiwicha) se transportará a las mesas de trabajo y se pesará.



Figura 19. Recepción de materia prima

B) Limpieza y Selección

Se eliminará las piedras y, agentes contaminantes que se encuentren presentes en la materia prima.



Figura 20. Limpieza y selección

C) Lavado

Se realizaron un lavado de la materia prima, con agua para eliminar impurezas y polvo que se encuentre presente.

D) Secado

Se llevó a cabo en un secador de bandejas, donde se coloca el producto en bandejas, la temperatura del secador es de $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Este proceso se realizará hasta que los pesos del producto se mantengan constantes, lo que significa que el producto se encuentra seco.

E) Envasado

Fue mediante una selladora al que realiza un cierre hermético a través de calor en bolsas de polietileno de alta densidad.

3.4.2. Análisis Químico Proximal de Harina de Camote, Kiwicha entera.

La caracterización se realizó individualmente a la harina de camote. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la escuela de Agroindustria

A) Humedad:

Se determinará por el método de la estufa (AOAC, 1990). (ANEXO 2.1)

B) Grasa:

Se utilizó el equipo extractor de grasa marca FOSS tipo SOXTEC, usando hexano como solvente. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas (AOAC 963.15 2005) (ANEXO 2.2)

C) Ceniza:

Se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; siguiendo la metodología por la NTP 205.038: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas. (ANEXO 2.3)

C) Color:

Para determinar el color de la harina fue utilizado el colorímetro (marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de L*luminosidad (negro 0/ Blanco 100), a*(verde-/ rojo+) y b*(azul-/ amarillo +). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según (Minolta, 1993).

D) Fibra:

Para el análisis de la fibra dietética total (TDF) se empleó la metodología por la AOAC 985.29 y AACC 32-05 usando el sistema FOOS fibertec E. (ANEXO 2.4)

E) Proteína:

Se realizó según el método Oficial AOAC 2011.11. Método micro kjeldahl. (ANEXO 2.5)

F) Carbohidratos:

Se obtendrá por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por (COLLAZOS et al., 1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + G + P + F)$$

3.4.3. Producción de Snack

A) Formulación

La formulación de las mezclas para la elaboración de los alimentos extruidos tipo “Snack” se efectuó mediante la técnica de programación lineal a partir de un cereal y un tubérculo.

Este método resuelve el problema de combinación e interpretación sistemática entre las variables y requerimientos en tiempos breves, de esta manera se permite obtener la formulación que corresponde a las exigencias o restricciones propuestas.

La estructura del modelo de programación lineal (software STATGRAPHICS) consta, de dos partes que expresan algebraicamente el problema a resolver.

El primer paso a la formación del modelo de programación lineal fue seleccionar y definir las variables y coeficientes que conformaron la función objetivo que fueron materias primas que participan en la mezcla.

El segundo paso consistió en definir las restricciones considerando las siguientes:

- Contenido de aminoácidos esenciales existentes en la cantidad de proteína en comparación con el aminograma de la proteína referencia para preescolares (FAO, 1985), representados en la tabla 10.
- Porcentaje de proteínas que aportan cada materia prima de estudio , datos obtenidos de la (Tabla de Composición de Alimentos Peruanos ,1975)
- La mezcla debe presentar menos del dos por ciento del contenido graso , ya que este factor es importante para un óptimo proceso de extrusión

Tabla 15*Contenido de aminoácidos de los alimentos en el estudio y requerimientos (FAO)*

AMINOACIDOS ESENCIALES	KIWICHA (mg/g proteína)	CAMOTE (mg/g proteína)	PATRÓN FAO (mg/g proteína)
ISOLEUCINA	52	37	40
LEUCINA	46	55	70
LISINA	67	35	55
MET+CIS	35	17	35
FENIL+TIRO	35	39	60
TREONINA	51	38	40
TRIPTÓFANO	11	17	10
VALINA	45	45	50

Fuente: FAO/CIMS/ONU (1985) Necesidades de energía y proteínas . Serie N° 724; Institute of Medicine National Academy of Sciences. 2002 Purcel et al 1973; Li 1982.

3.4.4. Cálculo de cómputo químico de las formulaciones

Se realizó en base a las cantidades en gramos, de las proteínas en las 10 mezclas de harina de camote y Kiwicha. El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de niños (requerimiento preescolar) (FAO, 2007).

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

El score químico o cómputo químico se expresó como la cantidad (mg) de aminoácidos esenciales por gramo de la proteína en estudio, en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir, el patrón aminoácido establecido para el niño. El resultado se expresó de manera porcentual (FAO, 2007).

El valor más bajo es el que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se denomina "Primer limitante". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa (FAO, 2007).

3.4.5. Elaboración del Snack

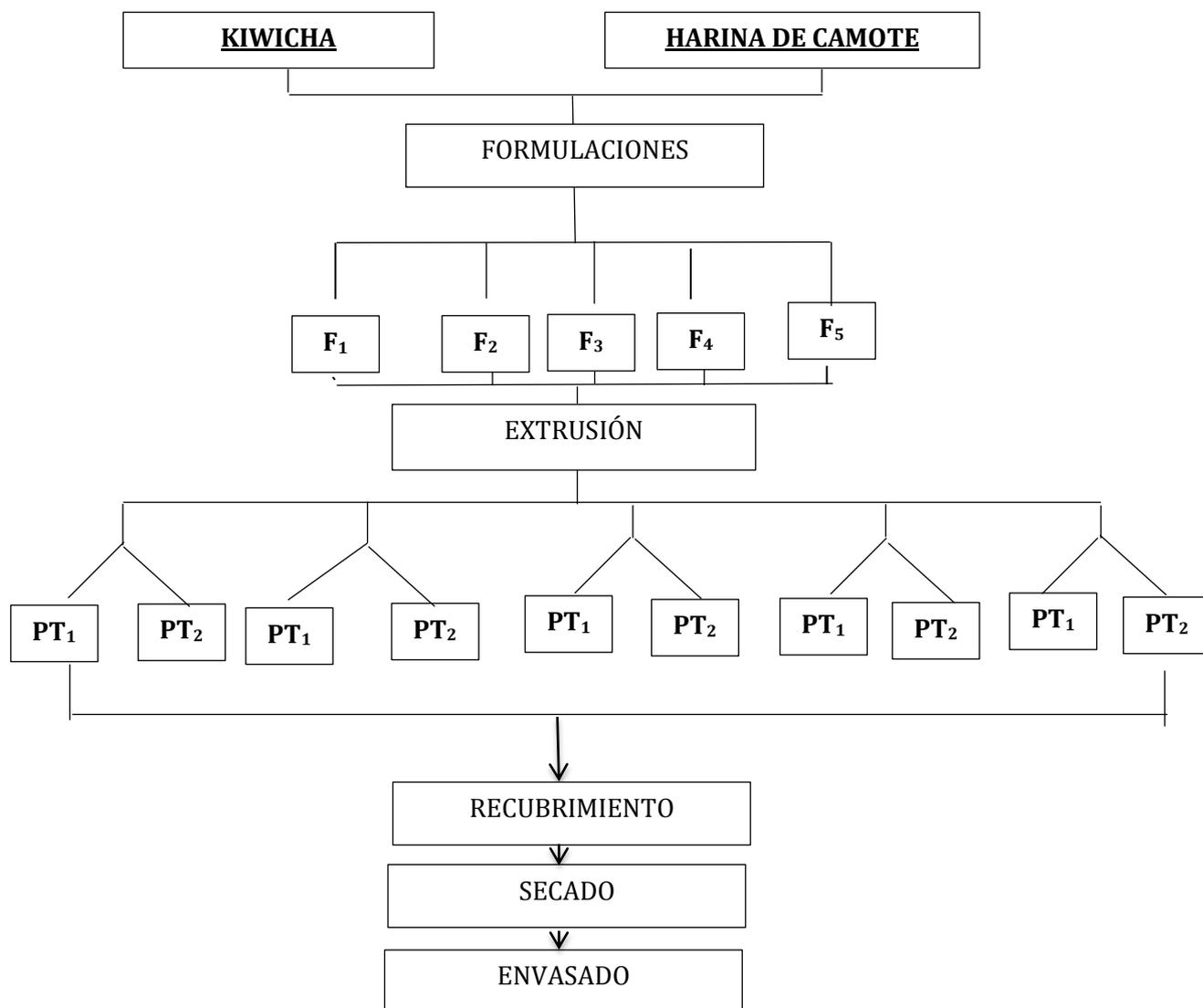


Figura 21. Esquema experimental empleado en la elaboración de snacks extruidos a partir de Kiwicha y harina de camote.

✓ **F₀= formulación**

Dónde: F1= K 50%: H.C 50%, F2= K 55%: H.C 45%, F3=K 60%: H.C 40%, F4= K 65%: H.C 35%, F5= K 70%: H.C 30%

✓ **PT₀= programa de temperatura**

Dónde: PT1= programa de temperatura uno y PT2= programa de temperatura dos.

A) Recepción De Las Materias Primas.

Se trabajó con Kiwicha en grano y harina de camote morado, pasando así a la clasificación y selección de las materias primas, para eliminar impurezas en cuanto a la Kiwicha eliminar (piedras, pajas, granos magullados) y, en el camote seleccionar (daños ocasionados por insectos, mezclas varietales, cortes, grietas).

Luego pesar y así obtener un resultado referencial para los rendimientos y procesos posteriores



Figura 22. Recepción de materia prima

B) Molienda.

Esta operación se efectuó al tubérculo camote, una vez que ya ha sido secado, mediante un molino de martillos.



Figura 23. Obtención de harina de camote

C) Acondicionamiento

Consiste en el pesado de las cantidades precisas de kiwicha en grano y harina de camote de las formulaciones propuestas, posteriormente el mezclado uniforme para ser llevado al extrusor.



Figura 24. Pesado de muestra

D) Extrusión

Se utilizó un extrusor cocinador de alta presión, de doble tornillo, teniendo en la matriz un orificio de 6 cm De diámetro. El extrusor se halla revestido con una cámara eléctrica.

Se trabajó con 2 programas (temperaturas dadas por la empresa, en las cuales encontramos un efecto y lo analizamos), de temperatura tabla 23, Atraves de experiencia de trabajo, llegamos a encontrar parámetros de equipo los cuales son: con un flujo de alimentación constante, una velocidad de tornillo de 380 rpm, caudal de agua de 10 cc/min, velocidad de cuchilla de 600 rpm. La muestra que ingresa al extrusor es transportada por el tornillo hacia la zona de alta presión y a medida que atraviesa la boquilla de salida, la presión decae, el agua de los extruidos se evapora y se obtiene extruidos expandidos de estructura porosa.

Tabla 16

Programación de temperaturas de trabajo en el extrusor de doble tornillo

PROGRAMA DE TEMPERATURAS °C	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
PT ₁	20	25	50	70	90	100	120
PT ₂	20	25	50	80	100	120	130

Leyenda:

R*_ = Resistencia Del Equipo

PT*_ = Programa De Temperatura (1 y 2)



Figura 25. Proceso de extrusión

E) Recubrimiento

Esta operación consistió en la preparación de Azúcar invertida (azúcar – agua – ácido cítrico) hasta formarse una miel y esta se utilizará como medio edulcorante para el snack. (ANEXO 4.1)



Figura 26. Preparación del recubrimiento

F) Secado

Una vez realizado el recubrimiento, se lleva el snack a bandejas para entrar en el secador por aprox. 20 min a una temperatura de 60 °C , con 15 Hrz, para lograr la consistencia y crocancia deseada.



Figura 27. Secado de snack con cobertura

G) Envasado

El producto elaborado fue envasado en bolsas de polipropileno de baja densidad y selladas para asegurar su conservación.



Figura 28. Envasado de muestras

3.4.6. Evaluación de Snack

A) Evaluación Sensorial.

Se utilizó la escala hedónica de 7 puntos, ver ficha en el ANEXO 4.2.1, en donde se determinó, sabor, olor, textura, color y aceptabilidad general. Empleando 30 panelistas como mínimo para ver el orden de preferencia o gusto de las distintas formulaciones presentadas de dicho producto.

B) Análisis de Características Físicoquímicas.

Se evaluó las características físicoquímicas, de los 10 tratamientos, los datos obtenidos fueron de textura, actividad de agua, porcentaje de humedad, expansión, índice de absorción de agua y índice de solubilidad de agua.

3.4.7. Evaluación del snack

- **Caracterización Químico –Proximal**

La caracterización se realizó tanto snack óptimo.

A) Humedad.

Se determinará por el método de la estufa (AOAC, 1990). (ANEXO 2.1)

B) Grasa.

Se utilizó el equipo extractor de grasa marca FOSS tipo SOXTEC, usando hexano como solvente. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005 (ANEXO 2.2)

C) Ceniza.

Se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; siguiendo la metodología por la NTP 205.038: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas. (ANEXO 2.3)

D) Fibra.

Para el análisis de la fibra dietética total (TDF) se empleó la metodología por la AOAC 985.29 y AACC 32-05 usando el sistema FOOS fibertec E. (ANEXO 2.4)

E) Proteína.

Se realizó según el método Oficial AOAC 2011.11. Método micro kjeldahl. (ANEXO 2.5)

G) Carbohidratos.

Se obtendrá por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por (COLLAZOS et al., 1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + G + P + F)$$

- **Caracterización Físicoquímica.**

Se evaluaron en función de los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

A) Expansión.

Se determinaron 10 gránulos de cada tratamiento óptimo, con la relación de diámetro del gránulo al diámetro del extrusor (2 mm) utilizando un calibrador digital. (Conway y Anderson, 1973). (ANEXO 3.1)

B) Textura.

Para este análisis se utilizará el Texturometro de marca BROOKFIELD, donde se midió el trabajo realizado (mj) en todo el ciclo de trabajo. (ANEXO 3.2)

C) Actividad de Agua.

Se utilizará el equipo de actividad de agua, ROTRONIC. (ANEXO 3.3)

D) Índice de Solubilidad de Agua.

Pesar 1.0 g. de Muestra molida de Snack extruido a base de Kiwicha y harina de camote y, colocar en los tubos de ensayo, se agregó 12. ml de agua destilada (se pesó en los tubos de centrifuga previamente tarados).

Luego se atemperó en Baño María a 30 °C sometiéndolo a agitación constante por 30 minutos, Llevar una centrifuga de 3 000 rpm por 10 minutos .Expresado como un porcentaje de los sólidos secos originales, es la cantidad de materia seca recuperada después de evaporar el s, sobrenadante de la determinación de la absorción de agua, se utilizó la siguiente fórmula: Salazar (Buelke, 1973) citado (Sandoval, 1993) (ANEXO 3.4)

$$\text{Indice de solubilidad en agua} = \frac{\text{gramos de sol. soluble (g)}}{\text{gramos de muestra (g)}}$$

E) Índice de Absorción de Agua.

Se pesó 2,5 g de muestra de harina del producto extruido y se agregó 30 ml de agua destilada (se pesó en los tubos de centrifuga previamente tarados). Luego se atemperó en Baño María a 30 °C sometiéndolo a agitación intermitente por 30 minutos, luego se colocó en una centrifuga de 3 000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se pasó a una placa petri previamente tarado y se tomó el peso del gel .

Es el peso del gel obtenido de muestra seca; fue originalmente desarrollado como una medida de la energía de esponjamiento o hinchamiento del almidón, para determinar el índice de absorción

que está dado por la siguiente fórmula: Método estandarizado por (Salazar, 1973; Sandoval, 1993) (ANEXO 3.4)

$$\text{Índice de absorción en agua} = \frac{\text{gramos de gel (g)}}{\text{gramos de muestra (g)}}$$

F) Vida útil

Para la determinación de la vida útil del snack óptimo se envasará utilizando bolsas de polipropileno, que ofrece una barrera al vapor de agua y gran variedad de aromas.

La vida útil se desarrolló comparando las características fisicoquímicas de los snack (humedad, textura y actividad de agua) análisis que te determinaban los cambios fisicoquímicos de estos.

La otra forma de evaluar fue por análisis sensorial (color, textura, sabor, olor y aceptabilidad general, para esto se necesitó la participación 10 panelista entrenados. (ANEXO 4.4)

A) Método matemático para determinar la vida útil, según Labuza (1999).

1. Determinar las sumatorias de X E y DE DATOS EXPERIMENTALES

$$\sum x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n \dots\dots\dots (2)$$

2. Determinar los promedios

$n = \# \text{ datos experimentales}$

$$\bar{x} = \sum_n X \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{Y} = \sum_n Y \dots \dots \dots (4)$$

3. Determinar las

$$\sum X^2 \quad Y \quad \sum Y^2$$

4. Determinar la

$$\sum XY$$

5. Determinar

$$\begin{aligned} \sum (X - Xp)^2 &= S_{XX} \\ \sum (X - Xp)(Y - Yp) &= S_{XY} \\ \sum (Y - Yp)^2 &= S_{YY} \end{aligned}$$

6. Determinar los datos de regresión b_0 y b_1 (coeficiente y pendiente)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x \dots \dots \dots (5)$$

\hat{y} -y estimando dado un X dado.

7. Luego fijar los datos experimentales de Y en f(x) con la ecuación (5)

DATOS EXP.	DATOS EXP.	DATOS AJUSTADOS	ERROR EXP.
X	Y	$\hat{Y} = b_0 + b_1 X$	$(Y - \hat{Y})(Y - \hat{Y})^2$
X_1	Y_1	\hat{Y}_1	$(Y_1 - \hat{Y}_1)(Y_1 - \hat{Y}_1)^2$
.	.	.	.
.	.	.	.
X_n	Y_n	\hat{Y}_n	$(Y_n - \hat{Y}_n)(Y_n - \hat{Y}_n)^2$

$$Sse = \sum (y - \hat{Y}_n)^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dónde:

Sse = Sumatoria de los cuadrados de errores experimentales.

8. Determinar el cuadrado medio del error MSe

$$MSe^2 = \frac{1}{(n-2)} \quad SSe = Se^2$$

$$\sqrt{MSe} = S = \frac{1}{(n-2)} SSe \dots\dots\dots (7)$$

9. Luego para determinar la vida util

$$X = \frac{(Y - b_0)}{b_1}$$

10. Para hallar los intervalos de confianza, para una regresión lineal del estimado $b_0 + b_1 X$. Los intervalos de líneas rectas han sido consideradas por Acten (1957); (Folks and Antle 1965), Dunn (1968) y otros. Para obtener $(1-\alpha)$ 100% nivel de confianza de intervalos Lineales Graybill y Bowden sugieren lo siguiente:

$$b_0 + b_1 x \pm Sdx \left[\frac{1}{\sqrt{n}} + \frac{1(x - \bar{x})^2}{\sum x^2} \right]$$

Donde d_α se encuentra en la tabla x-1 ; $|x - \bar{x}|$ significa que la diferencia de $(x - \bar{x})$ es siempre positivo.

G) Análisis Biológico

El trabajo de Investigación es de tipos experimental, empleándose 12 ratas machos de la cepa Wistar. Los criterios de inclusión son: ratas destetadas de 21 días de vida, procedentes de la misma camada.

Se evaluó las dos dietas Snack óptimos (PT1F5 y PT2F3), esta contenía netamente el snack, se empleó este estudio ya que esta dieta cumplía con el requerimiento diario de ingesta del aliento para ratas.

Se evaluaron 5 análisis los cuales son:

- Valor Biológico (VB)
- Determinación de la Relación de Eficiencia Proteica (PER)
- Digestibilidad Aparente (DA)
- Determinación de la Relación De Proteína (NPR)
- Determinación de la Utilización Neta De Proteína (NPU)

Cada evaluación se realizó con tres repeticiones. (ANEXO 4.5)

Este método se realizó según el manual de “Evaluación nutrición de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas” - UNALM. (Sotelo, 2012).

H) Análisis Microbiológico

El Reglamento Sanitario de los Alimentos define los criterios microbiológicos para distintos grupos de alimentos, donde la galleta entra en la categoría de panadería y pastelería, específicamente como productos farináceos para cóctel (“Snacks”). Para este tipo de alimento, el reglamento establece como parámetro el recuento de mohos, debido a la baja actividad de agua del producto, siendo el límite inferior 10 ufc/g y el límite máximo $1 \cdot 10^2$ ufc/g. Para determinar el recuento de mohos se enviaron muestras al Laboratorio Analab, quienes realizaron los análisis de acuerdo al método establecido por el Manual ISP de 1998. Este análisis se realizó a través de terceros ya que no se disponían de los recursos necesarios para hacerlo en la facultad.

Para determinar si nuestros snack óptimos están dentro de los parámetros establecidos de aceptabilidad en el análisis microbiológico, para el requerimiento de consumo, se realizó los siguientes análisis.

- *Aerobios Mesófilos Totales* : Según método ICMSF 1983.
- *Coliformes* : Según método ICMSF 1983.
- *Bacillus Cereus* : Según método ICMSF 1983.
- *Mohos, Levaduras*: Según método ICMSF 1983.
- *Salmonella*: UNE-EN ISO 6579:2003.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis Proximal de la Materia Prima.

4.1.1. Caracterización de Kiwicha.

Los valores de la composición centesimal están representados en la siguiente tabla:

Tabla 17

Composición porcentual de Kiwicha

COMPONENTES	KIWICHA*
HUMEDAD	11.49 ± 0.32
PROTEINA	13.9 ± 0.14
GRASA	7.3 ± 0.54
FIBRA	2.6 ± 0.64
CENIZAS	2.5 ± 0.24
CARBOHIDRATOS	62.21 ± 0.48

*Desviación estándar, n=3

Los valores de la composición porcentual están representados en la Tabla 18, nos indican que la Kiwicha tenía un porcentaje de 11.49% ± 0.32 Humedad y 2.5% ± 0.24 Cenizas los cuales cumplen con la normativa de R.M.N° 451-2006/MINSA.

✓ En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de la kiwicha (tabla 18) son similares a los reportados en Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (Reyes, 2009), con excepción del contenido de proteínas (13,09% ± 0.14) que es superior. Asimismo el contenido de grasa (7.3% ± 0.54) se encuentra en rango de 6,8 – 8% reportado por (Saunder, 1985).

También observamos que el contenido de carbohidratos (62,21% ± 0.48) se encuentra ligeramente bajo del rango establecido de 64 – 72% citado por (Huapaya ,1990). El valor de fibra (2.6%± 0.48) es inferior al rango 4 – 6% reportado por (Saunder, 1985).

4.1.2. Caracterización de la Harina de Camote.

Tabla 18

Composición porcentual de la harina de Camote.

COMPONENTES	CAMOTE FRESCO*	HARINA CAMOTE*
HUMEDAD	68.35 ± 0.23	6.07 ± 0.21
PROTEINA	1.40 ± 0.34	3.09 ± 0.13
GRASA	0.30 ± 0.36	1.32 ± 0.45
FIBRA	0.90 ± 0.24	2.64 ± 0.12
CENIZAS	1.0 ± 0.10	4.12 ± 0.45
CARBOHIDRATOS	28.05 ± 0.5	92.79 ± 0.64

*Desviación estándar, n=3

- ✓ Los valores de la composición porcentual están representados en la Tabla 19, nos indican que la harina de camote tenía un porcentaje de 6.07% ± 0.21 Humedad y 4.12% ± 0.45 Cenizas los cuales cumplen con la normativa de R.M.N° 451-2006/MINSA, los resultados son similares a los reportados en Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (Reyes, 2009), aunque tienen un ligero de proteína (3.09% ± 0.13) a comparación de las Tablas de Composición de Alimentos (Reyes, 2009), en fibra encontramos en un mayor porcentaje (2.64% ± 0.12) que en la investigación según (Sing y Villalobos, 2016).

4.2. Análisis Físicoquímico

4.2.1. Colorimetría de la kiwicha y Harina de Camote.

▪ Kiwicha

Los resultados del análisis de color de la kiwicha y harina de camote se describen a continuación.

Tabla 19

Colorimetría de Kiwicha.

Materia Prima	Kiwicha*
Luminosidad (L)	81.27 ± 0.02
a*	3.30 ± 0.46
b*	26.93 ± 0.88
Cromacidad	27.14 ± 0.93
Angulo de Tonalidad (h)	92.24 ± 0.67

*Desviación estándar, n=3

- ✓ El valor presentado de b* (26.93 ± 0.8801) en el Tabla 20, muestra la tendencia al color de amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides y el valor de a*(3.30 ± 0.46) una tendencia al color verde. El ángulo de tonalidad fue de 92.2375 ± 0.67, que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (amarillo - verde), con una tendencia amarillo. La cromacidad presento un valor de 27.14 ± 0.93.

▪ **Harina de Camote**

Tabla 20

Colorimetría de Harina de camote.

Materia Prima	Harina de camote*
Luminosidad (L)	80.95 ± 0.54
a*	3.09 ± 0.06
b*	26.77 ± 0.05
Cromacidad	26.74 ± 0.41
Angulo de Tonalidad (b)	92.68 ± 0.05

*Desviación estándar, n=3

- ✓ El valor presentado de b* (26.77 ± 0.05) en el Tabla 21, muestra la tendencia al color de amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides y el valor de a* (3.09 ± 0.06) una tendencia al color verde. El valor de L* (80.95 ± 0.54) indica una harina clara, la cromacidad presento un valor de 26.95 ± 0.41 , el ángulo de tonalidad presento un valor de 92.68 ± 0.05 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (amarillo - verde) y la cromacidad es de 26.74 ± 0.42 .

4.3. Producción de snack.

4.3.1. Formulaciones propuestas para los snack a extruir.

En la siguiente tabla se muestra las formulaciones obtenida por el programa

Tabla 21

Formulaciones propuestas para los snack a extruir.

COMPONENTES (%PESO SECO)	PT1		PT2	
	KIWICHA (%)	HARINA DE CAMOTE (%)	KIWICHA (%)	HARINA DE CAMOTE (%)
FORMULACIÓN F1	50	50	50	50
FORMULACIÓN F2	55	45	55	45
FORMULACIÓN F3	60	40	60	40
FORMULACIÓN F4	65	35	65	35
FORMULACIÓN F5	70	30	70	30

PT1=programa de temperatura 1.

PT2=programa de temperatura 2.

Se realizó la estructura del modelo de programación lineal en el software (STATGRAPHICS) en la formulación, obteniendo así las mezclas para la elaboración de los alimentos extruidos tipo “snack” de Kiwicha – harina de camote.

F1: KIWICHA – HARINA DE CAMOTE(50/50)

F2: KIWICHA – HARINA DE CAMOTE(55/45)

F3: KIWICHA – HARINA DE CAMOTE(60/40)

F4: KIWICHA – HARINA DE CAMOTE(65/35)

F5: KIWICHA – HARINA DE CAMOTE(70/30)

Estas se elaboraron usando 2 programas de temperatura, el cual tienen el fundamento de trabajar bajo a un programa de temperatura de 7 resistencia como se observa en la *Tabla 17*, siendo estas de menor a mayor.

4.4. Cálculo del Cómputo Químico de las Formulaciones

4.4.1. Score Químico para formulaciones propuestas.

- ✓ Se calculó el cómputo químico de las diferentes mezclas de kiwicha y harina de camote, se usó como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU (1985) (mg. AA/g proteína). Los resultados se muestran en la *tabla 23*. Los valores obtenidos son cálculos teóricos, que se obtuvieron a partir de la composición de aminoácidos de la Kiwicha y Harina De Camote que se reportan en la bibliografía (FAO, 1985).
- ✓ En la kiwicha el balance de aminoácidos está cercano al requerido para la nutrición humana y su aminoácido más limitante es la leucina que permite que la proteína de *A. caudatus* se absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según las variedades. El cómputo aminoacídico es de 86% en *A. hypochondriacus* y de 77% en *A. cruentus*. Se puede apreciar el alto valor biológico de su proteína comparándola con los cómputos químicos de la proteína del trigo (73%) y soya (74%), mientras que las proteínas de origen animal no tienen aminoácidos limitantes. Lo que destaca de la proteína del Amaranto, es su alto contenido en lisina comparado con otros cereales, lo que permite una excelente complementación aminoacídica con las proteínas de maíz, arroz y trigo (FAO, 1985).
- ✓ La proteína de la kiwicha se encuentra principalmente en el embrión (65%), a diferencia de otros cereales como maíz, arroz y soya que presentan sobre el 80% de la proteína en el endosperma (Bressani, 1989). Además, existe una importante variación en el contenido de proteína en diferentes especies de amaranto. La semilla de amaranto contiene entre 5 y 8% de grasa y su aceite es reconocido por ser la fuente vegetal con mayor concentración de

escualeno, aproximadamente 6% (Lyon y Becker, 1987; Rayas-Duarte y Joeb, 1992). Los principales ácidos grasos presentes en el aceite de amaranto son el ácido oleico y el ácido linolénico (Cuadro 14). También contiene gran cantidad de minerales, principalmente calcio, magnesio y hierro (FAO, 2000).

- ✓ Podemos destacar que el camote contiene gran cantidad de almidón, vitaminas, fibras (celulosa y pectinas) y minerales, destacándose entre estos el contenido de potasio. En valor energético supera a la papa y en vitaminas se destaca por la provitamina A (betacaroteno) y las B1, C (ácido ascórbico) y E (tocoferol). Cuanto más amarillenta es su raíz, más betacaroteno posee, por eso el camote con esta coloración son muy utilizadas en Asia y África para reducir la deficiencia de vitamina A en los niños. Su sabor dulce se lo debe a la sacarosa, la glucosa y la fructosa (Martí et al., 2010).

- ✓ El camote es una raíz, si bien no posee altos contenidos de proteína, sí es importante en contenido de lisina. Por esto es que se la utiliza como complemento de algunas harinas de cereales. Su contenido de lípidos es bajo. Sus ácidos grasos principales son el linoleico, el oleico, el esteárico y el palmitoleico. Posee gran cantidad de fibra digerible, que acelera el tránsito intestinal, previene el cáncer de colon, controla el nivel de glucosa, reduce el nivel de colesterol y produce sensación de saciedad (Martí et al., 2011).

Tabla 22*Score químico para formulaciones propuestas.*

FORMULACIONES															
Componentes	F1	F2	F3	F4	F5										
% kiwicha	50	55	60	65	70										
% Harina de camote	50	45	40	35	30										
CANTIDAD DE AMINOACIDOS ESCENCIALES (mg/g proteína)											SCORE QUÍMICO (mg/g proteína)				
AMINOACIDOS ESCENCIALES (AA)	PATRÓN FAO (mg/g proteína)	KIWICHA	CAMOTE	F1	F2	F3	F4	F5	KIWICHA	CAMOTE	F1	F2	F3	F4	F5
ISOLEUCINA	40	52	37	50.81	51.01	51.19	51.34	51.47	130.00	92.50	127.03	127.54	127.97	128.34	128.67
LEUCINA	70	46	55.0	46.71	46.59	46.49	46.40	46.32	65.71	78.57	66.73	66.56	66.41	66.28	66.17
LISINA	55	67	35	64.47	64.90	65.27	65.58	65.86	121.82	63.64	117.21	118.00	118.67	119.24	119.75
MET+CIS	35	35	17	33.58	33.82	34.02	34.20	34.36	100.00	48.57	95.93	96.62	97.21	97.73	98.17
FENIL+TIRO	60	35	39	35.32	35.26	35.22	35.18	35.14	58.33	65.00	58.86	58.77	58.69	58.63	58.57
TREONINA	40	51	38.0	49.97	50.15	50.30	50.43	50.54	127.50	95.00	124.93	125.36	125.74	126.06	126.35
TRIPTÓFANO	10	11	17.0	11.47	11.39	11.33	11.27	11.21	110.00	170.00	114.75	113.94	113.25	112.65	112.13
VALINA	50	45	45.0	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
PROTEINA															
MEZCLA (mg/g)	360	342	283	337.33	338.12	338.80	339.39	339.90	803.37	703.28	795.45	796.79	797.94	798.94	799.81

Fuente: FAO/CIMS/ONU(1985) Necesidades de energia y proteinas . Serie N° 724; Institute of Medicine.National Academy bof Sciences.2002. Purcell et al 1973;Li 1982.

- ✓ En la *Tabla 23* se observa el perfil de aminoácidos de la mezcla Kiwicha/harina de camote extrudida y el puntaje químico correspondiente, calculado según los datos de composición aminoacídica y el patrón sugerido por la FAO de requerimiento de aminoácidos (mg/ g de proteína) para niños de 2 a 5 años de edad (Institute of Medicine, 2010). Considerando que el contenido de proteínas está compuesto de aproximadamente un 60% de proteínas de kiwicha y un 40% de proteínas de harina de camote, esta proporción se encuentra en el rango recomendado para obtener el máximo de complementación aminoacídica.

- ✓ De la mezcla K/HC (kiwicha/Harina de Camote: 60/40) + Proteína de referencia: patrón FAO para niños de 2 a 5 años. Siendo el Aminoácidos limitantes (Leucina, fenilalanina+tirosina). Se sostiene que, en la especie humana, como en la mayor parte de los animales, la única fuente del grupo amino son los propios aminoácidos, que deben formar parte, por tanto, de la alimentación, incluidos en la proteína de la dieta. Así el organismo es capaz de utilizar el grupo amino de algunos aminoácidos para sintetizar los aminoácidos por transaminación (Mataix, 2002).

4.5. Análisis fisicoquímicos

4.5.1. Resultados de la Textura

Tabla 23

Análisis de varianza para textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	2586.18	4	646.545	3.21	0.0303
B:TEMPERATURA	519.975	1	519.975	2.58	0.1212
RESIDUOS	4833.68	24	201.403		
TOTAL (CORREGIDO)	7939.83	29			

Se presenta el ANOVA para textura, en donde se observa que un valor $P < 0.05$, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre TEXTURA con un 95.0% de nivel de confianza.

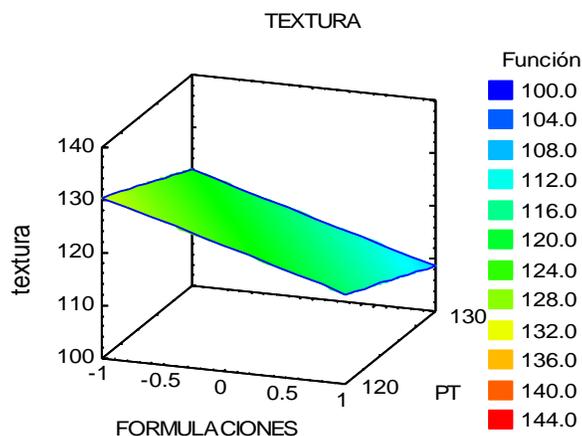


Figura 29. Gráfico de superficie respuesta de textura.

En la Figura 29, se muestra el gráfico de superficie respuesta –textura en función de variables independientes. Observamos que a menor valor (100 mJ), se da con un programa de temperatura mayor (PT2=130°C), con una formulación número 5 (70:30), pero pasa lo contrario cuando se trabaja con el

programa de temperatura baja (PT1=120°C), pues la textura tiende a ser mayor (144 mJ), con una formulación numero 1 (50:50).

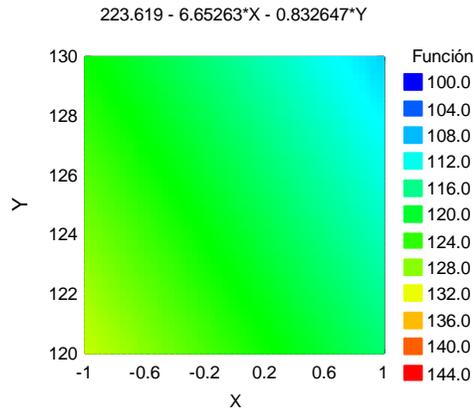


Figura 30. Gráfico de contorno – textura, con variable independiente: x= formulaciones, Y= programa de temperaturas.

- ✓ Con estos resultados podemos inferir que a menor trabajo realizado por el equipo texturometro (textura en mJ), tenemos un producto de mejor calidad; también influye mucho la temperatura es por ellos que con el PT2 = 130°C , tenemos cantidad de trabajo menor, esto se lleva porque El almidón (amilasa y amilopectina) y los azúcares reductores por su parte, ejercen un efecto marcado sobre la textura del producto dependiendo de las características de gelatinización del almidón y de las interacciones que puedan originarse entre los grupos reactivos de los azúcares y de las proteínas (Kinsella, 1976).

4.5.2. Resultados de Índice de expansión:

Tabla 24
Análisis de varianza el índice de expansión.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	0.423987	4	0.105997	1.65	0.1943
B:TEMPERATURA	0.223603	1	0.223603	3.48	0.0743
RESIDUOS	1.54135	24	0.0642228		
TOTAL	2.18894	29			

(CORREGIDO)

Se presenta el ANOVA para índice de expansión, en donde se observa que ningún valor $P < 0.05$, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre EXPANSION con un 95.0% de nivel de confianza.

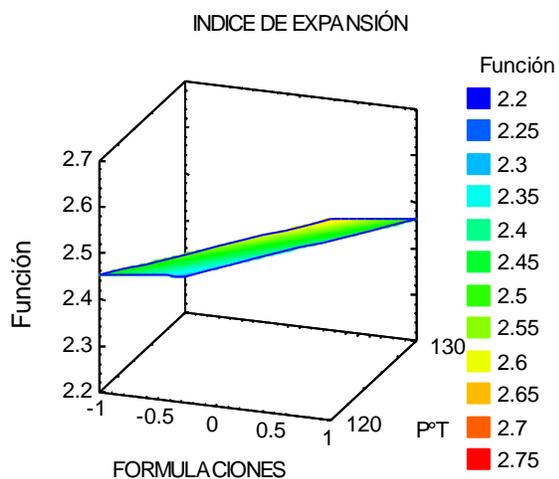


Figura 31. Superficie respuesta índice de expansión, con respecto a las 5 formulaciones con los dos programas de temperaturas.

Nos hace referencia a menor índice de expansión mayor temperatura, en una mezcla de mayor % de Kiwicha (70:30); y menor programa de temperatura (PT1= 120°C), mayor índice de expansión en una mezcla de %50 de Kiwicha y harina de camote.

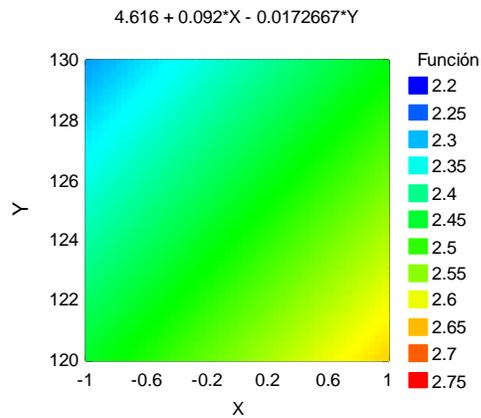


Figura 32. Gráfico de contorno del índice de expansión, en función a: X = Formulaciones, Y = Programa de temperaturas

- ✓ Nos dicen que el poder de hinchamiento de los almidones es una propiedad de su contenido de amilopectina, siendo la amilosa un diluyente e inhibidor del hinchamiento (Cheng et al., 1996). En este caso el camote tiene un porcentaje de con un contenido de amilosa de 21% y el amaranto tienen un elevado contenido de amilopectina (Betancur-Ancona et al., 2001). En los procesos de extrusión importa mucho el almidón porque promover la expansión de los gránulos y facilitar la unión de los ingredientes en la mezcla de alimentación (Chinnaswamy, 1993).

4.5.3. Resultados del Porcentaje de Humedad:

Tabla 25

Análisis de varianza para humedad %.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	2.46119	4	0.615297	4.56	0.0070
B:TEMPERATURA	1.45099	1	1.45099	10.75	0.0032
RESIDUOS	3.23959	24	0.134983		
TOTAL (CORREGIDO)	7.15177	29			

Se presenta el ANOVA para porcentaje de humedad, en donde se observa 2 valores $P < 0.05$, (0.0070) y (0.0032) estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre HUMEDAD con un 95.0% de nivel de confianza.

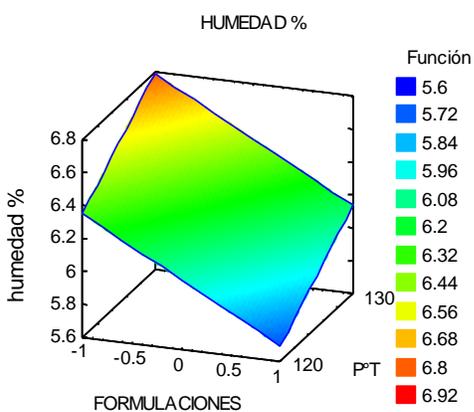


Figura 33 Gráfico de superficie respuesta de % de humedad según las variables dependientes.

Se muestra el gráfico de superficie respuesta de % de humedad según las variables dependientes. A mayor programa de temperatura de extrusión (PT2 = 130°C) menor porcentaje de humedad, en una mezcla de (70:30), pero también tiene un valor intermedio (6.35 %) en unas mezclas (60:40) y un valor

máximo (%7.25) con una temperatura alta (130°C) con una mezcla (50:50) Kiwicha y h. camote respectivamente

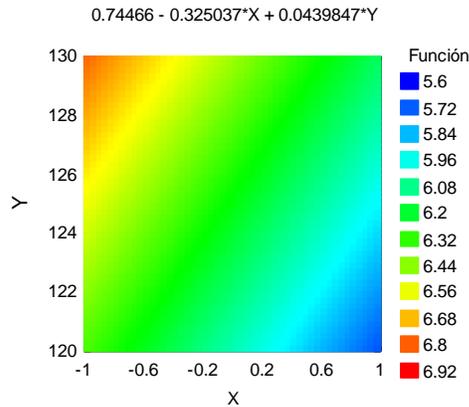


Figura 34 . Gráfico de contorno % humedad, en función de X = Formulaciones, Y = Programa de temperatura.

- ✓ En la extrusión el producto se ha ido humedeciendo a través de una conexión directa medida por un caudalímetro (parámetro establecido de 10 ml/min) y la temperatura se va incrementando por el por la programación dada R1=20°C y la R7= 120°C y 130°C, que asegura las condiciones de fricción y cizallamiento adecuado. El agua es sometida a temperaturas muy superiores a las de su vaporización, pero permanece en estado líquido porque se encuentra sometida a elevadas presiones (varias decenas de atmósferas). En el momento en que el producto sale por el agujero de la matriz, el agua que está íntimamente mezclada con el producto sufre un brusco cambio de presión y se evapora instantáneamente. Es por ello que el producto sufre una expansión y las cadenas proteicas así como las de almidón son modificadas, aumentando la superficie y haciéndose más atacable por los enzimas, con lo que el producto se hace más digestible (Valls, 1993).

4.5.4. Resultados de Actividad de agua

Tabla 26 Análisis de varianza para actividad de agua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	0.0251262	4	0.00628155	4.88	0.0050
B:TEMPERATURA	0.00250253	1	0.00250253	1.94	0.1759
RESIDUOS	0.0308805	24	0.00128669		
TOTAL	0.0585092	29			

(CORREGIDO)

Se presenta el ANOVA para actividad de agua, en donde se observa Puesto que un valor P <0.05 (0.0050), este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre AW con un 95.0% de nivel de confianza.

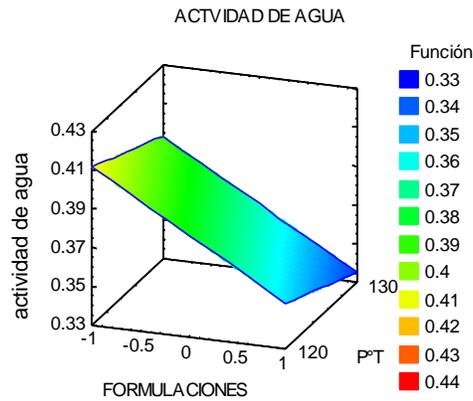


Figura 35. Grafico superficie respuesta de actividad de agua, relación entre formulaciones y programa de temperatura.

Observamos que a menor actividad de agua, sucede con una temperatura baja (PT1=120 °C) con una mezcla de Kiwicha y h. de camote en proporciones (70:30) y mayor a actividad de agua mayor temperatura (PT2=130°C) de extrusión con una formulación en proporciones de (50:50).

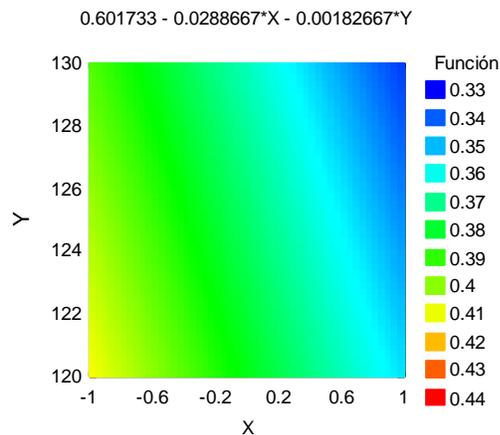


Figura 36 . Gráfico de contorno de Actividad de Agua, en función de: X= Formulaciones, Y=Programa de temperaturas.

- ✓ Según Silva et al. (2013) la Norma Técnica Peruana, dice si la actividad de agua inferior a 0,60 como los dulces, el chocolate, la miel, los fideos, las galletas, las papas fritas, las verduras secas, huevos y leche en polvo. Los microorganismos no se multiplican por debajo de una actividad de agua de 0,60 pero pueden permanecer vivos durante largos períodos de tiempo. Esto hace referencia a los resultados obtenidos, teniendo como máximo valor a un 0.44 en el programa menor temperatura (PT1=120°C).

4.5.5. Resultados de Índice de absorción de agua

Tabla 27

Análisis de varianza para absorción de agua.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	0.815765	4	0.203941	2.65	0.0581
B:TEMPERATURA	0.0450758	1	0.0450758	0.59	0.4517
RESIDUOS	1.8483	24	0.0770126		
TOTAL (CORREGIDO)	2.70914	29			

Se presenta el ANOVA para índice de absorción de agua, en donde se observa que ningún valor $P < 0.05$, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre índice de absorción de agua, con un 95.0% de nivel de confianza.

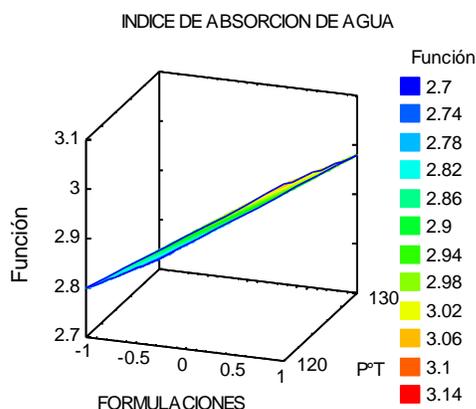


Figura 37. Grafico absorción de agua en función a las variables dependientes formulación y programa de temperaturas.

Se muestra el gráfico absorción de agua en función a las variables dependientes formulación y programa de temperaturas, observamos que hay menor índice de absorción de agua (2.5) con menor programa de temperatura (PT1=120°C) con

una formulación en proporciones de (50:50) Kiwicha y h. de camote; un valor intermedio (3.0) con una formulación en proporciones de (50:50) Kiwicha y h. camote, como también tiene un valor mayor (3.6) con un programa de temperatura mayor (PT2=130°C) y una formulación en proporciones de (70:30) Kiwicha y h. camote.

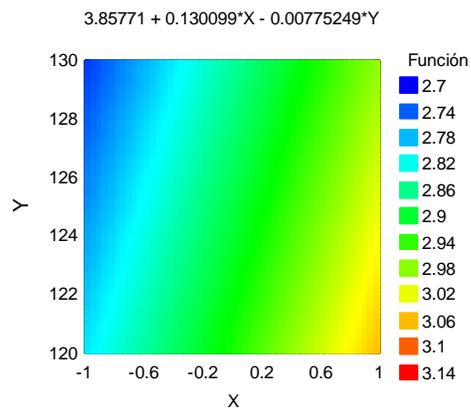


Figura 38. Gráfico de contorno índice de absorción de aguade los 10 tratamientos, en función de X=Formulaciones, Y=Programa de temperaturas.

4.5.6. Resultados de Índice de solubilidad de agua

Tabla 28

Análisis de varianza para índice de solubilidad de agua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACIONES	0.170764	4	0.042691	2.51	0.0682
B:TEMPERATURA	0.0205149	1	0.0205149	1.21	0.2826
RESIDUOS	0.407583	24	0.0169826		
TOTAL (CORREGIDO)	0.598861	29			

Se presenta el ANOVA para índice de solubilidad de agua, en donde se observa que ningún valor $P < 0.05$, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre índice de solubilidad de agua con un 95.0% de nivel de confianza.

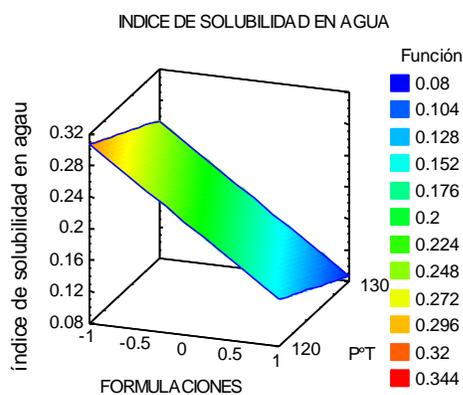


Figura 39. Grafico superficie respuesta de índice de solubilidad de agua

En la Figura, se muestra el gráfico superficie respuesta de índice de solubilidad de agua. Observamos que a mayor programa de temperatura ($PT_2=130^\circ C$), menor índice de solubilidad (0.0) con una formulación de (k: HC 70:30), tiene un valor intermedio en índice de solubilidad en agua (0.15) en una mezcla de

(50:50) y llega este a un valor máximo cuando se trabaja con un programa de temperatura baja (PT1=120°C) con una formulación de 50:50.

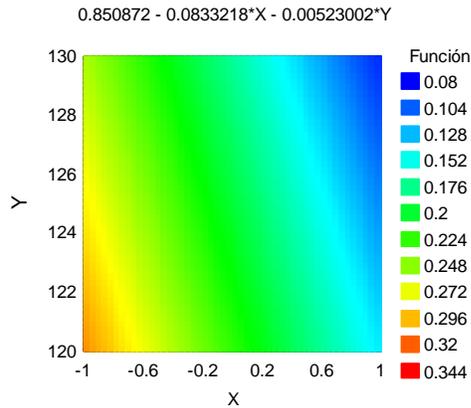


Figura 40 . Gráfico de contorno de índice de solubilidad de agua, en función a las variables independientes: X=Formulaciones, Y=Programas de temperaturas.

- ✓ En los valores índice de absorción de agua (WAI) y índice de solubilidad de agua (WSI) que la capacidad de las partículas hinchadas gelificadas mantienen su integridad, en dispersión acuosa (Anderson, 1982; Mason y Hosoney, 1986). La estabilidad al agua en extruidos es una de las medidas más importantes porque ayuda a reducir la lixiviación de nutrientes causada por la desintegración de Mejora el rendimiento general de una alimentación acuosa (Bandyopadhyay y Rout, 2001). Esto es apoyado por (Anderson et al. 1969) afirmó que la WAI puede usarse como índice de gelatinización, por lo que el hallazgo muestra que el valor de la WAI aumentó a medida que el dado temperatura se elevada. Asimismo, la degradación del componente molecular se reduce a medida que la temperatura del extrusor aumenta, como se ve en WSI (Kirby et al., 1988).

4.6. Análisis Sensorial.

Las pruebas de aceptabilidad están destinadas a medir cuanto agrada o se desagrada un producto. Para determinar el nivel de agrado de las formulaciones de snack propuesto, realizadas con 2 programas de temperatura PT1 y PT2, se le sometió a una prueba de aceptabilidad cuya escala estructurada fue de 7 puntos y siendo las alternativas de respuestas las siguientes: “me gusta mucho”, “me gusta poco”, “me gusta moderadamente”, “no me gusta ni me disgusta”, “me disgusta poco” “me disgusta moderadamente” “me disgusta mucho”. El análisis se realizó con 35 panelistas Semi- entrenados, obteniendo los siguientes resultados en los atributos aceptabilidad fueron:

4.5.1. Aceptabilidad Atributo Color

El color es una característica que define directamente la aceptación del producto, por lo que en nuestra investigación este debió ser uniforme, de color dorado característico de un snack, sin presentar partes de color marrón demasiado quemado o muy blanco que esté crudo.

Tabla 30

Análisis de varianza para el atributo Color.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft
Formulación	4	0.27429	0.0685713	0.052740297	2.37
P. Temperaturas	1	1.00000	0.2857140	0.21975159	
Form * Trat	4	8.800001	2.2000003	1.69208913	
Error	340	442.05714	1.3001681		
Total	349	452.13143			

Realizado el análisis de varianza para el atributo color (%) se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de kiwicha y harina de camote, presentaron diferencia estadística de manera significativa.

- Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Duncan para tratamientos al 5%.

Tabla 29

Comparación de medias Duncan.

	T10	T3	T4	T7	T6	T2	T9	T1	T8	T5
T10		0.03	0.09	0.09	0.14	0.29	0.34	0.40	0.40	0.46
T3			0.06	0.06	0.11	0.31	0.31	0.37	0.37	0.43
T4				0.00	0.06	0.20	0.26	0.31	0.31	0.37
T7					0.06	0.20	0.26	0.31	0.31	0.37
T6						0.14	0.20	0.26	0.26	0.31
T2							0.06	0.11	0.11	0.17
T9								0.06	0.06	0.11
T1									0.00	0.06
T8										0.06
T5										

Tabla 30

Significancia de comparación de medias Duncan

T10	T3	T4	T7	T6	T2	T9	T1	T8	T5
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

De las siguientes tablas se puede determinar que hay significancia en las formulaciones F8 que está compuesta de (60%kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70%kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C

En la siguiente figura se presenta las formulaciones extruidas usando el programa de temperatura PT1=120°C y PT2=130°C, para ver el grado de aceptabilidad con el grafico de histograma

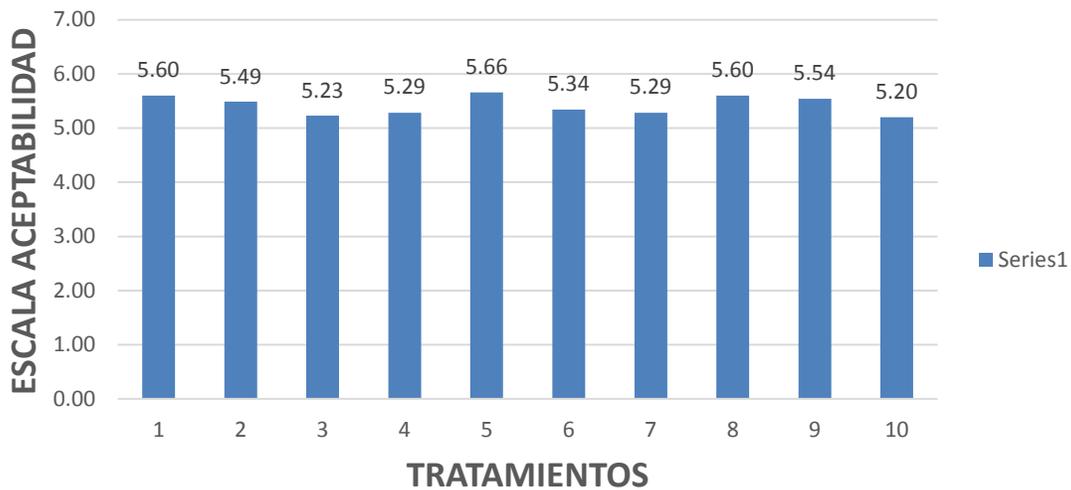


Figura 41 Histograma aceptabilidad del atributo Color

Dónde:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT1f1	PT1f2	PT1f3	PT1f4	PT1f5	PT2F1	PT2f2	PT2f3	PT2f4	PT2f5
K50%	K55%	K60%	K65%	K70%	K50%	K55%	K60%	K65%	K70%
/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%	/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%

El color es una característica que define directamente la aceptación del producto, por lo que en nuestra investigación este debió ser uniforme, de color dorado característico de un snack, sin presentar partes de color marrón demasiado quemado o muy blanco que esté crudo ,en la *Figura 41* se presenta como mejor resultado en lo que respecta al color, tratamiento 5 (70%kiwicha – 30% harina de camote) del PT1 y, el tratamiento T3 (60%kiwicha – 40% harina de camote) del PT2, en lo que respecta al color.

- ✓ se aprecia que en el Snacks con mayor porcentaje de kiwicha tienes aceptabilidad, el color es más uniforme, mientras que el que tiene menos porcentaje de kiwicha, tiene un color más oscuro este aspecto general se debe principalmente a la de harina de camote empleada, la cual es de color oscuro (Anzaldua, 1994).

4.5.2. Aceptabilidad Atributo Olor.

Tabla 31

Análisis de varianza para el atributo Olor (%)

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft
Formulación	4	4.000000	1.000000	0.79598662	2.37
P. Temperaturas	1	0.182857	0.182857	0.14555184	
Form * Trat	4	40.102857	10.025714	7.98033442	
Error	340	427.142857	1.256303		
Total	349	471.429			

Realizado el análisis de varianza para el atributo olor (%) se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de kiwicha y harina de camote, presentaron diferencia estadística de manera significativa.

Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Duncan para tratamientos al 5%.

Tabla 32*Comparación de medias Duncan*

	T10	T7	T1	T3	T5	T6	T2	T8	T9	T4
T10		0.00	0.11	0.14	0.20	0.20	0.26	0.29	0.40	0.40
T7			0.11	0.14	0.20	0.26	0.26	0.29	0.40	0.40
T1				0.03	0.09	0.09	0.14	0.17	0.29	0.29
T3					0.06	0.06	0.11	0.14	0.26	0.26
T5						0.00	0.06	0.09	0.20	0.20
T6							0.06	0.09	0.20	0.20
T2								0.03	0.14	0.14
T8									0.11	0.11
T9										0.00
T4										

Tabla 33*Significancia de comparación de medias Duncan*

T10	T7	T1	T3	T5	T6	T2	T8	T9	T4
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

De las siguientes tablas se puede determinar que hay significancia en las tratamiento T4 que está compuesta de (65% kikicha-35% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T4 que está compuesta de (65% kiwicha-35% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C.

En la siguiente figura se presenta las formulaciones extruidas usando el programa de temperatura PT1=120°C y PT2=130°C, para ver el grado de aceptabilidad con el grafico de histograma.

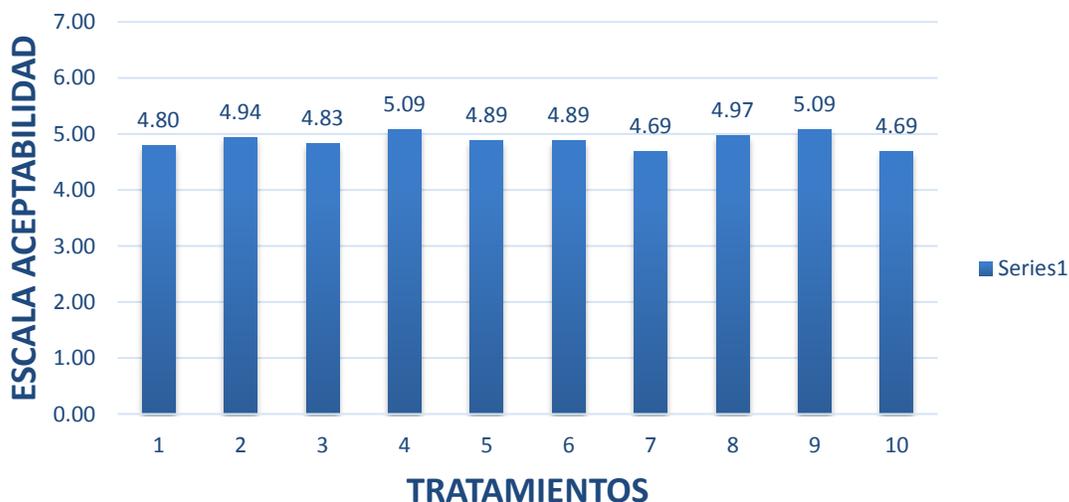


Figura 42 Histograma aceptabilidad del atributo olor

Dónde:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT1f1	PT1f2	PT1f3	PT1f4	PT1f5	PT2F1	PT2f2	PT2f3	PT2f4	PT2f5
K50%	K55%	K60%	K65%	K70%	K50%	K55%	K60%	K65%	K70%
/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%	/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%

El olor es una característica que define directamente la aceptación del producto, por lo que en nuestra investigación éste debió ser uniforme, de olor agradable característico de un snack, en la Figura 42 se presenta como mejor resultado en lo que respecta al Olor, en las tratamiento T4 que está compuesta de (65%kikicha-35% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T4 que está compuesta de (65%kiwicha-35% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C.

4.5.3. Aceptabilidad atributo Sabor.

Tabla 34

Análisis de varianza para el atributo Sabor (%).

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft
Formulación	4	10.66857	2.66714	1.64740994	2.37
P. Temperaturas	1	0.07143	0.07143	0.04411917	
Form * Trat	4	14.14286	3.53571	2.18389907	
Error	340	550.45714	1.61899		
Total	349	575.340			

Realizado el análisis de varianza para el atributo Sabor (%) se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de kiwicha y harina de camote, presentaron diferencia estadística de manera significativa.

Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Duncan para tratamientos al 5%

Tabla 35

Comparación de medias Duncan.

	T7	T2	T3	T10	T1	T6	T9	T4	T8	T5
T7		0.03	0.06	0.17	0.26	0.46	0.46	0.57	0.71	0.74
T2			0.03	0.14	0.23	0.43	0.43	0.54	0.69	0.71
T3				0.11	0.20	0.40	0.40	0.51	0.66	0.69
T10					0.09	0.29	0.29	0.40	0.54	0.57
T1						0.20	0.20	0.31	0.46	0.49
T6							0.00	0.11	0.26	0.29
T9								0.11	0.26	0.29
T4									0.14	0.17
T8										0.03
T5										

Tabla 36

Significancia de comparación de medias Duncan

T7	T2	T3	T10	T1	T6	T9	T4	T8	T5
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

De las siguientes tablas se puede determinar que hay significancia en las tratamiento T3 que está compuesta de (60% kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70% kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C.

En la siguiente figura se presenta las formulaciones extruidas usando el programa de temperatura PT1=120°C y PT2=130°C, para ver el grado de aceptabilidad con el grafico de histograma



Figura 43. Histograma aceptabilidad del atributo Sabor.

Dónde:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT1f1	PT1f2	PT1f3	PT1f4	PT1f5	PT2f1	PT2f2	PT2f3	PT2f4	PT2f5
K50%	K55%	K60%	K65%	K70%	K50%	K55%	K60%	K65%	K70%
/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%	/HC50%	/HC45%	/HC40%	/HC35%	/HC30%

El sabor es una característica que define directamente la aceptación del producto, por lo que en nuestra investigación este de sabor agradable característico de un snack, en la *Figura 43* se presenta como mejor resultado en lo que respecta al Sabor, en las tratamiento T3 que está compuesta de (60%kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70%kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C.

4.5.4. Aceptabilidad atributo Textura

Tabla 37

Análisis de varianza para el atributo Textura (%).

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft
Formulación	4	12.588571	3.147143	0.47355978	2.37
P.Temperaturas	1	2.0828571	2.0828571	0.313413599	
Form * Trat	4	6.6457140	2.6457140	0.39811	
Error	340	629.257	6.645714		
Total	349	650.574			

Realizado el análisis de varianza para el atributo Textura (%) se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de kiwicha y harina de camote, presentaron diferencia estadística de manera significativa.

Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Duncan para tratamientos al 5%

Tabla 38*Comparación de medias Duncan*

	T2	T3	T7	T10	T4	T1	T9	T6	T8	T5
T2		0.46	0.49	0.63	0.60	0.66	0.71	0.77	0.83	0.94
T3			0.03	0.17	0.14	0.26	0.26	0.31	0.37	0.49
T7				0.14	0.11	0.17	0.23	0.29	0.34	0.46
T10					-0.03	0.03	0.09	0.14	0.20	0.31
T4						0.06	0.11	0.17	0.23	0.34
T1							0.06	0.11	0.17	0.29
T9								0.06	0.11	0.23
T6									0.06	0.17
T8										0.11
T5										

Tabla 39*Significancia de comparación de medias Duncan*

T2	T3	T7	T10	T4	T1	T9	T6	T8	T5
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

De las siguientes tablas se puede determinar que hay significancia en las tratamiento T3 que está compuesta de (60%kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70%kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C.

En la siguiente figura se presenta las formulaciones extruidas usando el programa de temperatura PT1=120°C y PT2=130°C, para ver el grado de aceptabilidad con el grafico de histograma

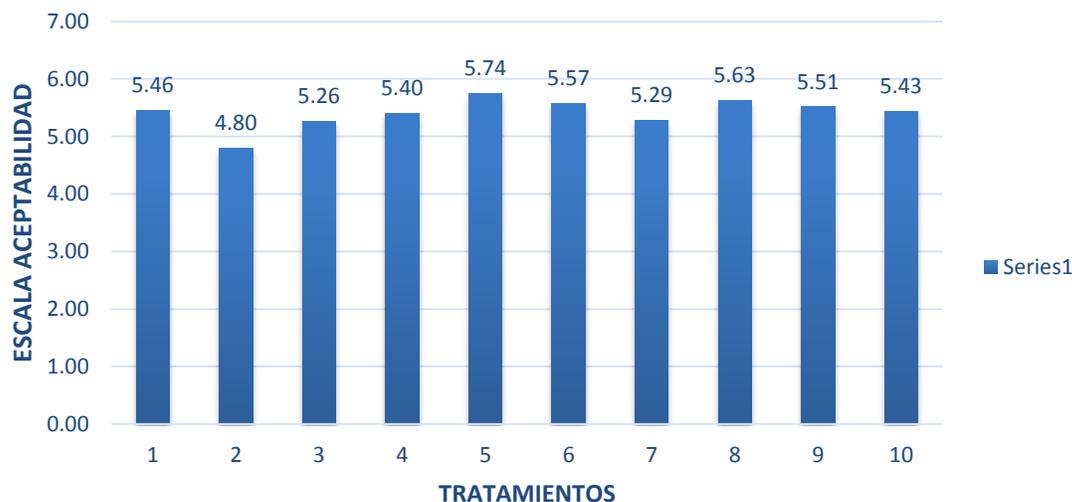


Figura 44. Histograma aceptabilidad del atributo Textura

Dónde:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT1f1	PT1f2	PT1f3	PT1f4	PT1f5	PT2f1	PT2f2	PT2f3	PT2f4	PT2f5
K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%	K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%

De acuerdo con el análisis de aceptabilidad en Textura En la *Figura 40* se presenta como mejor resultado en lo que respecta a Textura en las tratamientos T3 que está compuesta de (60% kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70% kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C, debido a la presencia del componente almidón que aporta el camote, la textura es apta para el snack.

- ✓ Las mezclas comerciales utilizan como principal componente al almidón (nativo y/o modificado), el cual le otorga una textura cremosa. Estas preparaciones normalmente requieren la cocción de algunos minutos, lo que permite la hidratación y el hinchamiento de los gránulos de almidón. La viscosidad de la dispersión es la propiedad determinante de la aceptabilidad, aunque otros atributos tales como la suavidad (González et al., 1991).

- ✓ Analizando las respuestas obtenidas en las cinco formulaciones propuestas a 2 programas de temperatura, del estudio sensorial, podemos señalar que en el parámetro, tenemos como tratamiento óptimo T3 que está compuesta de (60% kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2=130°C y, T5 que está compuesta de (70% kiwicha-30% harina de camote) del programa de temperatura PT1=120°C, a estas formulaciones con sus parámetros correspondientes se realizará su caracterización fisicoquímica, análisis biológico, análisis microbiológico y vida útil.

4.5. Evaluación de los Snack Óptimos

4.5.1. Características Químicas Proximales.

A) Caracterización de los Tratamientos (PT1F5 y PT2F3).

Tabla 40

Composición porcentual de los tratamientos.

COMPONENTES	PT1F5*	PT2F3*
HUMEDAD	5.01 ± 0.2	5.02 ± 0.41
PROTEINA	9.27 ± 0.28	8.86 ± 0.35
GRASA	2.74 ± 0.32	2.30 ± 0.24
FIBRA	1.80 ± 0.27	1.40 ± 0.28
CENIZAS	3.91 ± 0.58	2.04 ± 0.32
CARBOHIDRATOS	77.27 ± 0.46	80.37 ± 0.41

*Desviación estándar, n=3.

PT1F5= Programa de temperatura 1(120°C), con formulación 5 (k70:HC30) y PT2F3= Programa de temperatura 2(130°C), con formulación 3 (K60:HC40).

- ✓ Las grasas en el componente de los snack fueron PT1F5= 2.74% ± 0.32 y PT2f3=2.30% ± 0.24, hubo un gran cambio en su cantidad origina de materia prima (teníamos F5=5.506% y en F3=5.177%), según Valls (1993), esto se debe que al ser el producto extrusionado sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas las finas gotas de grasa y son recubiertas por los almidones y proteínas, quedando la grasa encapsulada. La grasa al ser emulsionada es más atacable por los jugos digestivos de los animales, aumentando por tanto la energía del producto. Generalmente las lipasas y peroxidasas son inactivadas durante el proceso de extrusión en condiciones normales, mejorando la estabilidad posterior del producto.

- ✓ Según Valls (1993), durante el proceso de extrusión, los inhibidores son suficientemente inactivados para evitar bloquear la actividad enzimática en el intestino. Estos procesos consiguen productos con factores antitróficos correctos desde el punto de vista de su uso en alimentación animal y su diferencia está en que el producto ha sido sometido a diferente humedad y temperatura durante la extrusión. Se intenta en estos procesos conseguir por un lado el mínimo contenido en factores antitróficos y por otro la máxima lisina disponible en el producto. Es conocido que la lisina es un aminoácido muy reactivo y el proceso que sea menos agresivo será el mejor desde el punto de vista nutritivo. La extrusión produce el desenredamiento de las cadenas proteicas vegetales. Las moléculas se alinean a largo de la matriz. En ausencia de cantidades importantes de almidón, la cocción por extrusión reduce la solubilidad de la proteína cuando la temperatura aumenta. Existe un proceso por el cual a medida que la temperatura se va elevando, la proteína se va perjudicando. Muchas proteínas son desnaturalizadas y rotas por la extrusión y pierden por tanto sus propiedades funcionales, pero como el proceso de extrusión es un proceso rápido estos casi no se ven afectadas como se comprobó en la investigación en materia prima, mezcla tuvimos una cantidad de $F5=10.652\% \pm 0.20$ y $F3=10.19\% \pm 0.28$. Las proteínas en el componente de los snack fueron $PT1F5=9.27\% \pm 0.28$ y $PT2f3=8.86\% \pm 0.35$.
- ✓ Las proteínas en la investigación fueron $PT1F5=9.27\% \pm 0.28$ y $PT2F3=8.86\% \pm 0.32$, comparando con las proteínas de las mezclas iniciales estas disminuyeron, es según Valls (1993), esto se debe, a Así por ejemplo cuando se extrusiona salvado el contenido en fibra soluble se incrementa significativamente. Varias observaciones indican que las paredes de las celulosas del producto extrusionado se adelgazaron y la superficie era más rugosa que la inicialmente de

partida. Para conseguir efectos significativos sobre la fibra hay que procesar los productos bajo condiciones muy severas, cosa que no ocurre en condiciones de trabajo normales.

B) COLORIMETRIA DE LOS TRATAMIENTOS (PT1F5 Y PT2F3).

Tabla 41

Colorimetría de los tratamientos.

Materia Prima	PT1F5*	PT2F3*
Luminosidad (L)	80.36 ± 0.35	76.66 ± 0.16
a*	3.88 ± 0.14	5.59 ± 0.22
b*	32.37 ± 0.49	32.42 ± 0.16
Cromacidad	32.60 ± 0.47	32.90 ± 0.19
Angulo de Tonalidad (b)	92.41± 0.48	89.19± 0.17

*Desviación estándar, n=3.

PT1F5= Programa de temperatura 1(120°C), con formulación 5 (k70:HC30) y

PT2F3= Programa de temperatura 2(130°C), con formulación 3 (K60:HC40).

En la tabla 42, el tratamiento (PT1F5) observamos que el valor de b (32.37 ± 0.49) y de a (3.88 ± 0.14), La luminosidad es de (80.36 ± 0.35), el Angulo de tonalidad es de (92.41 ± 0.48), esto indica que se encuentra en el segundo cuadrante de luminosidad con tendencia amarilla verde y la cromacidad es de (32.60 ± 0.47).

En el tratamiento (PT2F3) observamos que el valor de b* (32.42 ± 0.16) y de a* (5.59 ± 0.22), La luminosidad es de (76.66 ± 0.16), el ángulo de tonalidad es de (89.19 ± 0.17), esto indica que se encuentra en el segundo cuadrante de luminosidad con tendencia (rojo-amarilla), con tendencia amarillas, inferimos que esto se debe al programa de temperatura (Pt2= 130°C) y a la formulación (70% de kiwicha) y la cromacidad es de (32.90 ± 0.19).

4.5.2. Características Fisicoquímicas.

Tabla 42

Resultados obtenido en las características fisicoquímicas, de los tratamientos.

OPTIMOS	TEXTURA (MJ)	EXPANSION	HUMEDAD (%)	ACTIVIDAD DE AGUA	INDICE DE ABSORCIÓN EN AGUA	INDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA
PT1F5	110.47 ± 2.27	2.5 ± 0	5.01 ± 0.18	0.38 ± 0.00	3.02 ± 0.07	0.20 ± 0.117
PT2F3	124.06 ± 1.28	2.36 ± 0.24	5.02 ± 0.32	0.36 ± 0.00	3.00 ± 0.45	0.27 ± 0.22

*Desviación estándar, n=3.

PT1F5= Programa de temperatura 1(120°C), con formulación 5 (k70:HC30) y PT2F3= Programa de temperatura 2(130°C), con formulación 3 (K60:HC40)

Se muestra la comparación de los dos snack óptimos, en las características físico químicas (textura, expansión, humedad, actividad de agua, índice de absorción de agua ya y índice de solubilidad de agua.

- ✓ Como se sabe las características físicas de los productos extrudidos pueden ser modificadas manipulando algunos parámetros del proceso es por ello que nuestros parámetros de proceso fueron estables, solo modificamos programa de temperatura (PT1=120°C y PT2=130°C) e obtuvimos los resultado de los tratamientos de la *Tabla 43*. Entre las variables que determinan la calidad del producto se incluyen: materia prima, humedad, pH, temperatura, presión, velocidad del tornillo, tiempo de residencia en el extrusor, geometría del dado de salida y tratamientos después de la extrusión (Smith y Ben- Gera, 1979).
- ✓ Con la variación del programa de temperatura podemos inferir que El aumento de la temperatura de la matriz aumento la presión de la matriz, la energía mecánica específica, la temperatura del producto en la matriz y Grado de gelatinización (Rolfé et al., 2001). Asimismo, se ha informado de que el aumento de la temperatura en el troquel extrusor reduce Viscosidad y aumenta la evaporación de la humedad que a su vez influye directamente en la expansión de los gránulos extrudidos (Aarseth Et al., 2006; Chevanan et al., 2007; Xie et al., 2009).

- ✓ Una de las características más representativas del snack es la textura, en esta investigación obtuvimos la medida de los dos óptimos los cuales fueron $PT1F5=110.47\pm 2.27$ mJ y $PT2F6 =124.06\pm 1.28$. El equipo de medición de textura, determino la cantidad de trabajo total ejercida en la boquilla número 11TA41 sobre el snack, el cual se determinó que mayor cantidad de trabajo se encuentra en el snack PT2F3 esto debe a menor sustitución de kiwicha (60%) a comparación de PT1F5. Este resultado lo sustentan en su investigación que mezclas extruidas de maíz, quinua , amaranto y kañiwa , a mayor porcentaje de amaranto no se sentían partículas indeseable en el snack mientras q a mayor contenidos de las otras harinas el si se sentían.(Ramos D, al et.2015), por lo tanto a mayor contenido de kiwicha mejor textura.

- ✓ En el caso de la expansión el que tuvo mayor resultado fue el tratamiento $PT1F5= 2.5 \pm 00$, a comparación del tratamiento $P2F3= 2.36 \pm 0.24$, esto se debe al porcentaje de kiwicha ya que este tratamiento contiene $PT1F5 = 70k:30Hc$. En el estudio que realizo (Ramos Díaz et al. 2013) donde incorporaron Amaranto, Quinoa y Kañiwa (hasta 20% de sólidos) a bocadillos extruidos a base de maíz. Estos autores observaron que los extruidos que contienen amaranto, Quinoa y Kañiwa tenían una mayor expansión en sección que los extruidos de maíz puro (20% de amaranto> 20% de Quinoa> 20% de Kañiwa> 100% de maíz). De Coulter y Lorenz (1991) cuyos experimentos, basados en la incorporación de hasta 30% de Quinoa a extrusados a base de maíz, mostraron que el contenido creciente de quinua era inversamente proporcional a la expansión en sección y directamente proporcional a la rigidez.

- ✓ La humedad reportada en la caracterización de snack óptimos fueron: PT1F5=5.01% ± 0.19 y PT2F6 =5.02% ± 0.32. Como se puede observar el porcentaje de humedad Después de salir del extrusor del snack iba aumentado a medida que la temperatura del extrusor aumenta. Sin embargo, el contenido de humedad optima es por debajo del 12% en los gránulos extruidos se considera seguro (Beuchat, 1981). (Ah-Hen et al. 2014) también observaron que, para evitar la formación de moho, el humedad de los snack, deben eliminarse mediante el proceso de secado para llevar la actividad del agua a un nivel seguro. Nuestras humedades reportadas de PT1F5=5.01 ± 0.19 % y PT2F6 =5.02 ± 0.32%. , podemos considerar óptimas, ya que está en el rango de h% (< 05), establecido por la Norma técnica Peruana (Reyes et al, 2009).

- ✓ La actividad de agua obtenida de la caracterización de los snack óptimos fueron PT1F5=0.38 ± 0.00 y PT2F6 =0.35 ± 0.00, encontramos una diferencia mínima entre estas siendo mayor PT1F5, esto es razonable ya que mayor programa de temperatura menor actividad de agua. Se entiende como actividad de agua (Aw), la humedad en equilibrio de un producto, determinada por la presión parcial del vapor de agua en su superficie. El valor Aw depende de la composición, la temperatura y el contenido en agua del producto. Tiene incidencia sobre las características de calidad, tales como: textura, sabor, color, gusto, valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

- ✓ En la tabla, se encontró los resultados de snack óptimo del índice de absorción de agua siendo: PT1F5=3.01 ± 0.07 y PT2F3=3.00 ± 0.45, como se puede observar estos no tuvieron significancia alguna entre el programa de temperatura y la formulación. La absorción de agua se debe también a la capacidad de rehidratación de los almidones modificados pueden absorber gran cantidad de agua y formar geles (Cheftel, 1983); las diferencias de los índices de absorción y solubilidad para cada muestra se deben a la

formulación de cada tipo de snack así como a las diferencias intrínsecas entre los almidones de ñame, frijol caballero y maíz amarillo.

- ✓ En el caso de solubilidad de agua obtuvimos resultados como $PT1F5=0.2 \pm 0.12$ y $PT2F3=0.27 \pm 0.22$, siendo entre estos dos algo diferentes en la formulación tres 60K: 40HC y a una alta temperatura fue mayor. Los valores hallados para el índice de absorción y solubilidad en agua de los snacks y para el índice de absorción se encuentran elevados al peso de las muestras. Esto se debe a las propiedades de las proteínas presentes en las muestras cuyos numerosos grupos polares hidrofílicos absorben agua y tienden a retenerla en el producto (Wolf y Cowan, 1975; Mendieta, 1991).

- ✓ A pesar que la materia prima del snack tuvo granulometrías diferentes (granos de kiwicha entero y harina de camote), hubo una buena cocción y absorción de agua esto se debe a que entre los 70 y 90 °C, los gránulos de todos los almidones se hinchan gradualmente a medida que se aumenta la temperatura. Esto es debido a la ruptura de los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas, que permiten una absorción irreversible y progresiva del agua (Lii et al., 1995). También intervienen el tamaño de partículas de los granulo (almidón), incluyendo la distribución de tamaños, entre los pequeños tenemos como el Amaranto (0.8-2.5 μm) y los grandes como el camote (2-72 μm) al es una de las características que más afectan las propiedades funcionales de los gránulos de almidón. Se ha reportado que los gránulos pequeños tienen una mayor solubilidad en agua y una alta capacidad de absorción de agua. (Singahal et al., 1988).

4.5.3. Vida Útil

Se evaluó la vida útil de los tratamientos óptimos, PT2F3 (kiwicha 60 : Harina de camote 40, con el programa de temperatura 2= 130°C) y PT1F5(kiwicha 70 Harina de camote 30, con el programa de temperatura 1= 120°C), se realizaron los análisis fisicoquímicos y análisis de aceptabilidad sensorial con 10 panelista seminternados, por un periodo de 20 días, tomando 6 puntos de análisis, Además se decidió realizar el análisis del snack extruido (Kiwicha y harina de camote) con cobertura y sin cobertura, para ver su comportamiento en el almacenamiento, se eligió para envasar el producto bolsas de polipropileno. La elección se argumenta en las buenas características y propiedades del material dado el producto que se desea envasar, además de su probada aceptación en los consumidores; ya que “snacks” similares que están en el mercado se comercializan con este mismo material y formato.

A) Determinación de vida útil por evaluación sensorial

- a) Análisis de aceptabilidad snack (kiwicha – harina de camote) sin cobertura de formulación F5 y programa de temperatura 1 =120°C (SCPT1F5).

- Determinación de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente. color

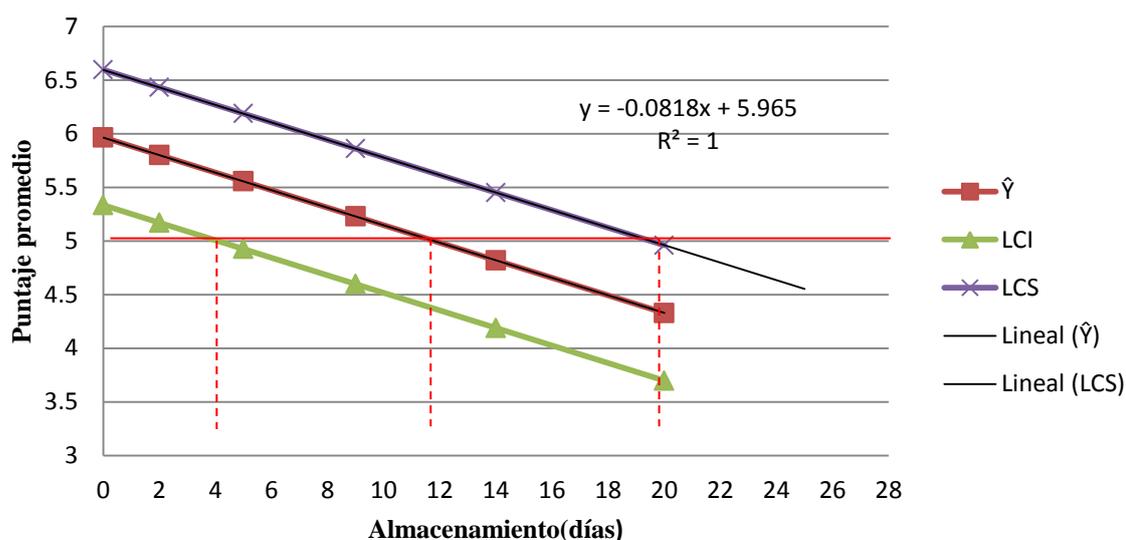


Figura 45. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color.

La primera impresión que se tiene acerca de un alimento es normalmente de origen visual y en gran parte, la voluntad de aceptar o rechazar un alimento depende de su color. La evaluación sensorial del color tienen la importancia decisiva de que es previa a la de los otros parámetros sensoriales y por lo tanto puede ser excluyente (Moreno, 2004). El atributo color es importante, puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar los otros aspectos, en la Tabla 42, observamos el Angulo de tonalidad para esta formulación, que es un indicador en la uniformidad de color al realizar la evaluación visual, se observa en la Figura 45, la vida útil del snack extruido según el atributo

color para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) sin cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 12 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 20 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

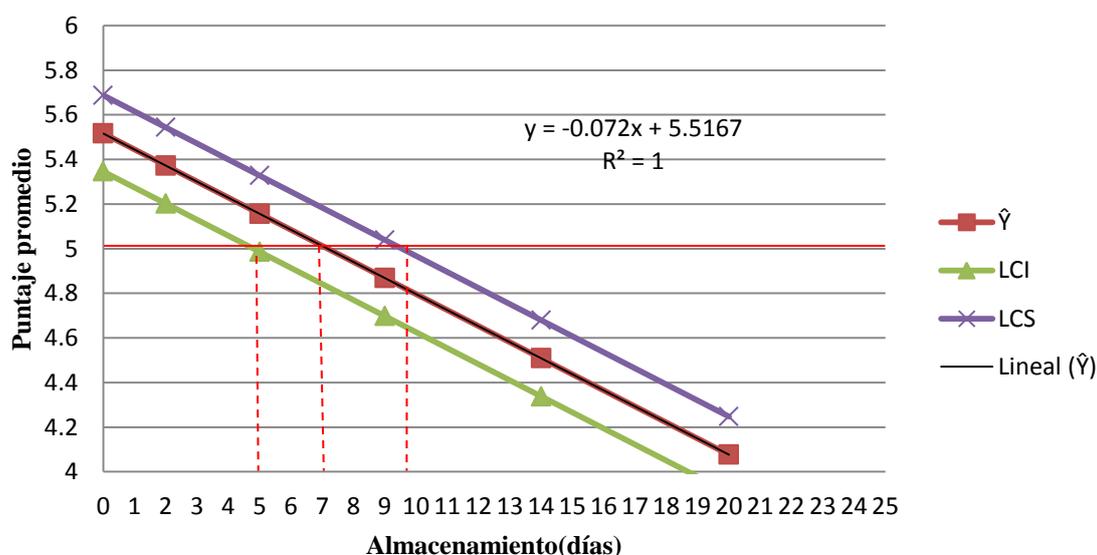


Figura 46. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

El olor es una propiedad organoléptica presentes en los alimentos, permite percibir la frescura o el grado de conservación de la materia prima durante la recepción o el almacenamiento, el snack debe presentar un olor agradable característico del producto, el olor a rancidez u otro es lo que determina el rechazo del producto. En la Figura 46, la vida útil del snack extruido según el

atributo olor para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) sin cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 7 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 10 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

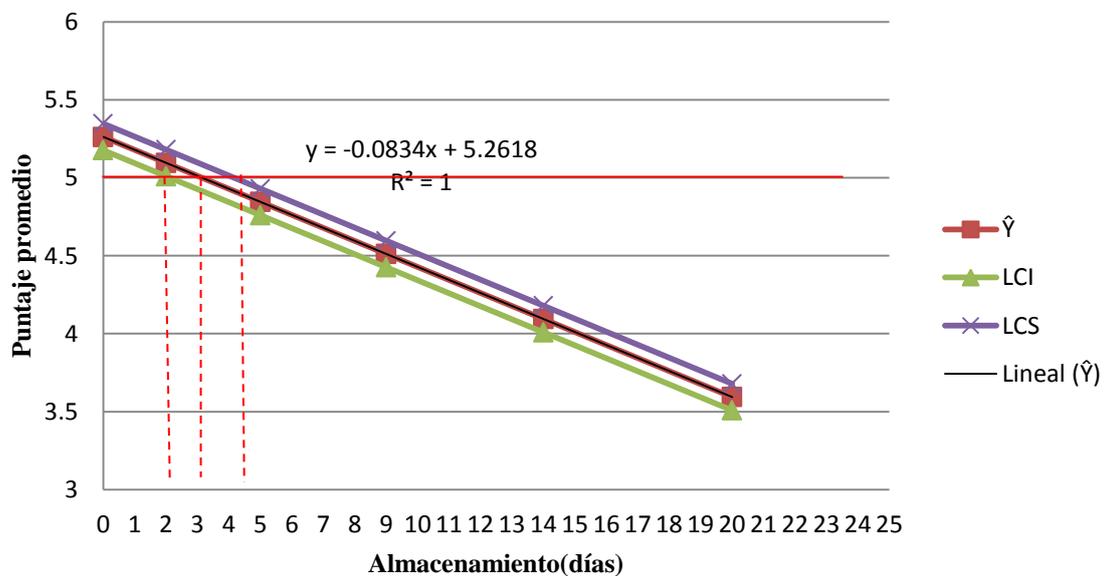


Figura 47. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

El atributo sabor es lo que diferencia un alimento de otro, El sabor involucra la detección de estímulos disueltos en la saliva por las papilas gustativas, que determinaran la característica del alimento, siendo esta complementaria con el atributo olor y textura , la intensidad de estas notas, usando una escala teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

En la *Figura 47*, la vida útil del snack extruido según el atributo sabor para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) sin cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 3 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 5 días aprox.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

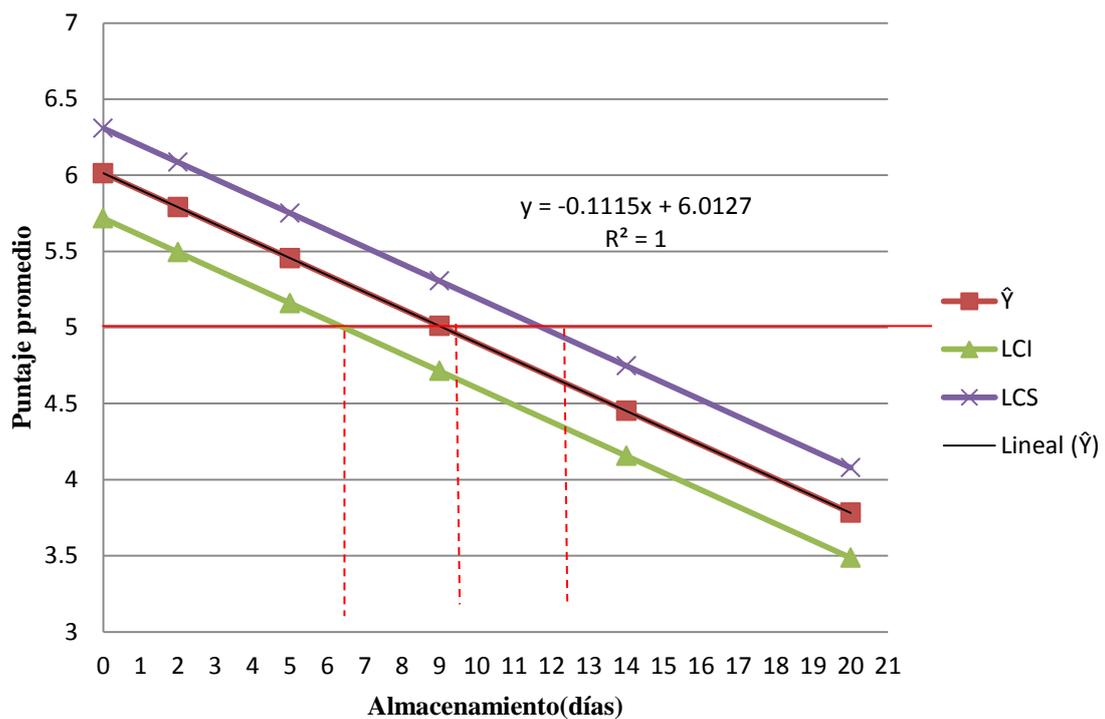


Figura 48. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

Una de las propiedades más importantes de los productos extrudidos tipo “snack” es la textura, la cual estará muy relacionada a la expansión. Al respecto, cabe mencionar que si bien se ha demostrado que la expansión del producto ocurre en las direcciones longitudinal y radial, la expansión radial es la más simple de determinar y refleja la expansión global (Maroulis, 2004).

De las distintas variables que afectan a la expansión, la humedad es la más significativa (González et al ,2002), aunque también son relevantes, la temperatura alcanzada por el material antes de pasar por la boquilla, la relación de compresión, diámetro de la boquilla y la velocidad del tornillo.

El comportamiento de la textura, en el almacenamiento es el factor determinante dentro del deterioro del producto, ya que es la característica que se manifiesta de inmediata un deterioro del producto, El snack puede ser tolerado por el panelista hasta un cambio de textura que no afecte su palatabilidad, condición definida con una calificación 5 “me gusta moderadamente”, cuando presente la crocancia característica de los snacks.

La pérdida de textura se ocasiona por la humedad que atrapa el producto, la cantidad de trabajo ejercida sobre el snack (mJ) del producto así como se observa en la Tabla 44, en la *Figura 48*, la vida útil del snack para el atributo textura, formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) sin cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 9 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 20 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje .

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

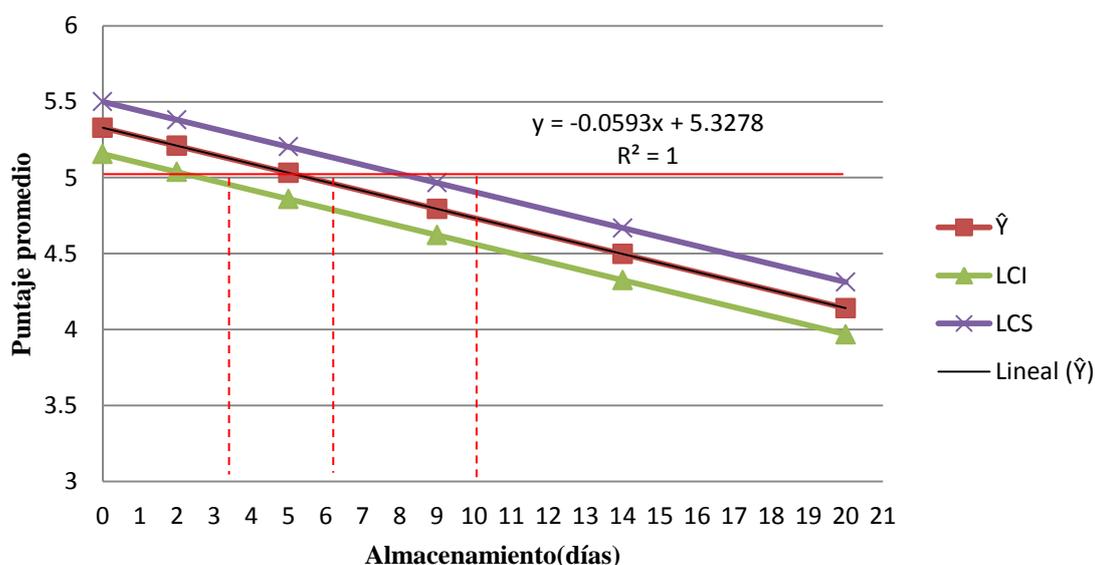


Figura 49. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general.

En la *Figura 49*, muestra la aceptabilidad general en la vida útil del snack, formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) sin cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 6 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 9 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”

b) Análisis de aceptabilidad snack (kiwicha – harina de camote) con cobertura de formulación f5 (CPT1F5)

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente.

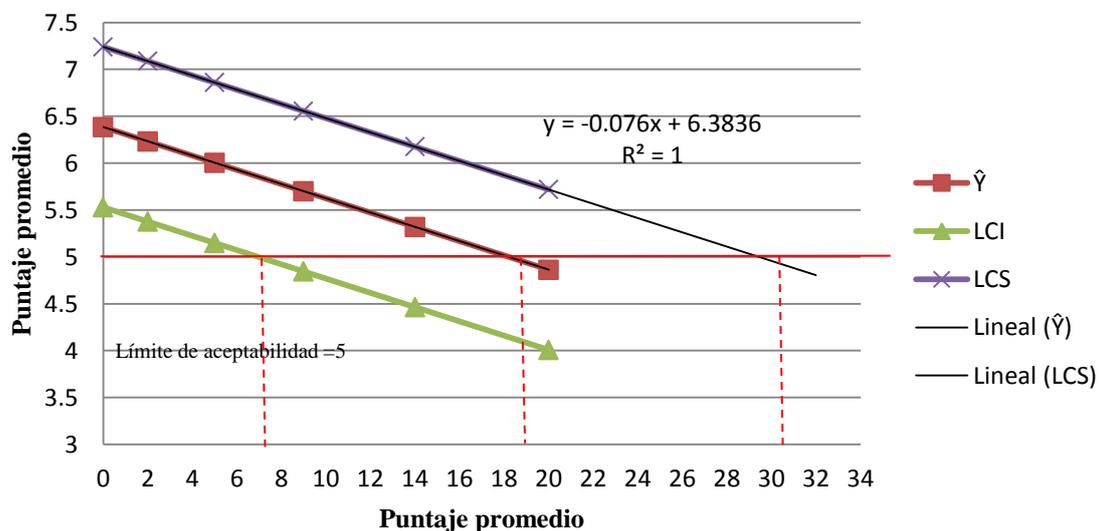


Figura 50 . Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color.

El color es el atributo más importante, puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar los otros aspectos, en la Tabla 43 , observamos el Angulo de tonalidad para esta formulación, que es un indicador en la uniformidad de color al realizar la evaluación visual , se observa en la Figura 50 , la vida útil del snack extruido según el atributo color para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente,

Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 18 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 29 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”, lo que indica que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, mejorando su apariencia durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

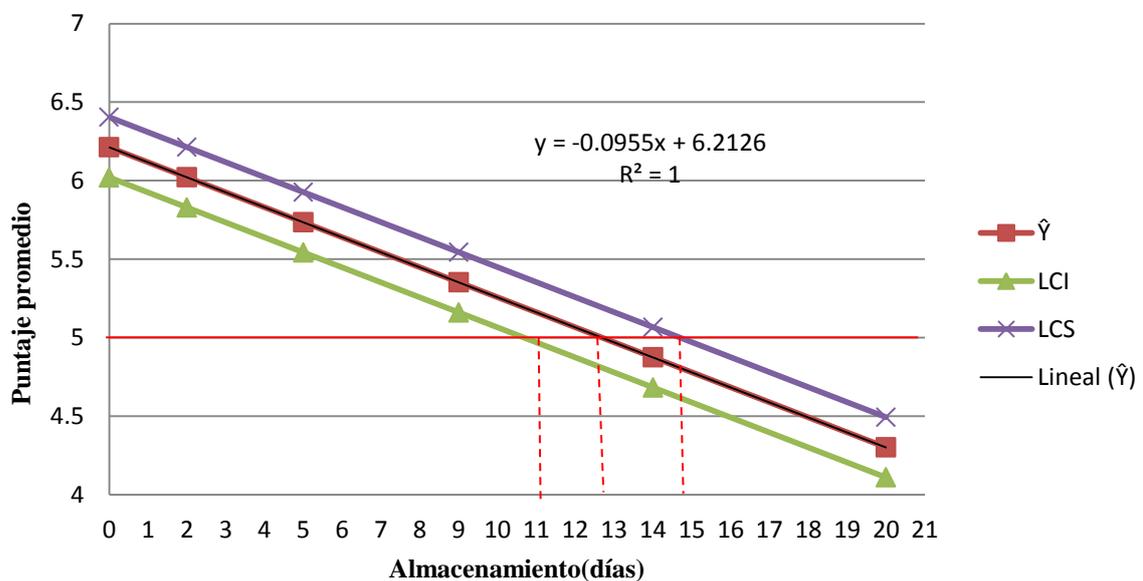


Figura 51. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

El olor es una propiedad organoléptica presentes en los alimentos, permite percibir la frescura o el grado de conservación de la materia prima durante la recepción o el almacenamiento, el snack debe presentar un olor agradable característico del producto, el olor a rancidez u otro es lo que determina el rechazo del producto. En la Figura 52, la vida útil del snack extruido según el atributo olor para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración

media aprobada por los panelistas de 13 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 15 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”. Lo que indica que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, mejorando conservando el olor característico durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

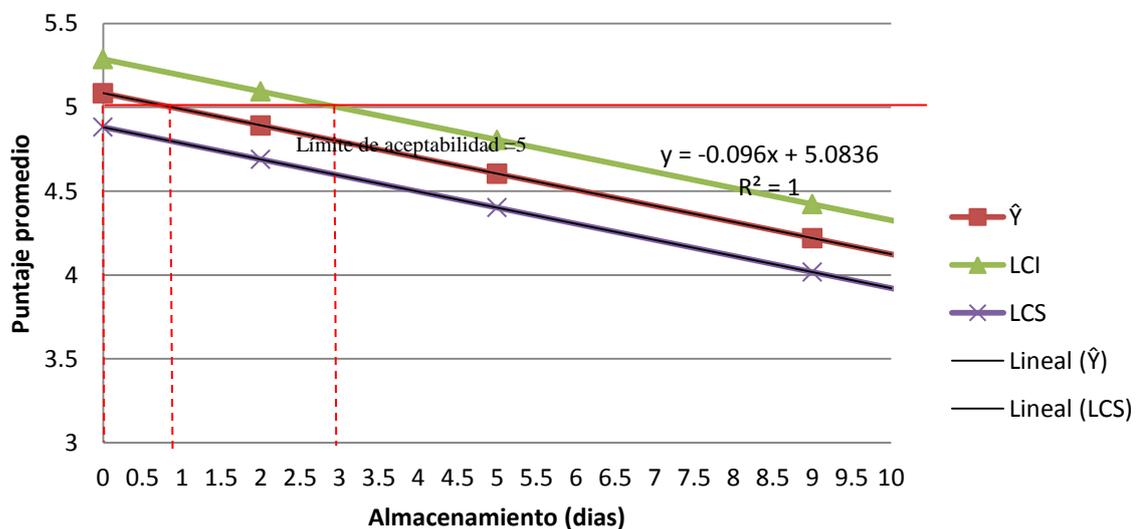


Figura 52. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

El atributo sabor es lo que diferencia un alimento de otro, El sabor involucra la detección de estímulos disueltos en la saliva por las papilas gustativas, que determinaran la característica del alimento, siendo esta complementaria con el atributo olor y textura , la intensidad de estas notas, usando una escala teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

En la Figura 52, la vida útil del snack extruido según el atributo sabor para la formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con

el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 1 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 3 días aprox. El tiempo de duración por el atributo sabor, se da debido a la ganancia de humedad absorbida por la cobertura.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

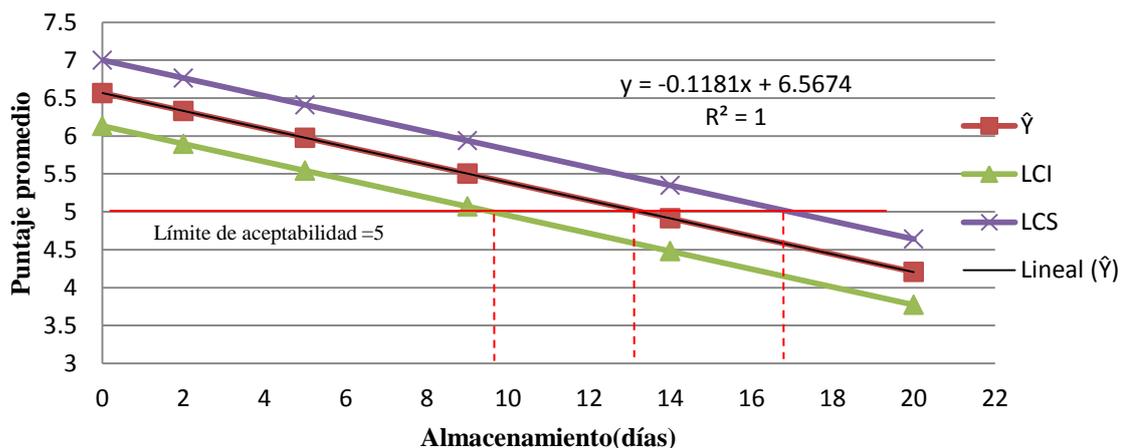


Figura 53. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

La textura es el factor más determinante dentro del deterioro del producto, ya que es la característica que se manifiesta de inmediata un deterioro del producto, El snack puede ser tolerado por el panelista hasta un cambio de textura que no afecte su palatabilidad, condición definida con una calificación 5 “me gusta moderadamente”, cuando presente la crocancia característica de los snacks. La pérdida de textura se ocasiona por la humedad que atrapa el

producto, la cantidad de trabajo ejercida sobre el snack (mJ) del producto así como se observa en la Tabla 44, en la *Figura 53*, la vida útil del snack para el atributo textura, formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 13 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 17 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje. Lo que indica que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, mejorando su apariencia durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

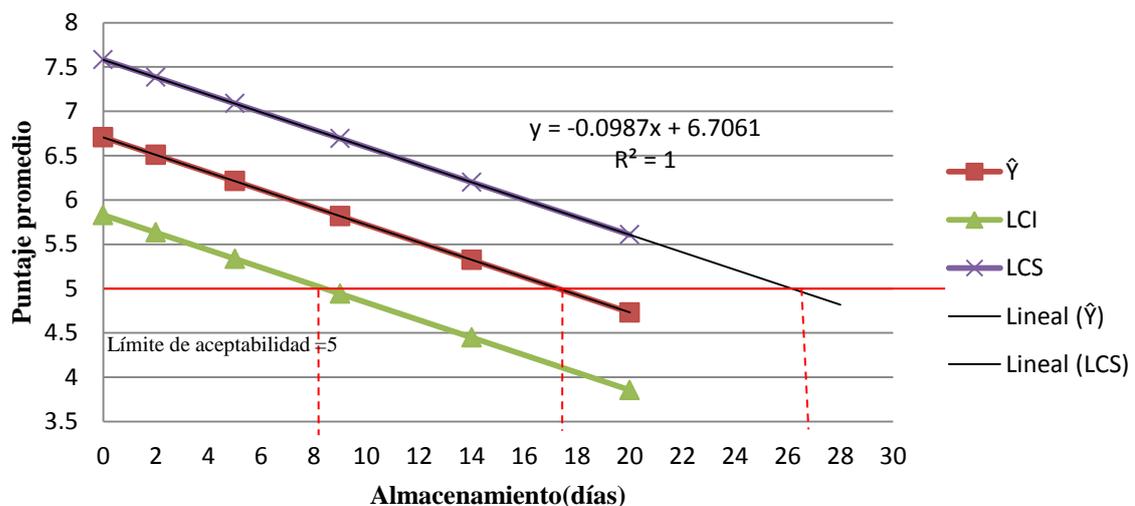


Figura 54. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT1F5), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

En la *Figura 54*, muestra la aceptabilidad general en la vida útil del snack, formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con el programa de temperatura baja (120°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada

por los panelistas de 17 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 27 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”

c) Análisis de aceptabilidad snack (kiwicha – harina de camote) sin cobertura de formulación f3 (CPT2F3)

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente.

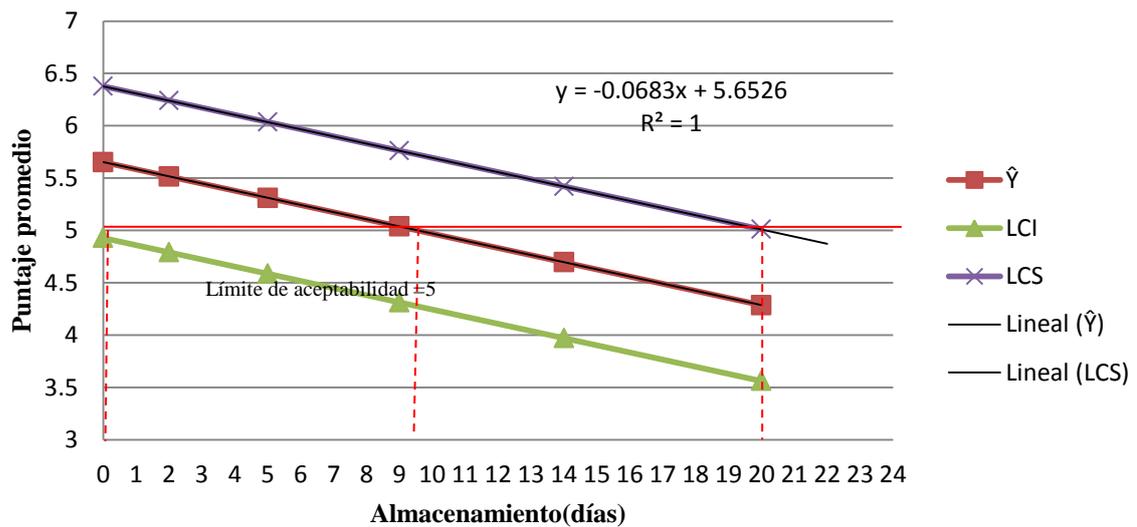


Figura 55. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color.

El color es el atributo más importante, puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar los otros aspectos, en la Tabla 43 , observamos el Angulo de tonalidad para esta formulación, que es un indicador en la uniformidad de color al realizar la evaluación visual , se observa en la Figura 55 , la vida útil del snack extruido según el atributo color para la formulación Kiwicha: harina

de camote (60:40) sin cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 10 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 20 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”, en comparación con la formulación kiwicha- harina de camote (70:30), tiene influencia la temperatura alta respecto al color, teniendo un tono de más oscuro identificado por los panelistas.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

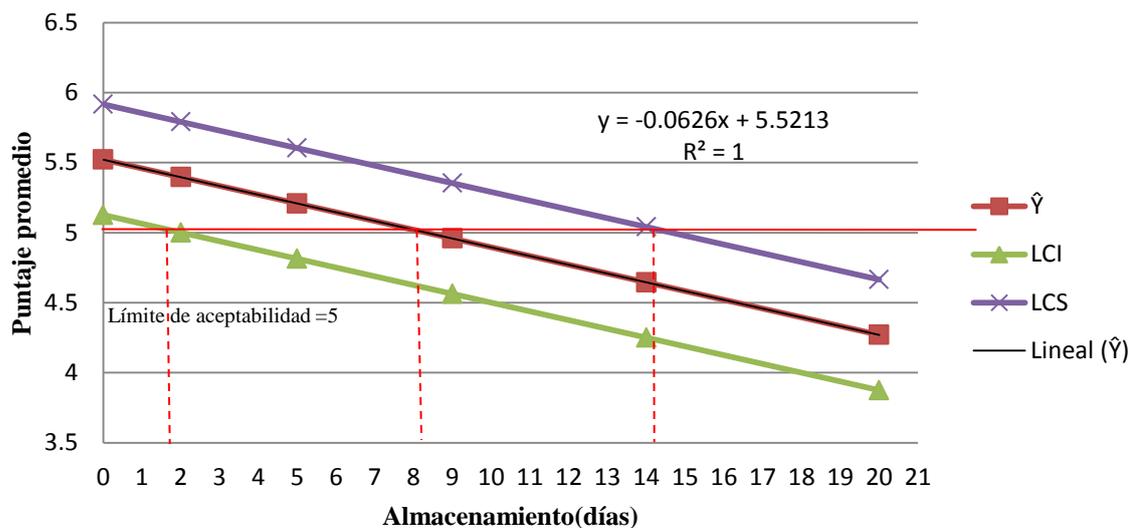


Figura 56 . Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

El olor es una propiedad organoléptica presentes en los alimentos, permite percibir la frescura o el grado de conservación de la materia prima durante la recepción o el almacenamiento, el snack debe presentar un olor agradable característico del producto, el olor a rancidez u otro es lo que determina el

rechazo del producto. En la *Figura 56*, la vida útil del snack extruido según el atributo olor para la formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) sin cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 8 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 14 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

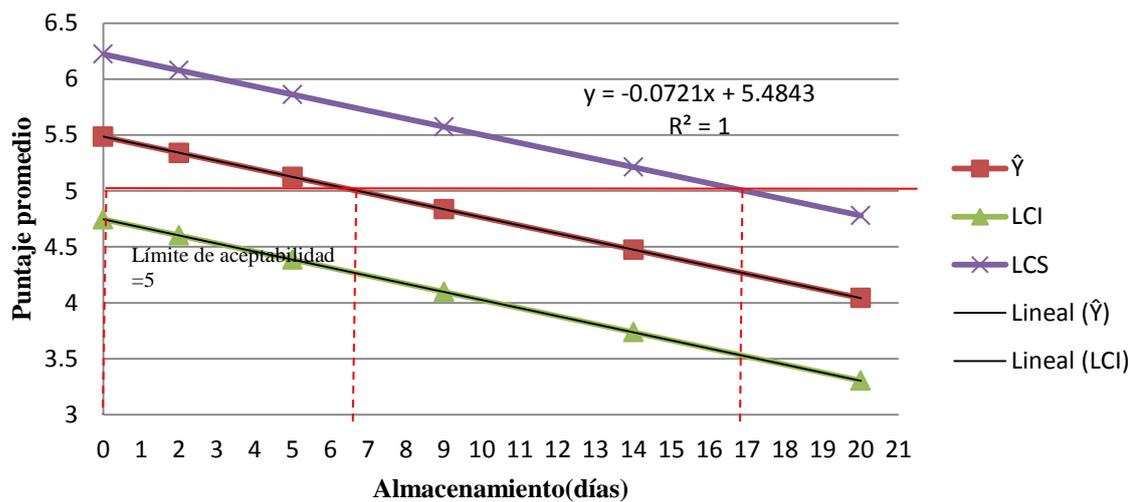


Figura 57. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

El atributo sabor es lo que diferencia un alimento de otro, El sabor involucra la detección de estímulos disueltos en la saliva por las papilas gustativas, que determinaran la característica del alimento, siendo esta complementaria con el atributo olor y textura , la intensidad de estas notas, usando una escala teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

En la *Figura 57*, la vida útil del snack extruido según el atributo sabor para la formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) sin cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 7 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 17 días aprox.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

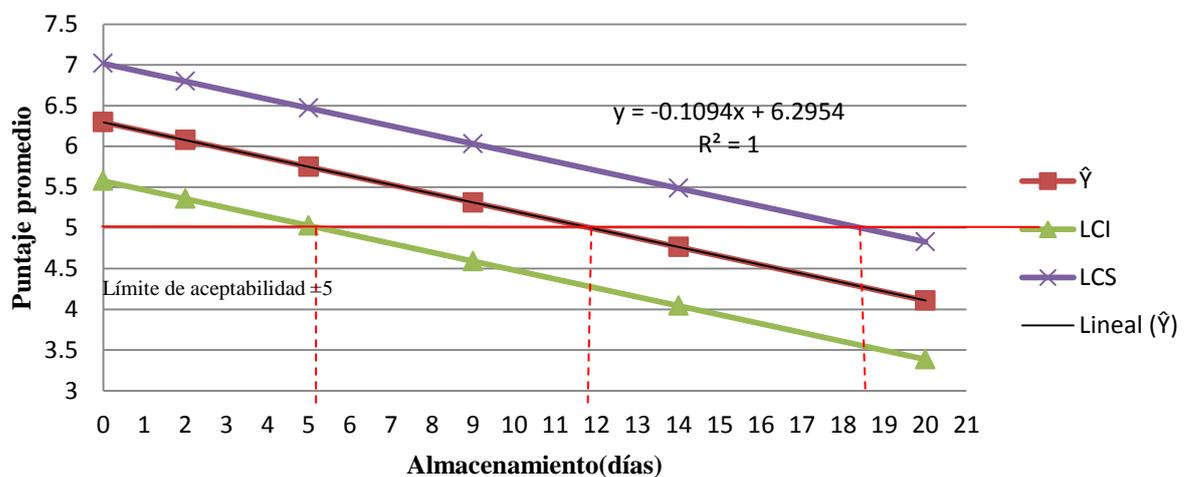


Figura 58. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

La textura es el factor más determinante dentro del deterioro del producto, ya que es la característica que se manifiesta de inmediata un deterioro del producto, El snack puede ser tolerado por el panelista hasta un cambio de textura que no afecte su palatabilidad, condición definida con una calificación 5 “me gusta moderadamente”, cuando presente la crocancia característica de los snacks. La pérdida de textura se ocasiona por la humedad que atrapa el producto, la cantidad de trabajo ejercida sobre el snack (mJ) del producto así como se observa en la Tabla 44, en la *Figura 58*, la vida útil del snack para el atributo textura, formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) sin

cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 12 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 19 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

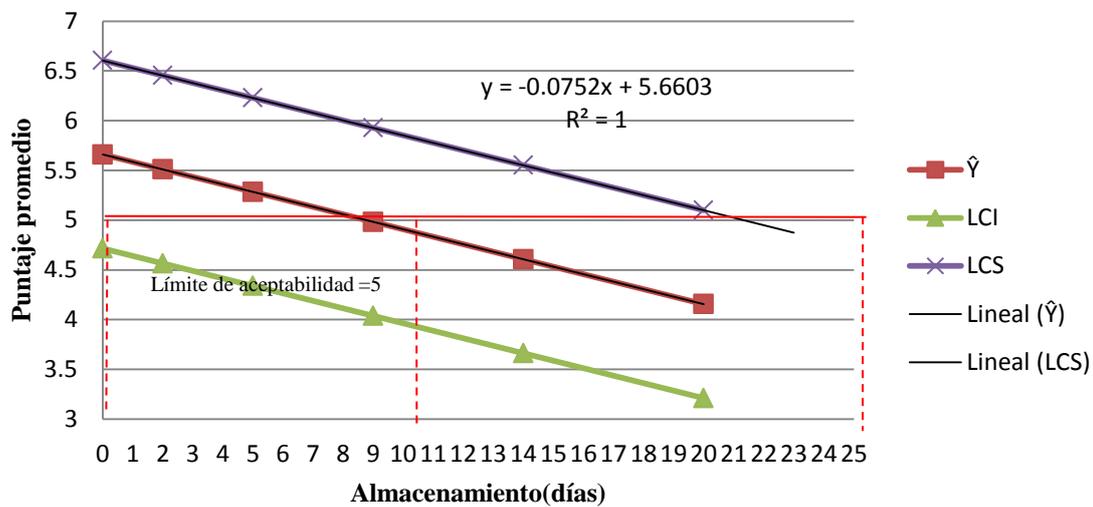


Figura 59. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (SCPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

En la *Figura 59*, muestra la aceptabilidad general en la vida útil del snack, formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) sin cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 9 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 21 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”

d) Análisis de aceptabilidad snack (kiwicha – harina de camote) con cobertura de formulación f3 (CPT2F3).

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente.

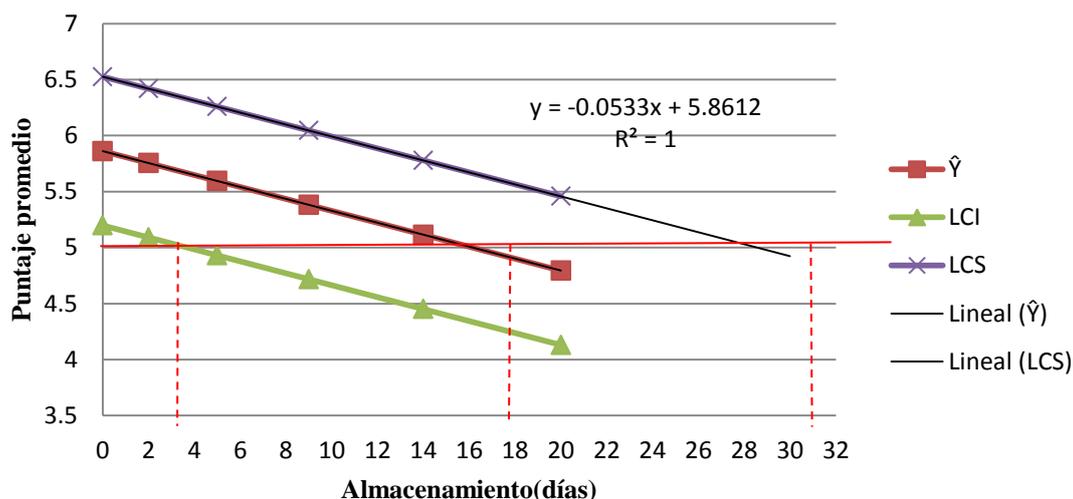


Figura 60. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo color.

El color es el atributo más importante, puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar los otros aspectos, en la Tabla 43, observamos el Angulo de tonalidad para esta formulación, que es un indicador en la uniformidad de color al realizar la evaluación visual, se observa en la Figura 60, la vida útil del snack extruido según el atributo color para la formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) con cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 17 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 28 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”, en comparación con la formulación kiwicha- harina de camote (70:30), tiene influencia la temperatura alta respecto al color, teniendo

un tono de más oscuro identificado por los panelistas, indicando que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, mejorando su apariencia visual durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

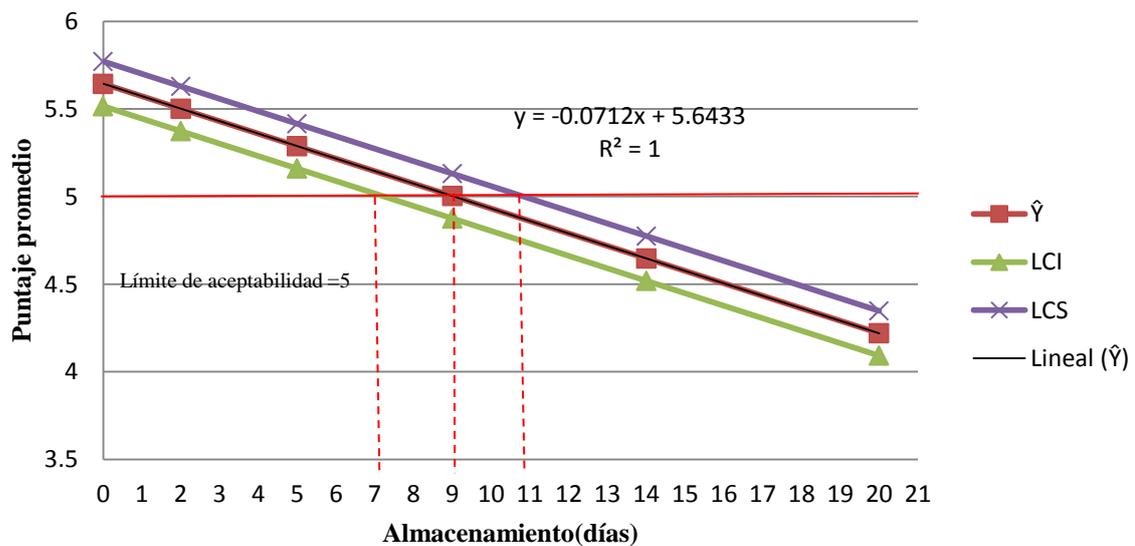


Figura 61. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo olor.

El olor es una propiedad organoléptica presentes en los alimentos, permite percibir la frescura o el grado de conservación de la materia prima durante la recepción o el almacenamiento, el snack debe presentar un olor agradable característico del producto, el olor a rancidez u otro es lo que determina el rechazo del producto. En la Figura 61, la vida útil del snack extruido según el atributo olor para la formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) con cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada por los panelistas de 9 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 11 días aprox. teniendo como límite

de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”. Lo que indica que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, conservando el olor característico durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

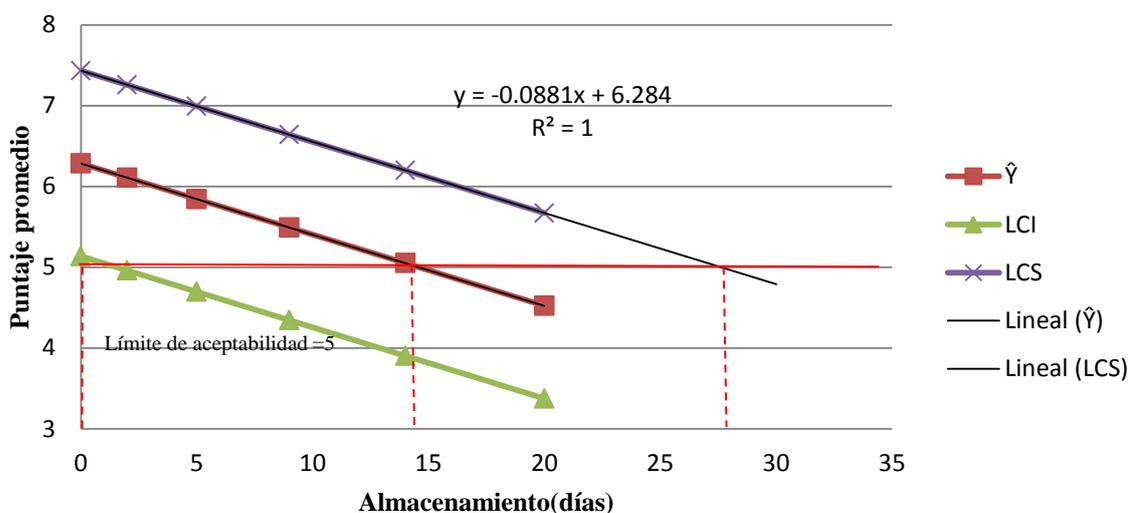


Figura 62. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo sabor.

El atributo sabor es lo que diferencia un alimento de otro, El sabor involucra la detección de estímulos disueltos en la saliva por las papilas gustativas, que determinaran la característica del alimento, siendo esta complementaria con el atributo olor y textura , la intensidad de estas notas, usando una escala teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”.

En la Figura 62, la vida útil del snack extruido según el atributo sabor para la formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) con cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tiene una duración media aprobada

por los panelistas de 15 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 28 días aprox.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura

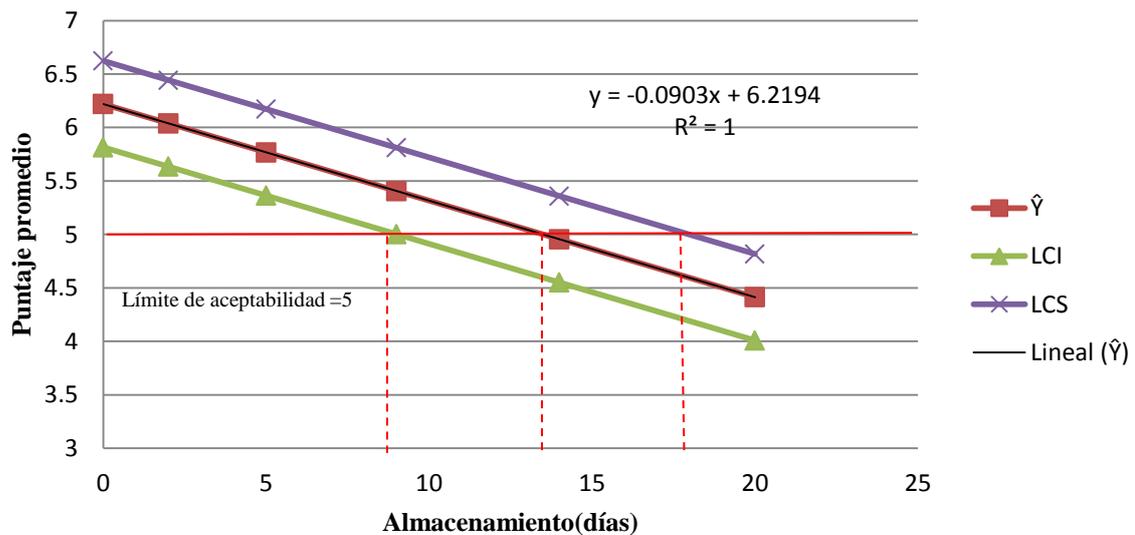


Figura 63. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para el atributo textura.

La textura es el factor más determinante dentro del deterioro del producto, ya que es la característica que se manifiesta de inmediata un deterioro del producto, El snack puede ser tolerado por el panelista hasta un cambio de textura que no afecte su palatabilidad, condición definida con una calificación 5 “me gusta moderadamente”, cuando presente la crocancia característica de los snacks. La pérdida de textura se ocasiona por la humedad que atrapa el producto, la cantidad de trabajo ejercida sobre el snack (mJ) del producto así como se observa en la Tabla 44, en la Figura 64, la vida útil del snack para el atributo textura, formulación Kiwicha: harina de camote (60:40) con cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 14 días en almacenamiento a

temperatura ambiente, teniendo como límite superior 18 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje. Lo que indica que la cobertura alarga el tiempo de vida útil, mejorando su apariencia durante el tiempo de almacenamiento.

- Determinación tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

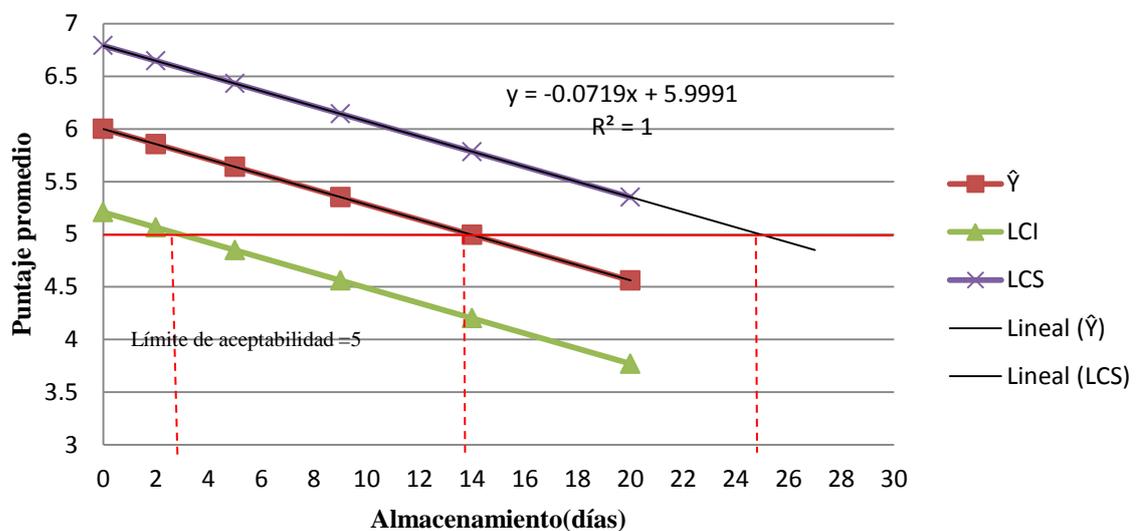


Figura 64. Determinación gráfica del tiempo de vida útil de snack a base Kiwicha y harina de camote (CPT2F3), empacada en polipropileno a temperatura ambiente para evaluar la aceptabilidad general

En la *Figura 64*, muestra la aceptabilidad general en la vida útil del snack, formulación Kiwicha: harina de camote (70:30) con cobertura extruido con el programa de temperatura alta (130°C), empacada en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente, Tuvo una duración media aprobada por los panelistas de 14 días en almacenamiento a temperatura ambiente, teniendo como límite superior 25 días aprox. teniendo como límite de aceptabilidad el puntaje 5 “me gusta moderadamente”

- ✓ Analizando las respuestas obtenidas en los 4 tratamientos realizados , para determinar el tiempo de vida útil del snack a base de kiwicha y harina de camote almacenado a temperatura ambiente ,podemos señalar en cuanto a aceptabilidad que :

Tabla 43

Resumen del análisis de vida útil, aceptabilidad por atributos

	COLOR		OLOR		SABOR		TEXTURA		ACEPTABILIDAD GENERAL	
	MEDIA (días)	LIM. SUP	MEDIA (días)	LIM. SUP						
SCPT1F5	12	20	7	10	3	5	9	12	6	9
CPT1F5	18	30	13	15	1	3	13	17	17	27
SCPT2F3	17	28	9	11	15	28	14	18	14	25
CPT2F3	10	20	8	14	7	17	12	19	9	21

SCPT1F5=Tratamiento sin cobertura del programa de temperatura 1, formulación #5 (K70:HC30).

CPT1F5= Tratamiento con cobertura del programa de temperatura 1, formulación #5 (K70:HC30).

SCPT2F3= Tratamiento sin cobertura del programa de temperatura 2, formulación #3 (K60:HC40).

CPT2F3= Tratamiento con cobertura del programa de temperatura 2, formulación #3 (K60:HC40).

- ✓ La apariencia sensorial considera todo lo que visualmente se percibe del alimento, como es el tamaño, el color, la uniformidad y la presencia de defectos. Su importancia radica en que es la primera impresión que el consumidor tiene del producto. Por ser previa a los demás parámetros de calidad, hace que se rechacen o acepten los alimentos sólo por su aspecto (Calvo, 1992). Como se puede observar en la tabla el mayor tiempo de almacenamiento o vida útil lo obtuvo el snack sin cobertura SCPT2F3; obteniendo en según el atributo color=17 días; olor=9 días; sabor=15 días; textura=14 días y la aceptabilidad general =14 , teniendo como límite de aceptabilidad 5.

- ✓ Por lo tanto tenemos como formulación óptima el snack sin cobertura SCPT2F3 que está compuesta por (60% kikicha-40% harina de camote) del programa de temperatura PT2; ya que tiene mayor aceptabilidad determinado por panelistas semi-entrenados, a la vez la duración se extiende según el límite superior = 28 días almacenados en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente. Bien sabemos que la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos (Warner, 1995).

A) Determinación de vida útil por Análisis fisicoquímicos en el snack elaborado a base de kiwicha y harina de camote.

HUMEDAD

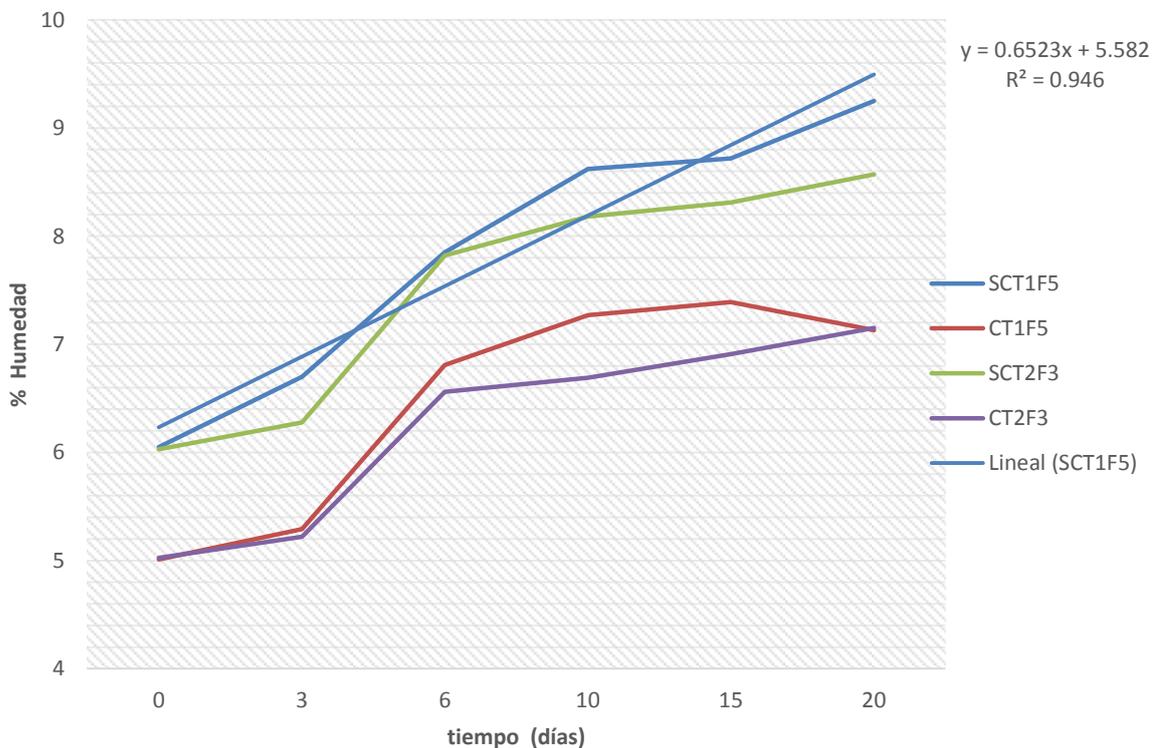


Figura 65 Variación del % Humedad de los snack, almacenados a temperatura ambiente (bolsas de polipropileno)

En la figura 65, podemos observar el comportamiento ascendente del % humedad, de los 4 tratamientos almacenados a temperatura ambiente durante 20 días, teniendo como punto máximo a SCT1F5 con un incremento de 9.25%, siendo este tratamiento el que obtuvo mayor estabilidad teniendo en cuenta la línea de tendencia. Una alta humedad puede provocar condensación de humedad en los alimentos, el equipo, paredes y techos. La condensación causa superficies húmedas, que conducen al crecimiento microbiano y descomposición. El crecimiento microbiano es inhibido por una humedad baja. (Hart, 1991).

ACTIVIDAD DE AGUA

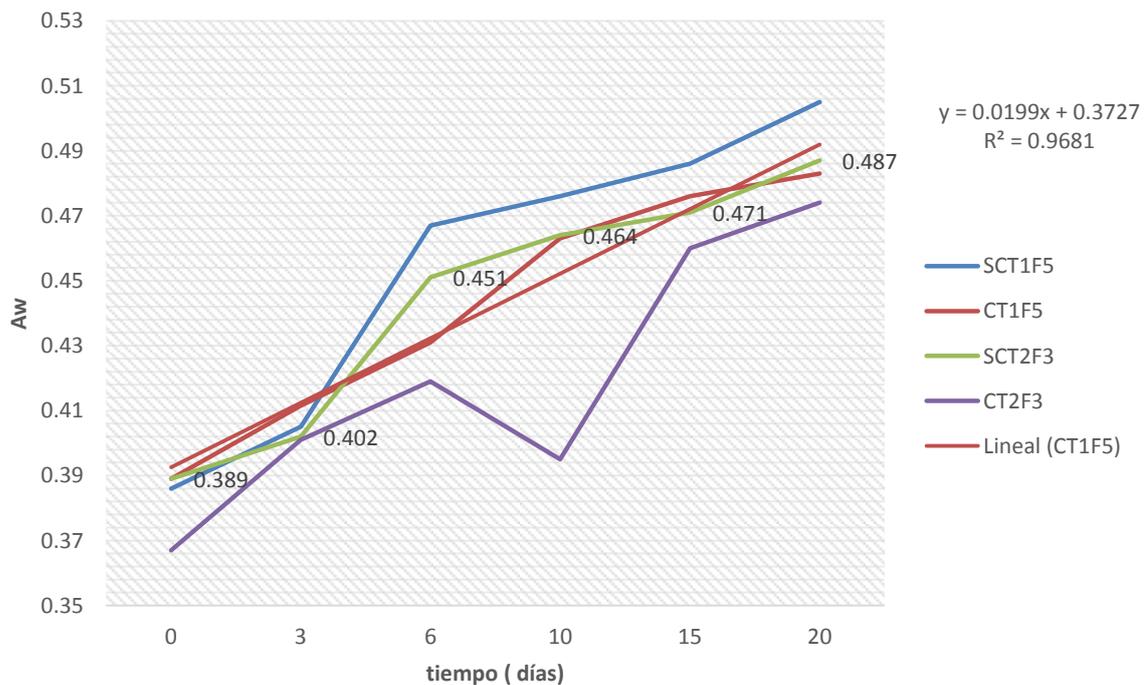


Figura 66. Variación de Actividad de agua (Aw) de los snack, almacenados a temperatura ambiente (bolsas de polipropileno).

En la figura 66, podemos observar el comportamiento ascendente de actividad de agua (A_w), de los 4 tratamientos almacenados a temperatura ambiente durante 20 días, teniendo como punto máximo a SCT1F5 con un incremento de 0.505 y el punto con mayor estabilidad teniendo en cuenta la línea de tendencia, tenemos el tratamiento CT1F5 con un incremento de 0.487.

El conocimiento de la actividad de agua es de gran utilidad en los alimentos, ya que se relaciona con parámetros críticos como la ganancia o pérdida de humedad del producto, el crecimiento de microorganismos, cinética de reacciones deteriorativas de los nutrientes, cambios en el sabor, aroma y textura, funciones fisiológicas, estabilidad y conservación en general (Vélez, 2001).

TEXTURA

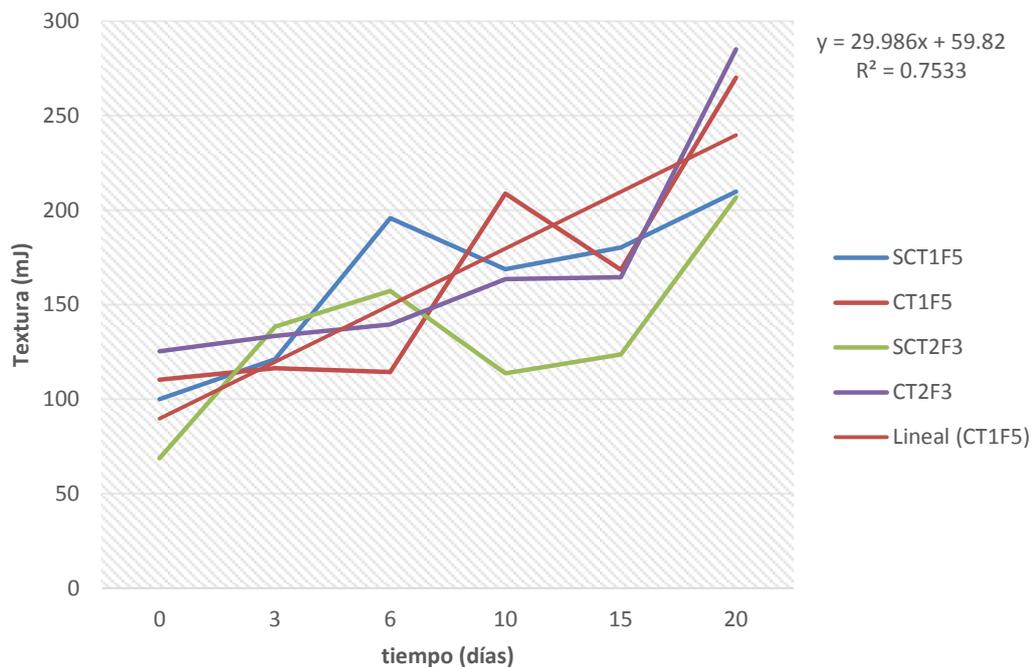


Figura 67. Variación de Textura (mJ), de los snack, almacenados a temperatura ambiente (bolsas de polipropileno).

En la figura 67, podemos observar el comportamiento ascendente del % humedad, de los 4 tratamientos almacenados a temperatura ambiente durante 20 días, teniendo como punto máximo a CPT2F3 con un incremento de 285.06mJ, y el punto con mayor estabilidad teniendo en cuenta la línea de tendencia, tenemos el tratamiento CPT1F5 con un incremento de 270.14mJ

- ✓ Según Novoa (2011), nos dice que la dureza de la muestra es un indicador de frescura, mientras que la crujencia (Crispiness), define su estructura interna y características de horneado, una textura no esperada es responsable del rechazo por parte del consumidor, adicionalmente evaluar el endurecimiento es clave en el cálculo de vida útil del producto.

- ✓ En un trabajo de Rolfe et al. (2001), trabajó con un aumento de la temperatura del extrusor el cual también aumentado la presión de la matriz, la energía mecánica específica, la temperatura del producto en la matriz y Grado de gelatinización. Asimismo, se ha informado de que el aumento de la temperatura en el extrusor reduce Viscosidad y aumenta la evaporación de la humedad que a su vez influye directamente en la expansión de los gránulos extruidos (Aarseth Et al., 2006; Chevanan et al., 2007; Xie et al., 2009). Esto corrobora con el los resultados obtenidos en nuestro proyecto.

- ✓ Según Case et al. (1992) y Rolfe et al. (2001) alto grado de La gelatinización reduce la densidad aparente de los gránulos de alta energía que es similar a nuestros hallazgos. También informó que los gránulos se hacen más duraderos a alta presión de la matriz de extrusión que también se observa en este estudio (Thomas et al. 1997).

4.5.4. Evaluación biológica

Tabla 44

Resultados de la evaluación biológica.

	OPTIMOS	
	PT1F5*	PT2F3*
Valor Biológico (VB)	0.54 ± 0.17	0.20 ± 0.43
Digestibilidad aparente (DA)	0.75 ± 0.04	0.61 ± 0.08
Determinación de la relación de Eficiencia proteica (PER)	1.86 ± 1.1	2.34 ± 0.20
Determinación de la relación de proteína (NPR)	2.03 ± 1.11	2.63 ± 0.62
Determinación de la utilización neta de proteína (NPU)	0.25 ± 0.00	0.30 ± 0.00

*Desviación estándar, n=3

- PT1F5= programa de temperatura 1, formulación #5 (K70:HC30).
- PT2F3=programa de temperatura 2, formulación #3 (K60:HC40).

El presente análisis se determinó la calidad proteica, en base de la relación de valor biológico (VB), digestibilidad aparente (DA), eficiencia proteica (PER), determinación de la relación de proteína (NPR) y de proteína neta (NPU), tanto para los snack óptimos PT1F5 y PT2F3. La gráfica determina la comparación de los dos tratamientos óptimos en los 5 análisis que se realizó en la evaluación biológica.

- ✓ En la Tabla 44 el Valor Biológico (VB) demuestra que el snack óptimo PT1F5 aumenta el valor biológico de la proteína presentando un valor de 0.54 ± 0.17 , en comparación con el snack óptimo PT2F3 = 0.21 ± 0.43 . La alta temperatura y el corto tiempo de tratamientos usado con el cocimiento por extrusión son capaces de completar el cocimiento al

usar una menor temperatura y mayor tiempo de tratamiento térmico, de modo que se preserve el valor nutritivo de la proteína (Rojas, 2002).

- ✓ En el Tabla 44 la Digestibilidad Aparente (DA) presento un valor más en el snack optimo $PT1F5=0.75 \pm 0.04$, en comparación con el snack optimo $PT2F3=0.61 \pm 0.08$. La digestibilidad no es por sí sola un indicador de calidad, tan solo es un factor condicionante. Estudios comparativos FAO/OMS, (1991) usando el método de balance en ratas, clasificaron los valores de la digestibilidad verdadera de la proteína en tres rangos: alta de 93 a 100 % para los alimentos de origen animal y la proteína aislada de soya. Digestibilidad intermedia con valores de 86 a 92 % para el arroz pulido, trigo entero, harina de avena y harina de soya; mientras que valores bajos (70 % - 85 %) fueron reportados para diferentes tipos de leguminosas incluyendo frijoles, maíz y lentejas. De acuerdo a esta clasificación, nuestros snack óptimos se encuentra en la tercera clasificación, analizando los resultamos obtenemos que el snack optimo $PT1F5$, es el mejor en el análisis de digestibilidad aparente

- ✓ Los valores calculados matemáticamente de PER, se muestra en la tabla corresponden a las dietas de snack óptimos $PT1F5$ y $PT2F3$, observándose que la mayor relación de eficiencia proteica (PER) corresponde a $PT2F3=2.34 \pm 0.21$ seguida de la dieta de $PT1F5=1.86 \pm 1.1.$, esto quiere decir que la relación de eficiencia proteica del snack $PT2F3$ es mejor a comparación de la $PT1F5$.

- ✓ En la Tabla 44 la Utilización de Proteína Neta (NPU), que mide la cantidad de proteína retenida en relación de la proteína consumida de los snack óptimos $PT1F5$ y $PT2F3$, con promedios de 0.25 ± 0.00 Y 0.3019 ± 0.00 respectivamente, demostrando que las ratas alimentadas con el tratamiento $PT2F3$, obtuvieron mayor contenido proteico en su carcasa, esto conlleva que a mayor temperatura de extrusión las proteínas del snack son más dirigibles.

4.5.5. Análisis Microbiológico de los Tratamientos (PT1F5 y PT2F3).

Tabla 45

Determinación microbiológica de los tratamientos

ENSAYOS	MUESTRAS	MUESTRAS
	PT1F5	PT2F3
<i>Aerobios mesófilos</i> (UFC/G)	40re	50re
<i>Coliformes</i> (NMP/g)	<3	<3
Presuntos <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<10 ²	<10 ²
Mohos(UFC/g)	<10	<10
Levaduras (UFC/g)	<10	<10
<i>Salmonella</i> en 25 g	ausencia	ausencia

*Desviación estándar, n=3.

PT1F5= Programa de temperatura 1(120°C), con formulación 5 (k70:HC30) y

PT2F3= Programa de temperatura 2(130°C), con formulación 3 (K60:HC40).

- ✓ De la Tabla 45, de los análisis microbiológicos, podemos observar que todos los microorganismos evaluados se encuentra dentro de las normas estipuladas por la (FAO/OMS, 1982), ICMSF y R.M.N° 451- 2006/MINSA” Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de Granos y otros, destinados a programas de alimentación”.
- ✓ Referente a los microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras se observa que se encuentra muy por debajo de los máximos recomendados, posiblemente sea consecuencia del tratamiento térmico aplicado en el proceso de extrusión y, buenas prácticas de higiene durante el proceso.

V. CONCLUSIONES

- El producto snack extruido a base de kiwicha (*amaranthus caudatus*)-harina de camote (*Ipomoea Batatas*) en proporción 60:40, con el programa de temperatura (PT2=130°C), presenta la mejor calidad fisicoquímica, fue más aceptable, obtuvo valores positivos en el análisis biológico y larga duración en su almacenamiento.
- La composición química proximal de la kiwicha para elaboración de snack fue: Proteínas 13.9% \pm 0.0.14, humedad 11.49% \pm 0.32, ceniza 2.5% \pm 0.24, Grasa 7.3% \pm 0.54, Fibra 2.6% \pm 0.64y 62.21% \pm 0.48 Carbohidratos.
- La composición química proximal de la harina de camote, para elaboración de snack fue: Proteínas 3.09% \pm 0.13, humedad 6.07% \pm 0.21, ceniza 4.12% \pm 0.45, Grasa 1.32% \pm 0.45, Fibra 2.64% \pm 0.12 y 92.79% \pm 0.64Carbohidratos.
- La composición química porcentual del snack óptimo de kiwicha y harina de camote PT2F3 fueron; Proteínas 8.859% \pm 0.35, humedad 5.02% \pm 0.41, ceniza 2.04% \pm 0.32, Grasa 2.30% \pm 0.24, Fibra 1.4% \pm 0.28 y 80.37 \pm 0.41de carbohidratos.
- Las características fisicoquímicas de los snack óptimos de kiwicha y harina de camote fueron: PT2F3; textura 124.06 \pm 1.28 mJ, humedad 5.02 \pm 0.32, expansión 2.36 \pm 0.24, actividad de agua 0.36 \pm 0.00, índice de absorción de agua 3.00 \pm 0.45 y índice de solubilidad de agua 0.27 \pm 0.22.
- El mayor tiempo de almacenamiento o vida útil lo obtuvo el snack sin cobertura T2F3; obteniendo en según el atributo color=17 días; olor=9 días; sabor=15 días; textura=14 días y la aceptabilidad general =14 , teniendo como límite de aceptabilidad 5.

- La evaluación biológica del snack PT2F3 fue: valor biológico VB=0.21 ± 0.43, Relación de eficiencia proteica PER =2.34 ± 0.21, Digestividad aparente DA=0.61 ± 0.08, Determinación de la relación de proteína NPR= 2.63 ± 0.62, Determinación de la utilización neta de proteína NPU: 0.30 ± 0.00.
- Los análisis microbiológicos, en nuestro snack de kiwicha y harina de camote, optimo T2F3 fue: Aerobios *mesófilos* (UFC/G)= 50re; *Coliformes* (NMP/g)= <3; Presuntos *Bacillus cereus* (UFC/g)= <10²; Mohos (UFC/g)= <10; Levaduras (UFC/g)= <10 y ausencia de *Salmonella* en 25 g; podemos observar que todos los microorganismos evaluados se encuentran dentro de los parámetros estipuladas por la norma.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en extrusión con cereales andinos, específicamente granos y cereales provenientes de nuestro departamento Ancash.
- Realizar más investigaciones dirigidas en aumentar el contenido proteico de productos extruidos.
- Realizar análisis de vida útil, en empaques metálicos.
- Crear un software, para la medición de la temperatura de cocción y el grado de gelatinización, del proceso de extrusión.
- Realizar un aminograma del producto óptimo.
- Realizar una investigación de las antioxianinas y b carotenos de la harina de camote, después de ser extruido.
- Llevar a cabo un estudio de factibilidad y financiamiento para la elaboración de snack, con las formulaciones óptimas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarseth, K.A., Sørensen, M., Storebakken, T.,(2006). Effects of red yeast inclusions in diets for salmonids and extrusion temperature on pellet tensile strength:Weibull analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 75–91
- Acten. 1957; Folks and Antle (1965), Dunn(1968) y otros.Los intervalos de líneas rectas han sido consideradas.
- Ah-hen, k., Lehnebach, g., Lemus-mondaca, r., Zura-bravo, l., leyton, p., vega-gálvez, a., figuerola, f., 2014. Evaluation of different starch sources inextruded feed for Atlantic salmon. *Aquacult. Nutr.* 20, 183–191.
- Albán, C., & Figueroa. 2011, *Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Camote (Ipomoea batata)*. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador 09-01-5863.alimentos”. Volumen 1, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 333p.
- Alejandrina Sotelo Méndez .2012.Manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente :, universidad agraria la molina / escuela de psot grado.
- Anderson, R.A., 1982. Water absorption and solubility and Amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 59, 265–269.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994) “Las pruebas sensoriales”. En su: “La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica”. Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp 67-79.
- AOAC. 1990. “Official Methods of Analysis of AOAC International”.16th Edition 3rd Revision 1997.
- AOAC. 2005.Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas
- Arnau Gras J.,Arguera Argilaga M. y Gómez Benito J.(1990)Metodo de la investigación en ciencia del comportamiento .Universidad de Murcia. editorial compobell. S.A. Libro online encontrado en: https://books.google.com.pe/books?id=tqtbknk1lsoc&pg=pa89&dq=dise%c3%bl o+factorial&hl=es&sa=x&ved=0ahukewi7_4e7jcjrahvk1cykhvml dp0q6aeijjac#v=onepage&q=dise%c3%bl o%20factorial&f=false. Revisado (16.11.15). pag.57-59

- Badui, S., 2006, Química de los alimentos, 4^{ta} Edición, Ed. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, México. 714 pp
- Bandyopadhyay, S., Rout, R.K., 2001. Aquafeed extrudate flow rate and pellet characteristics from low-cost single-screw extruder. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 10, 3–15.
- Bastidas, S., & De la Cruz, S. 2010. Utilización de harina de camote (*Ipomoea batata*) en la elaboración de pan. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Belitz, A. Y Grosch, S. 2000. Química de los Alimentos. 3ra Edición. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza- España. P.236-243
- Beuchat, L.R., 1981. Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Foods World* 26, 345–349.
- Bourne M.C., 1982, “Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement”. Academia Press Inc., USA.
- C.R. de Cruza, M.S. Kamarudina,*, C.R. Saada, E. Ramezani-Fardbaarticulo .2014 “Effects of extruder die temperature on the physical properties of extruded fish pellets containing taro and broken rice starch” Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia Department of Marine Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
- C.Rauwendal.1998, ”Understanding Extrusion” Hansed Publishers Munich,
- Cantillo, Juan A Fernández, Carlos M y otros. 1994. durabilidad de los alimentos .Métodos de estimación. Instituto de investigación para la industria alimenticia. La habana Cuba.
- Calaveras, 2004.tratado de panificación y bollería. Madrid etd.Mundiprensa.95.458-854.
- Calvo, c. 1992. Uso de placas de referencia en la evaluación visual del color. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos.* España. 32 (6):589-602.
- Case, S.E., Hamann, D.D., Schwartz, J.S., 1997. Effect of starch gelatinization on physical proper ties of extruded wheat- and corn-based products. *Cereal Chem.* 69, 401–404.
- Cervellini et al., 1994, Connor et al., 1980; Waldroup y Hellwing, 1985; Valdivié et al., 1989. CAMOTE (*Ipomoea batata*).p.26-47

- Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1983. “Introduction a la bioquímica y tecnología de alimentos p.32.54
- Cheng, Y.; Tsai, M.; Tseng, K. 1996. Effect of amylose content on the rheological property of rice starch. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 4, p. 415-420,
- Chevanan, N., Muthukumarappan, K., Rosentrater, K.A., 2007. Extrusion studies of aquaculture feed using distillers dried grains with solubles and whey. *Food Bioprocess Technol.* 2, 177–185.
- Chinnaswamy, R., 1993. Basis of cereal starch expansion. *Carbohydr. Polym.* 21, 157–167.
- Chirinos, Campos, D, R., Cisneros, L. & Ojeda, D. 2004. Antocianinas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en cascarras de tres variedades de camote morado. Recuperado el 5 de septiembre del 2013 de Anales científicos. Tesis UNALM.
- Conway y Anderson 2011.,1973Serie ABSOLUTE N° 500, Mitutoyo Co., Tokio, Japón.p.36
- Conway, H.F., Anderson, R.A., 1973. Protein fortified extruded food products. *Cereal Sci. Today* 18, 94–97.
- Cordero Bautista R. (1989) “Elaboración de mezclas instantáneas a base de maíz amarillo duro, quinua, soya, zanahoria y espinaca” Tesis UNALM Lima-Perú.
- Coulter, L. A., & Lorenz, K. (1991). Extruded corn grits e quinoa blends: II. Physical characteristics of extruded products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15, 231e259.
- Cultivos Andinos, Kiwicha, FAO, disponible en : <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap6.htm> (revisado 15 de octubre el 2016)
- Desrosier, N .1984.Elemento de la tecnología de alimentos. EDIT. CECSA.Mexico.98-106
- Díaz Cadavial Abel (2009), “diseño estadístico de experimentos” 2ª edición, Ciencia y tecnología. Editorial. Universidad de Antioque, pag.8-9, libro online, encontrada en <https://books.google.com.pe/books?id=0x0dw6dnyac&pg=pa8&dq=dise%c3%b1o+estadistico&hl=es&sa=x&ved=0ahukewjv9pfjh8jrahxgpcykhe14cwwq6aeigda#v=onepage&q=dise%c3%b1o%20estadistico&f=false>(revisado el 16.11.13)

- Early, D. 1985. Amaranth: aztecsuperplant in vitanews. U.S.A.Disponible <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-140.html> [fecha de consulta 12 marzo2016]
- Espinoza Y. 1986“Procesamiento del Maíz por el Método de Expansión por Explosión” Tesis UNAL-Lima
- FAO. 2010. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos disponible.
- FAO/OMS (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Informe N° 724 Roma – Ita
- FAO/OMS. 1991. Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B12 . Informe de una consulta mixta de expertos FAO/OMS. Estudios FAO Alimentación y Nutrición, serie N° 23, Roma. pp.31.
- FAO/CIMS/ONU(1985) Necesidades de energia y proteinas . Serie N° 724;
- Fellows, P. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y prácticas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Fennema, O. 2000. Química de los alimentos. Editorial Acribia Zaragoza.España. 1250 p.
- Food and Agriculture Organization, Latinfoods. Tabla de composición de alimentos de América Latina [Página en internet]. Washington DC: FAO; 2009. [Acceso: diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento>.
- Gaines C.S., 1994. “The Science of Cookie and Cracker Production”, Faridi H, New York, p. 455 – 495.
- Gambaro,Adriana Estimacion de vida útil sensorial de alimentos, España 1999. P.43-51.
- Garden d., (2004), artículo Love Lies Bleeding: A Memorable Name for a Striking Plant.visita : 15.abril 2016.encontrada : Love Lies Bleeding: A Memorable Name for a Striking Plant.
- González, R.J.; Torres, R.L.; De-Greef, D.M.; Gordo, N.A.; Velocci, M.E. (1991).“Influencia de las condiciones de extrusión en las características de la harina de maíz para elaborar sopas instantáneas”. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 31(1): 87-96.

- González, R.J., Torres, R L., De Greef, D.M., Tosi, E., & Re, E. 2002. Effects of popping and extrusion processes on some hydration properties of amaranth. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 19(4), 391-395.
- González, R.J.; Torres, R. L.; De Greef, D.M. (2002). “Extrusión-Cocción de Cereales”. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 36(2): 104-115.
- Harper, J.M. 1981. Food Extruder and Their Applications, in “Extrusion Cooking”. American Associates Cereal Chemical, ST, Paul MN.USA. Volumen I-7-19 CRC Press.Inc., BocaRatón ,FL.
- Hart F.L 1991. Analisis moderno de los alimentos; editorial Acriba, Zaragoza – España. pag.497-506
- Hermansson, A. y Svegmak, K. 1996. Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science &Technology*. 7 (11):345-353.
- Herrera, P., &Sisalima, D. 2013. Elaboración de donas (rosquillas) a base de harina de camote morado, quinua y trigo, y evaluación de su potencial nutritivo. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo_exe/211615_Mexe/leccin_9_anlisis_de_calidad_de_los_granos_de_cereales.html.(revisado el 26 de julio de 2016).
- Hough, G. Fiszman, S. Curia, A. Gámbaro, A. Garitta, L. Gómez, G. López, C. Martínez, M. Restrepo, P. Salvador, A. Santa Cruz, M. Varela, P. Wittig, E. 2005. Estimación de la Vida Útil Sensorial de los Alimentos. Madrid, España.
- ICMSF ,1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia –Eapaña pag. : 285 a 286. Recuento de presuntos *Bacillus cereus* .
- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia –España pag. : 120 a 124.enumeracion de microorganismos aerobios mesofilos Metodo de Recuento en placa .Método 1.
- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia –España pag. :132 a 134 .Recuento de coliformes . Técnica Del Numero Más Probable (NMP) Método1(Norteamericano) .
- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia –España pag. :166 a 167 .Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.

- INDECOPI 1984. “Bocaditos Requisitos” Norma Técnica Nacional 209.226
- Infoagro (s.f.) el cultivo de camote (*Batata tuberosum*). Consultado el 20 de diciembre 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>
- Jimenez R.F, 2000.evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado. Tesis de maestría México
- Jongen, W., 2002.Fruit and vegetable processing, improving quality.(revisado el 14 de junio del 2012).
- Jose Martin Ramos Diaz , Jussi-Petteri Suuronen , Kevin C. Deegan , Ritva Serimaa , Hely Tuorila , Kirsi Jouppila , 2015 articulo. “Physical and sensory characteristics of corn-based extruded snacks containing amaranth, quinoa and ka~niwa flour”, Department of Food and Environmental Sciences, P.O., (revisado el 12 de Agosto del 2016)
- Kirby, A.R., Ollett, A.L., Parker, R., Smith, A.C., 1988. J. Food Eng. 8, 247.
- Kinsella, J.E. 1976. Functional properties of proteins in foods: A survey. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 12, 219-242.
- Labuza, T.P.1999; McNally, L.; Gallagher, D.; Hawkes, J. y Hurtado, F. (1972) “Stability of intermediate moisture foods. 1. Lipid oxidation”. Journal of Food Science, 37(1):154-159.
- Labuza, T.1999. vida util de alimentos .recuperado el 14 de abril de 2013.online: <http://fscn.che.umn.edu/Ted-Labuza/tpl.html> .Revisado el 15.09.2016
- Lardizábal, R.2003. manual de producción de camote .Fitntrac CDA. Manual .Cortes-Honduras
- Lardizábal, R.2003. Manual de Producción del camote. Fintrac CDA. Manual. Cortes-Honduras
- Latham, M.C. (2001) “Capítulo 11: Vitaminas”. En su: “Nutrición humana en el mundo en desarrollo”. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N°29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Roma, Italia. pp119-131.
- Lii, C.; Shao, Y.; Tseng, K. Gelations mechanism and rheological of rice starch. Cereal Chemistry, v. 72, n. 4, p. 393-400, 1995.
- Martí, H. R., Corbino, G. B. y Chludil, H. D. 2011). La batata, el redescubrimiento de un cultivo. Ciencia Hoy, 121, disponible en

<http://web.archive.org/web/http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy121/index>.

(revisado feb-mar-2016).

- Mason, W.R., Hosney, R.C., 1986. Factors affecting the viscosity of extrusion-cooked wheat starch. *Cereal Chem.* 63, 436–441.
- Maroulis, Z.B.; Thymi, S.; Krokida, M.K.; Pappa, A. (2004). “Structural properties of extruded corn starch”. *Journal of Food Engineering.* 68(4): 519-526.
- Mataix, J., 2004, *Nutrición y Alimentación Humana*, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Editorial Océano, Granada, España. 1533 pp.
- Matz, S.A. (1976), “Snack Food Technology”. West Port Corn Avi.” U.S.A.edt.Academicespres.Disponible https://books.google.com.pe/books?id=8T_k84twZecC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Revisado 27 marzo 2016]
- Mendieta, O.1991. "Elaboración de sopas deshidratadas empleando pulpa de sardina. Habas, maíz y quinua". Tesis de Magister UNA. La Molina.Lima- Perú.
- MINAG. 2010. Series históricas de producción Agrícola. elaboración: Arex-lambayeque
- Montgomery, D.C. y Runger, G.C. 2002 “Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería”. 1ª Edición, Mc Graw-Hill Interamericana, México D.F., México, 895p.p.489-501.
- Moreno, R. 2004. El color en los alimentos. [en línea]. Disponible en <<http://raulalberto.tripod.com.co/paginadealimentos/id56.html>>. Visitado: 20 de diciembre 2016 revisado el 12.9.2016.
- Necochea et al., 1986; Rayas-Duarte et al., cultivos andinos 1996-colombia. Ed. Vásquez .pag. 35-69
- NOVOA, Diego.Blog.2012 ingeniería y calidad de alimentos y calidad de alimentos .textura y parámetros texturales de la galleta, Cali, Colombia .en línea: <http://diegonova.wordpress.com/2011/01/29/textura-y-parametros-texturales-dela-galleta/> citado el 22 de enero del 2012
- NTP 205.054:2012. Kiwicha en grano (*Amaranthus caudatus*).revisado el 12.05.2015
- Patricia López, “Extraen propiedades del camote morado”, Gaceta UNAM, No. 4742, enero 18, 2016.

- Puerres, J. 2010. Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (Manihot spp), Camote (Ipomoea batata), Papa china (Colocasia esculenta), Malanga (Xanthosoma sagittifolium), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la provincia de Imbabura. Tesis Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Purcell et al 1973; Li 1982
- Quinatoa, M. 2009. Caracterización física, química y nutricional de dos variedades de camote (Ipomoea batata L.) cultivados en un mismo suelo edafoclimático del Ecuador. Tesis Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- R.M.N° 451- 2006/MINSA "Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de Granos y otros, destinados a programas de alimentación". (revisado el 8 de octubre del 2016)
- Ramos Diaz, J. M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A.-M., et al. (2013). Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks. *Journal of Cereal Science*, 58, 59-67.
- Ramos, L. 2002 Aspectos tecnológicos para la extrusión de cereales andinos. Monografía. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible file:///C:/Users/HP/Downloads/39040_1.pdf [fecha de consulta 02 marzo 2016]
- Raudez G., & Poveda, M., 2004. Caracterización y evaluación preliminar de seis genotipos de camote con fertilización orgánica e inorgánica. [En línea]. Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses. Trabajo de Tesis. Obtenido el 14 de junio del 2012.
- Recuperado el 10 de diciembre de 2011 disponible en de: http://www.lacopacitacion.com.ar/subsitios/defectos_granos.php. Requisitos. 2ª Edición. Norma INDECOPI N° 205.036 (quinua) (revisado el 7 de agosto del 2015)
- Reyes, C.P., 1996. El maíz y su cultivo. AGT. Editor S.A., 1era. México. DF. p. 105-145
- Reyes G., Gómez S., Espinoza B., Bravo R., 2009. "Tablas Peruanas de composición de alimentos". Centro Nacional de alimentos y nutrición. Lima.
- Rojas, G., 2002. Efecto del Tratamiento Térmico de la extrusión sobre la calidad proteica del Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) del tipo Panamito. Tesis. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

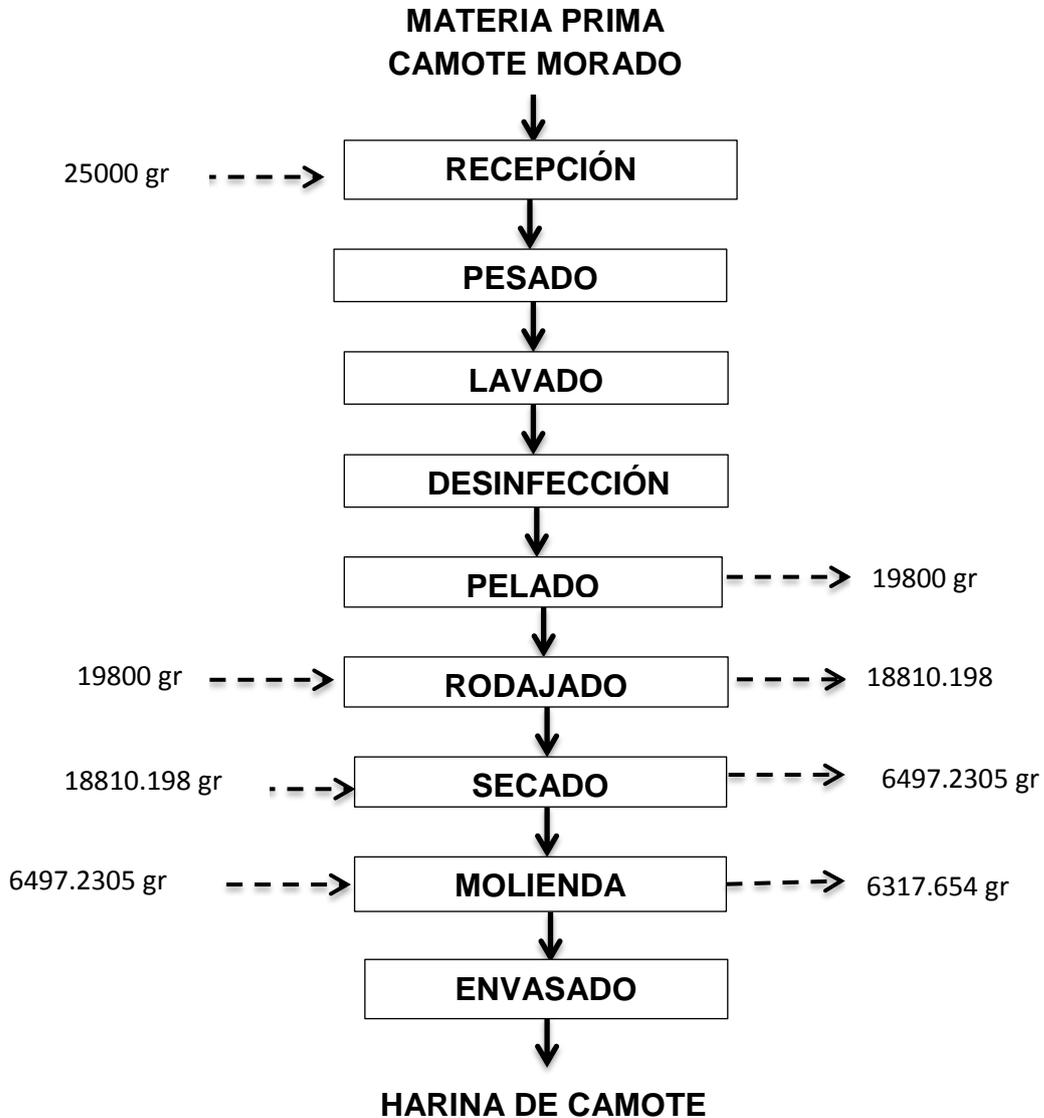
- Rolfe, L.A., Huff, H.E., Hsieh, F., 2001. Effects of particle size and processing variables on the properties of an extruded catfish feed. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 10, 21–34.
- Roquel, M., 2008. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*Ipomoea batata*). Tesis. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. (Obtenido el 24 de agosto del 2012).
- Sandoval., J.1993. Elaboración de un producto tipo snack (bocaditos) a partir de una mezcla de maíz y pituca. Tesis UNA, Lima- Perú
- Singahal, R.S.;Kulkarni 1988.review: amaranths- an underutilized resoure. *Internacional Journal of Food Science and Technology*, 23,125-139.sobre las proteínas. 1981. Acceso el 12 de diciembre de 2016. Disponible t:<http://www.fao.org/DOCREP/005/AC854T/AC854T77.htm>.
- Silva J., Meneses T., Cárdenas M. 2013 .compendio de Normas Sanitarias Peruanas .Centro de formación continua .Inocua, calidad e inocuidad alimentaria.
- Smith, O.B. y Ben-Gera, I. 1979. The application of high-temperature shorttime extrusion cooking in the food industry. *Proc. Second International Congres on Engineering an Food International Union of Food Sci. an Tecnology.* Helsinki, Finland.
- Tapia, M. 1990. Los cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Santiago de Chile – Chile. Disponible http://www.lapanadera.pe/uploads/4/2/1/8/4218042/07_aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf [Revisado 28 febrero 2016]
- Thomas, D. J., Atwell, W.A. 2004. *Starches. The Eagan Press Handboo. Series,* New York, USA. 101p
- Thomas, M., Van Zuilichemb, D.J., Van der Poel, A.F.B., 1997. Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64, 173–192.
- UNE –EN ISO 6579:2003/ con modificación según documento UNE –EN ISO 6579:2003/A1 Diciembre 2007.Microbiología de los alimentos para Consumo Humano y Alimentación Animal .Método Horizontal para la Detección de *Salmonella* spp. Excepto Item 9.5.4.5. Modificación 1 : Anexo D : Detección de *Salmonella* ssp. En heces de animales y en muestras ambientales en la etapa de producción primaria.

- Valdivia, Rodolfo. 2004. Manejo Agronómico del Cultivo de Camote en Nicaragua. Consultado 20 diciembre 2016. Disponible en: http://a4n.alianzacacao.org/uploaded/mod_documentos/MANEJO%20AGRONOMICO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CAMOTE.pdf
- Valls P, 1993, IX curso de especialidad FEDNA, investigación el proceso de extrusión en cereal de habas de soja. Barcelona dictada el 8 y 9 de noviembre de 1993, publicada en http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Extrusi%C3%B3n_y_su_efecto.pdf. revisada (15. Agosto del 2016)
- Velez, J, 2001. Metodos para medir propiedades en industrias de alimentos citado por Alvarado,J,Aguilera, M. Eds. Propiedades de difusión y análogas; Actividad acuosa. Ed. Acribia, Zaragoza-España. 12 pág.
- Villalobos C. j., Sing R. M. tesis: "elaboración y evaluación nutricional de alfajores enriquecidos con harina de camote (Ipomea Batata Lam) y Soya(glicine Max Meir)con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí", 04 de enero 2015.
- Zúñiga et al, 2001; CINESTAV, 2009; Villanueva y Hernández, 2004; Arriaga, 2001; Fuentes et al, 2008; Vásquez, 2009; Batchelor et al, 2005.p79
- Xiong y Hernández. 2002. determinación de vida útil en alimentos. Editorial acriba. España pag. 654-670.

ANEXOS

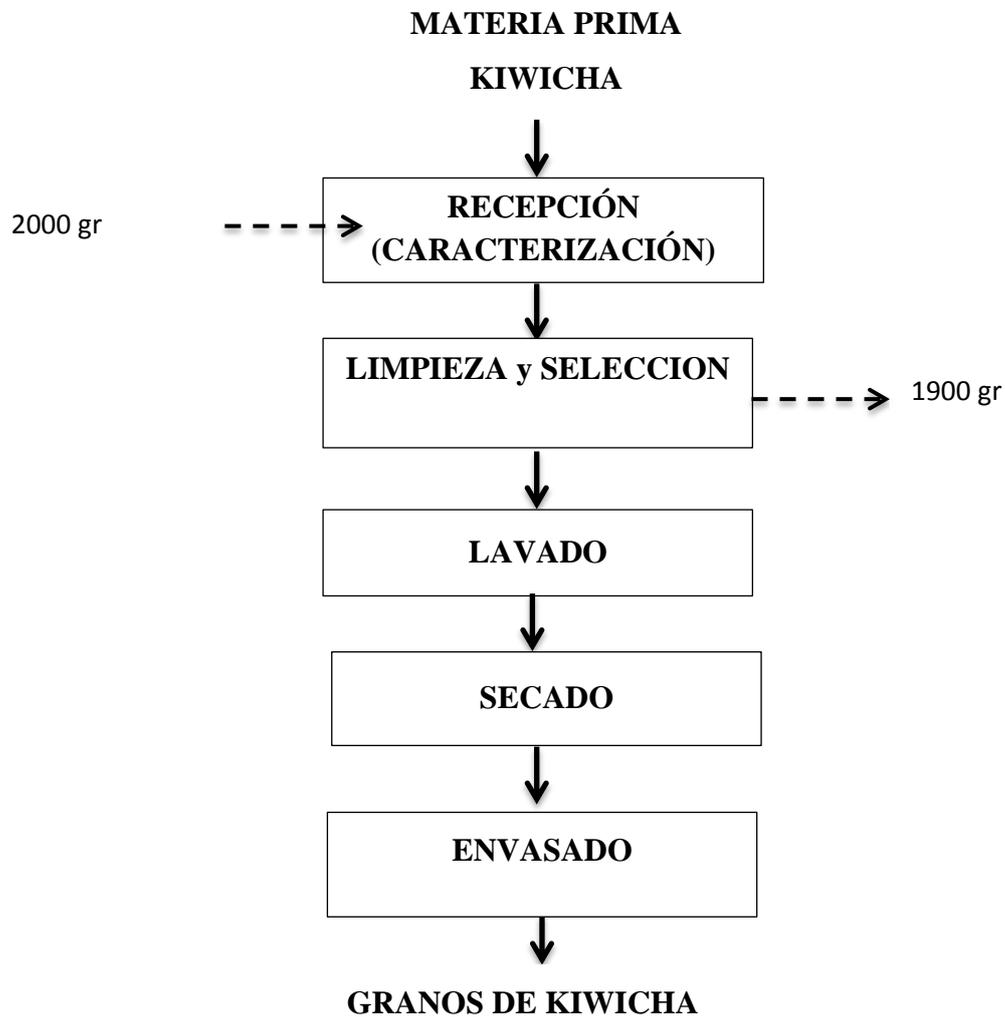
ANEXO I. OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

ANEXO 1.1. Balance de Materia para la Obtención de Harina de Camote.



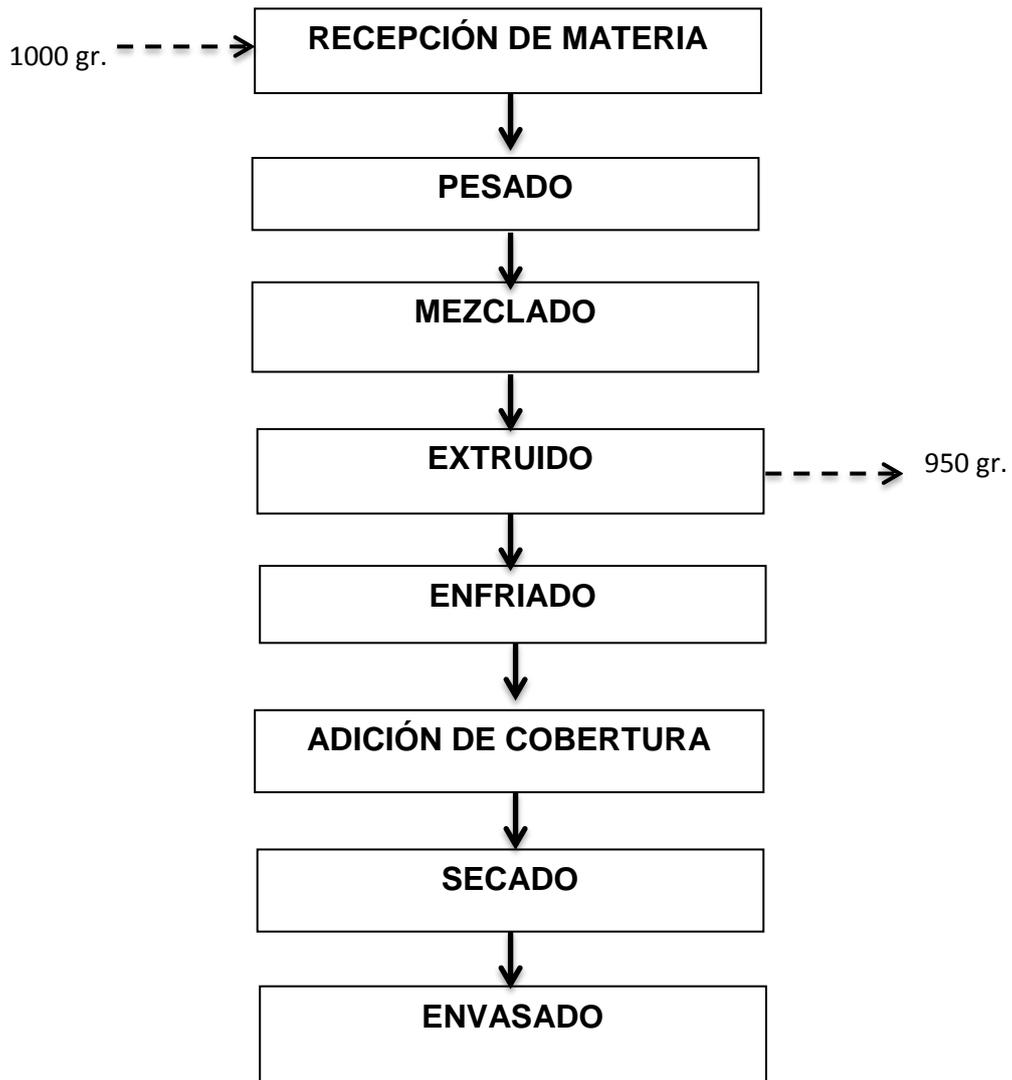
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{6317.654}{25000} \times 100\% = 25.2706$$

ANEXO 1.2. Balance de Materia para la Obtención de Granos de Kiwicha.



$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{2000}{1900} \times 100\% = 95.0$$

ANEXO 1.3. Balance de Materia del Proceso de Extrusión.



$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{1000}{950} \times 100\% = 95$$

ANEXO II. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

ANEXO 2.1. Porcentaje de Humedad.

Objetivo:

- Se determina la pérdida de peso de la muestra al someterla a calentamiento en estufa en condiciones determinadas.

Procedimiento:

- Pesarse 5 gr. de muestra (snack molido finamente), en placa Petri con , hacer tres repeticiones .
- Colocarlo en una estufa a 130 °C por una hora y treinta minutos.
- Tapar las placas Petri antes de sacar de la estufa y dejar enfriar a temperatura ambiente en el desecador y pesar a continuación.

Cálculos:

$$H\% = \frac{(P_1 - P_2)}{P} \times 100$$

Siendo:

P1= peso, en gr. de la placa con la muestra

P2= peso, en g, de la placa con muestra seca

P= peso de la muestra



Muestra en la estufa.

ANEXO 2.2. Determinación de Grasa.

Procedimiento:

- Se utilizó aproximadamente 4 gr de muestra seca y molida pesados., en papel filtro rápido previamente tarado. Se utilizó el método de la extracción con hexano.
- Se colocó la muestra seca de materia prima, contenida en el papel filtro en la cámara de extracción soxhlet o cámara de extracción del equipo buchí, la extracción se hace con éter de petróleo (hexano) bidestilado durante 4 horas y regulando la temperatura de manera que el sifoneo ocurra 16 veces por hora. El extracto etéreo se recibe en vaso buchí seco y tarado o en un balón soxhlet
- El extracto obtenido, se evapora y se seca en la estufa durante 1 hora a 100 °C, enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- Calculamos el % de grasa a través de la siguiente formula:

$$\%Grasa = \frac{P_2 - P_1}{P_m} * 100$$

Dónde:

- Grasa: contenido de grasa en porcentaje de masa.
- Pm: Peso de la muestra en gr.
- P₁: Peso del balón vacío en gr.
- P₂: Peso del balón más residuo seco en gr.



Equipo de determinación grasa y peso del crisol.

ANEXO2.3. Determinación de Ceniza en Harinas.

Objetivo

- Determinar el residuo orgánico por el método de incineración directa.

Procedimiento:

- Pesarse un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador
- Pesarse en el crisol 2g. de muestra e incinerarse en la cocinilla eléctrica hasta la total carbonización.
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar a 550 – 600 °C por 3 a 5 horas, hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador, enfriar 30 min. A temperatura de ambiente y pesarse el residuo.

Cálculo

$$\%ceniza = \frac{P2 - P1}{m} \times 100$$

Dónde:

P1: Masa del crisol vacío, en g.

P2: Masa del crisol más cenizas, en g.

m: Masa de la muestra, en g.

Referencia: AOAC, 7009, 14TH Edition 1984



Mufla y crisoles, para la determinación de ceniza

ANEXO 2.4. Determinación de Fibra Dietaría.

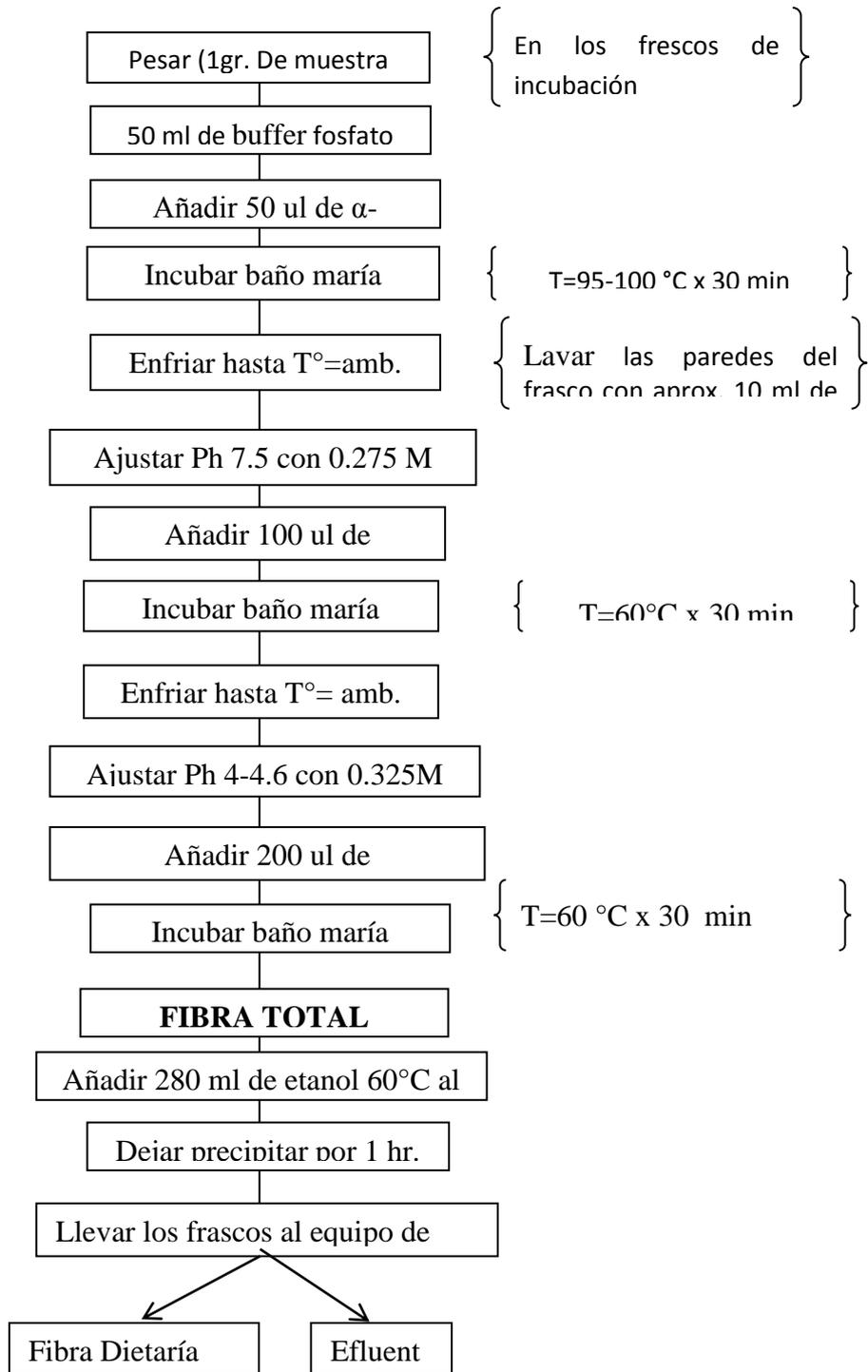


Diagrama: DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETETICA USANDO SISTEMA FOSSFIBERTEC

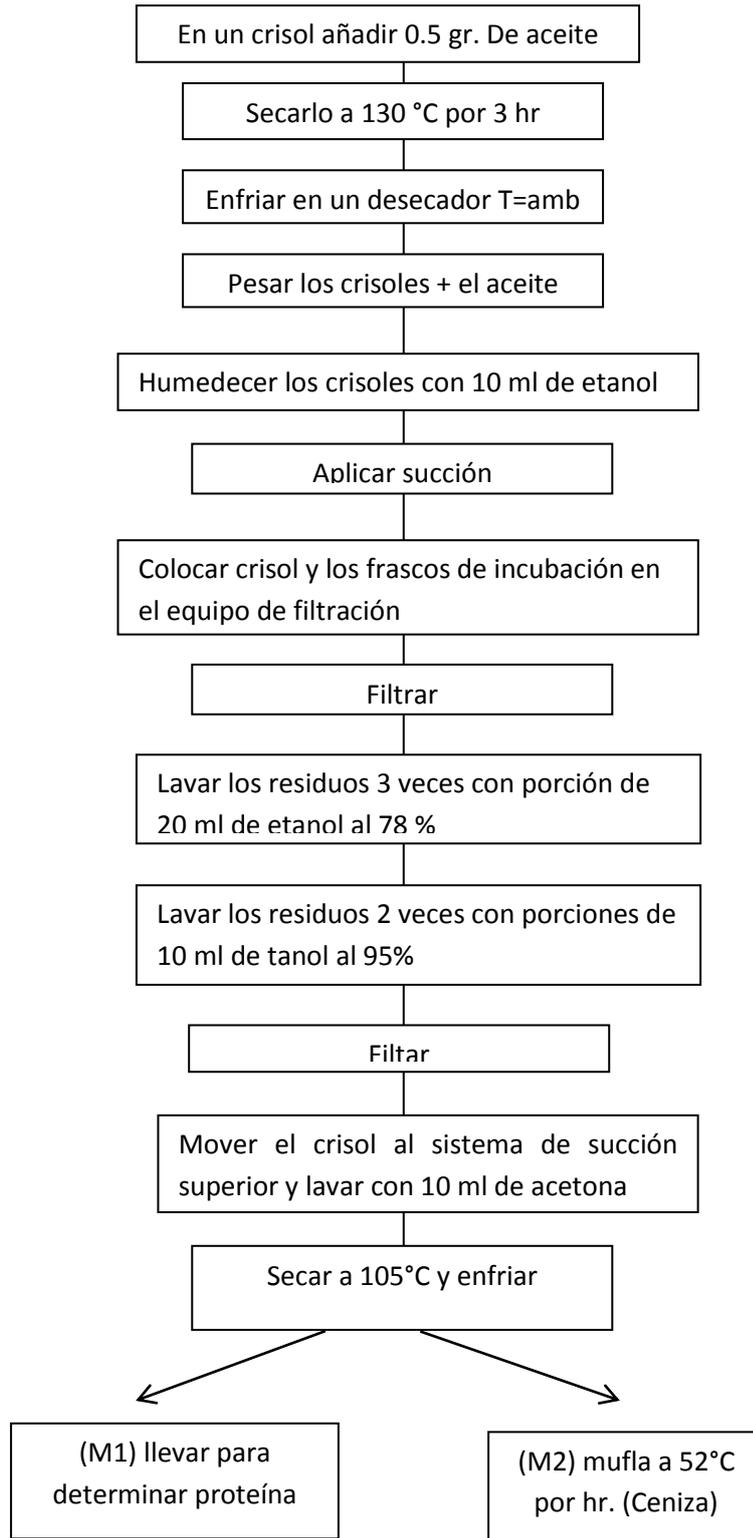


Diagrama: PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN PARA FDT

DETERMINACION DE FIBRA DIETARIA TOTAL



Equipo determinación de fibra dietaría



Se pesó la muestra



Se agregó 50 ml buffer a un Ph 6y añadimos



Se añadió 50 micro litro de la alfa amilasa



Se incubó por baño María a una 90-100 °C , por 30 min.

ANEXO 2.5. Determinación del % de Nitrógeno del Snack extruido a Base de Kiwicha y Harina de Camote.

Objetivo

- Determinar la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

Procedimiento:

- Determinar la masa en la balanza analítica, de aproximadamente un gramo de muestra y pasarla cuantitativamente a un matraz Kjeldahl, añadirle 2g. de sulfato de cobre, 10g. de sulfato de sodio anhidro. 25 cm³ de ácido sulfúrico y unas perlas de vidrio.
- Colocar el matraz en el digestor y calentar cuidadosamente a baja temperatura hasta que todo el material entré carbonizado, aumentar gradualmente la temperatura hasta que la disolución esté completamente clara y dejar por 30 minutos más a esa temperatura.
- Enfriar y añadir de 400 a 450 cm³ de agua para disolver completamente la muestra, agregar de 3 ó 4 gránulos de zinc, un poco de parafina cuando sea necesario y 50 cm³ de hidróxido de sodio 1:1.
- Inmediatamente conectar el matraz a un sistema de destilación, el cual previamente se le ha colocado en la salida del refrigerante un matraz Erlenmeyer de 500cm³ que contenga 50cm³ de ácido bórico y unas gotas de reactivo shiro tashiro como indicador.
- Destilar hasta que haya pasado todo el amoníaco, que unas gotas de destilado no den alcalinidad con el papel tornasol, aproximadamente 300cm³.
- NOTA: Las primeras gotas de destilado deben hacer virar el color del indicador de violeta a verde
- Retirar el matraz receptor y titular el destilado con ácido clorhídrico 0.1 N.

DETERMIANCIÓN DE NITROGENO



Pesado de muestra, agregado del catalizador y adición del ácido sulfúrico.



Digestor de muestras



Muestras digeridas



Destilación de muestras



Muestras destiladas



Titulación de muestras con ácido clorhídrico 0.1 N.

ANEXO III. ANÁLISIS FISICOQUIMICOS.

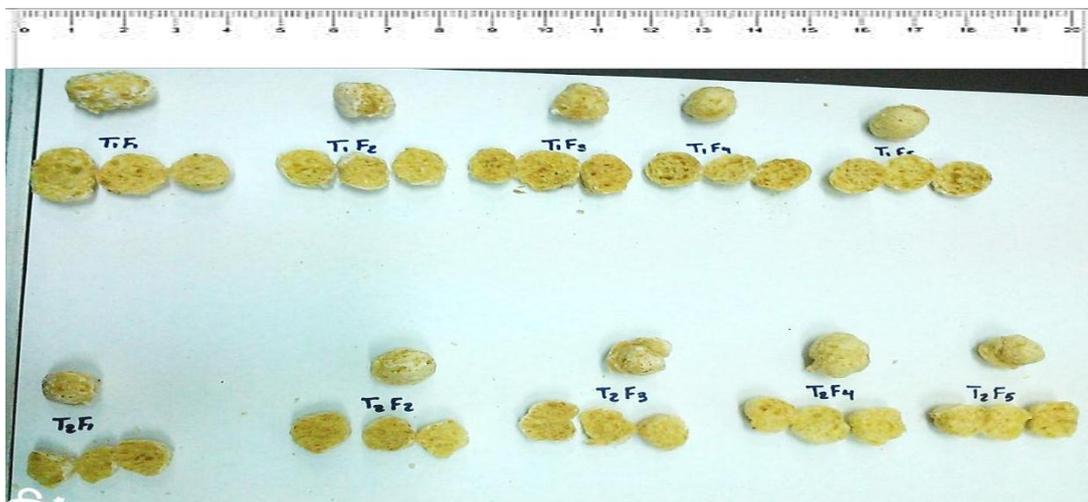
ANEXO 3.1. Relación de Expansión del Snack Extruido.

Procedimiento:

- Se expresa como una relación entre el diámetro de los productos extruidos y el diámetro de la matriz del extrusor
- Medir el diámetro de las muestras.



Boquilla de trabajo del extrusor doble tornillo modelo LABOR PQ DRX-50



Medida del diámetro de muestras de Snack extruido a base de Kiwicha y harina de camote.

ANEXO 3.2. Determinación de Textura de Snack.

Procedimiento:

- Para la evaluación de las propiedades texturales del snack extruido se utilizará un Texturómetro RTC 4500 marca BROOKFIELD con el accesorio N°11 (TA₄₁ cylinder 6mm. D/ 35mm. L) para los diferentes experimentos.
- Elegir la muestra de snack extruido a analizar
- Llevar y medir en el texturómetro. Analizar la Deformación y el trabajo.



Texturómetro RTC 4500 marca BROOKFIELD



Snack extruido a base de Kiwicha y harina de camote.



Evaluación de textura de Snack.

ANEXO 3.3. Determinación de Actividad de Agua.

Procedimiento:

- Moler las muestras en un mortero
- Agregar aproximadamente 2-3 g de las muestras y colocar sobre cubeta del equipo.
- Colocar la cubeta dentro del equipo analizador de actividad de agua.
- Esperar unos minutos hasta que se han alcanzado las condiciones de estabilidad térmica requeridas. El tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable, dependiendo del alimento a medir, el tiempo puede oscilar entre pocos minutos hasta más de 1 hora.
- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



Muestra molida de Snack

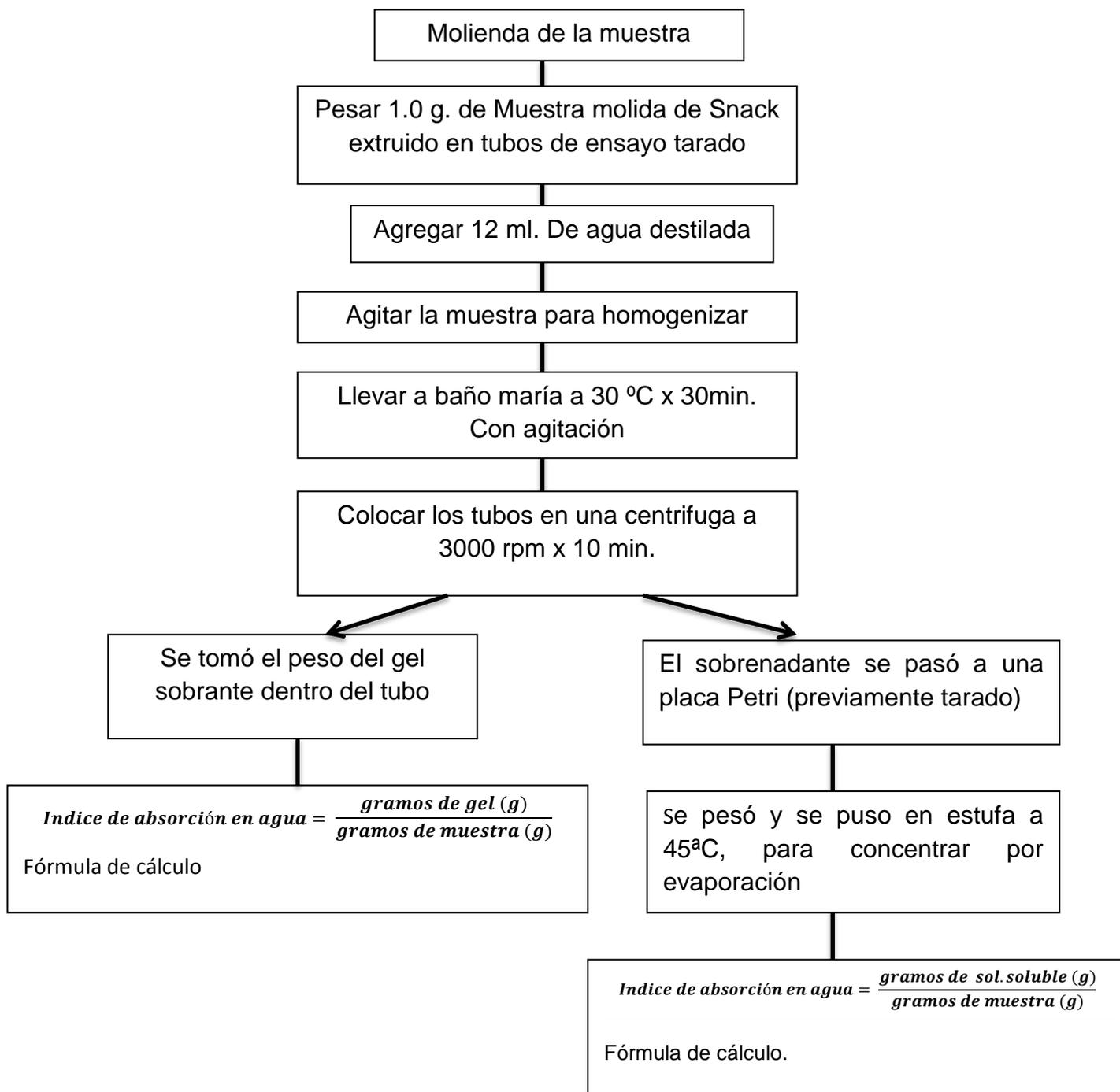


Pesado de Muestra molida de Snack



Equipo para determinar Actividad de Agua (Aw) en el Snack.

ANEXO 3.4. Determinación índice de Absorción de Agua (WAI) e Índice de Solubilidad de Agua (WSI).



ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (WAI) E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA (WSI)



Muestra molida de Snack



Pesado 1.0 g. de Muestra molida de Snack



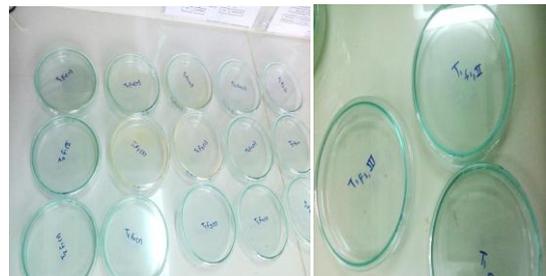
Agitar la muestra, para homogenizar



Llevar a baño maría por 30min.
Con Agitación constante 30°C.



Centrifugar por 10 min. A 3000 RPM



Pesar el solido y el sobrenadante llevarlo a placas Petri hasta q se evapore.

ANEXO IV. ANALISIS DE SNACK.

ANEXO 4.1. Preparación de Cobertura.

- Pesar los insumos azúcar impalpable 33 gr , ácido cítrico 0.03gr y 16.5 ml de agua
- Calentar el agua, disolver la azúcar impalpable y hervir por 5 minutos
- Agregar el ácido cítrico, remover hasta obtener un almíbar consistente, medir el °brix , 157 °B
- Agregar 100gr de snack y posterior mente secar por 15 min en un secador de bandeja a 60 °C, con un flujo de aire de 15 hrz.



Preparación de cobertura –
azúcar investida



Secado del snack con cobertura



Snack listo para los análisis

ANEXO 4.2. Formato de Evaluación Sensorial.

ESCALA HEDÓNICA PARA MEDIR EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE SNACK

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

Fecha: **Celular:**

Evalué las 5 muestras de snack extruido, en sus atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general.

Las calificaciones para los parámetros de evaluación del siguiente producto están en una escala cuantitativa del 1 al 7, donde:

PUNTAJE	DEFINICIÓN
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

I.- Ficha de evaluación por atributos (color, olor, sabor y textura).

. Escriba el código y el puntaje en los espacios en blanco de cada muestra.

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura

II- Aceptabilidad general.

Califique cada muestra de acuerdo a su preferencia.

Muestra	Aceptabilidad

COMENTARIOS:

FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS SENSORIAL



Paneles de evaluación – planta piloto agroindustrial



Panelistas

ANEXO 4.3. Vida Útil.

Fotos entrenamiento de panelista y evaluación sensorial



Capacitación de los panelista



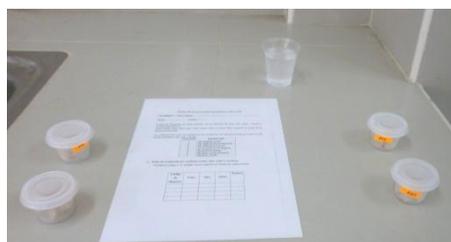
Panelista



Orientación de la evaluación de vida útil a los panelistas.



Muestras de snack óptimos, con recubrimiento y sin recubrimiento

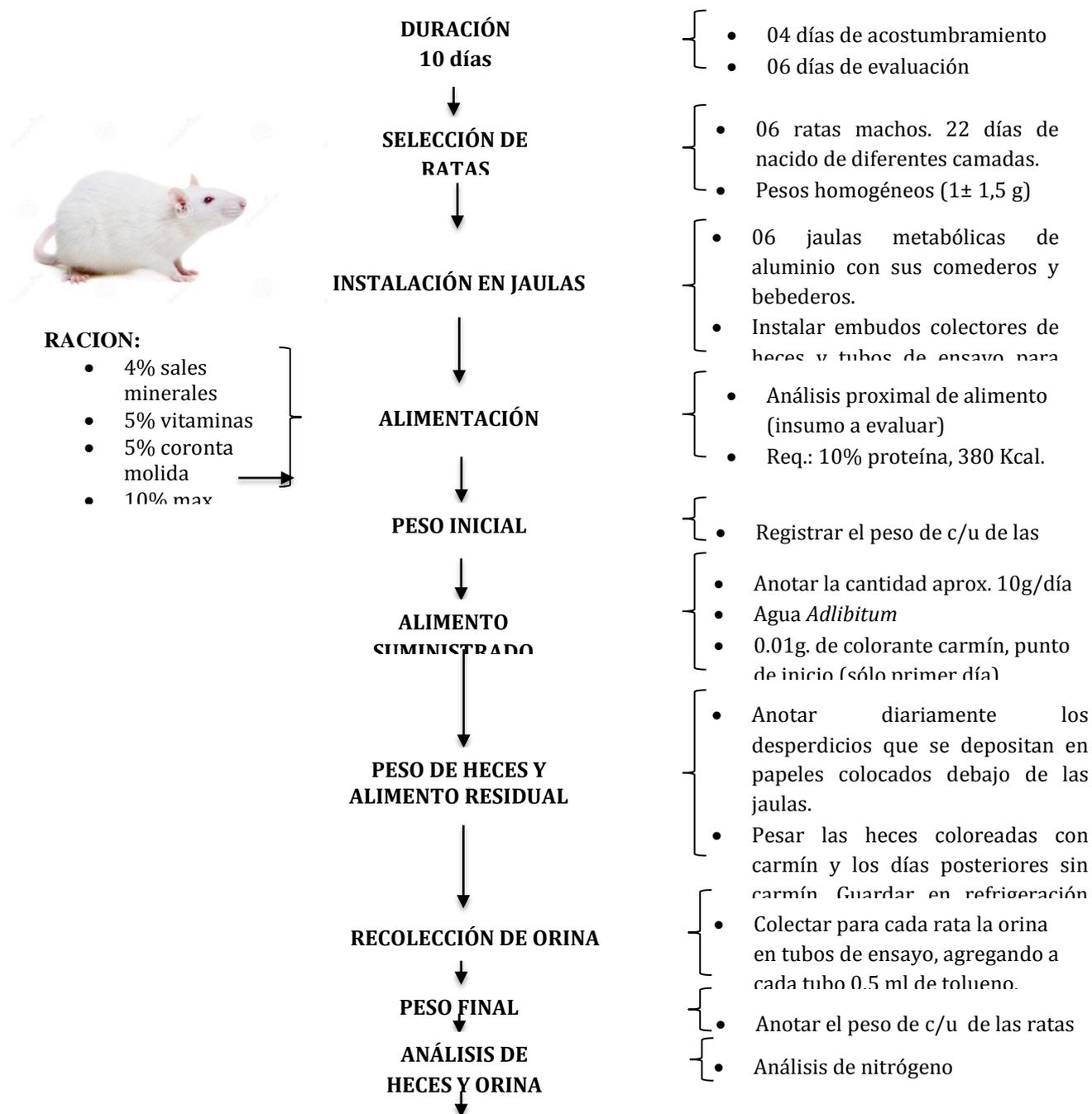


Muestras y ficha para los panelistas.



Análisis por los panelistas

ANEXO 4.4. Evaluación Biológica.



$$\% \text{ VALOR BIOLÓGICO} = \frac{N \text{ ingerido} - (N \text{ excretado} + N \text{ urinario}) \times 100}{N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}}$$

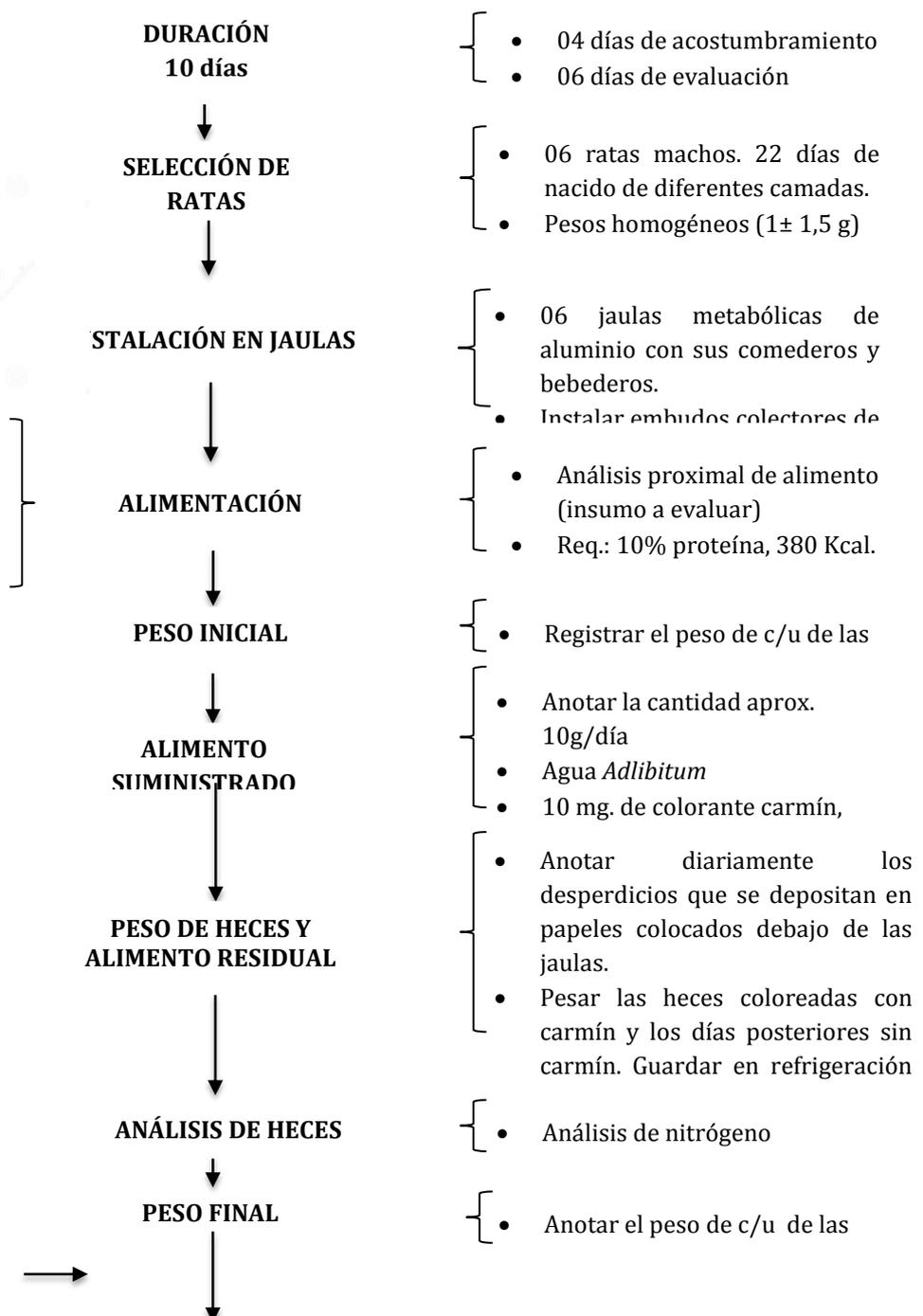
. Determinación del valor biológico

Fuente: manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente: ing. mg.sc Alejandrina Sotelo Méndez, universidad agraria la molina / escuela de post grado, abril 2012.



RACION:

- 4% sales minerales
- 5% vitaminas
- 5% coronta molida
- 10% max.



$$\% \text{ DIGESTIVIDAD APARENTE} = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}}{N \text{ ingerido}} \times 100$$

. Determinación de la Digestividad Aparente

Fuente: manual: evaluación nutricional de alimentos análisis físicoquímicos pruebas biológicas; docente: ing. mg.sc Alejandrina Sotelo Méndez, universidad agraria la molina / escuela de post grado, abril 2012.

DETERMINACION DEL VALOR BIOLÓGICO Y DIGESTIVIDAD APARENTE



Pesado de ratas



Recolección de orina



Imagen de ratas albinas en jaulas



Molienda de muestra de heces secas



Muestra de heces, para determinar nitrógeno.



RACION:

- 4% sales minerales
- 5% vitaminas
- 5% coronta molida
- 10% max. Grasa

DURACIÓN
28 días

SELECCIÓN DE RATAS

INSTALACIÓN EN JAULAS

ALIMENTACIÓN

PESO INICIAL

ALIMENTO SUMINISTRADO

PESO DE ALIMENTO RESIDUAL

PESO FINAL

PER

- 10 ratas machos. 21 - 24 días de nacido de diferentes camadas.
- Pesos homogéneos ($1 \pm 1,5$ g)

- 10 jaulas individuales con sus comederos y bebederos.

- Análisis proximal de alimento y/o (insumo a evaluar)
- Req.: 10% proteína, 380 Kcal.

- Registrar el peso de c/u de las ratas

- Anotar la cantidad aprox. 13g/día
- Agua *Ad libitum*

- Pesar diariamente el alimento residuo de los comederos y los desperdicios que se depositan en papeles colocados debajo de la jaula

- Anotar el peso de c/u de las ratas

CÁLCULOS:

$$PER = \frac{\text{Peso Ganado (g)}}{\text{Proteína Consumida (g)}}$$

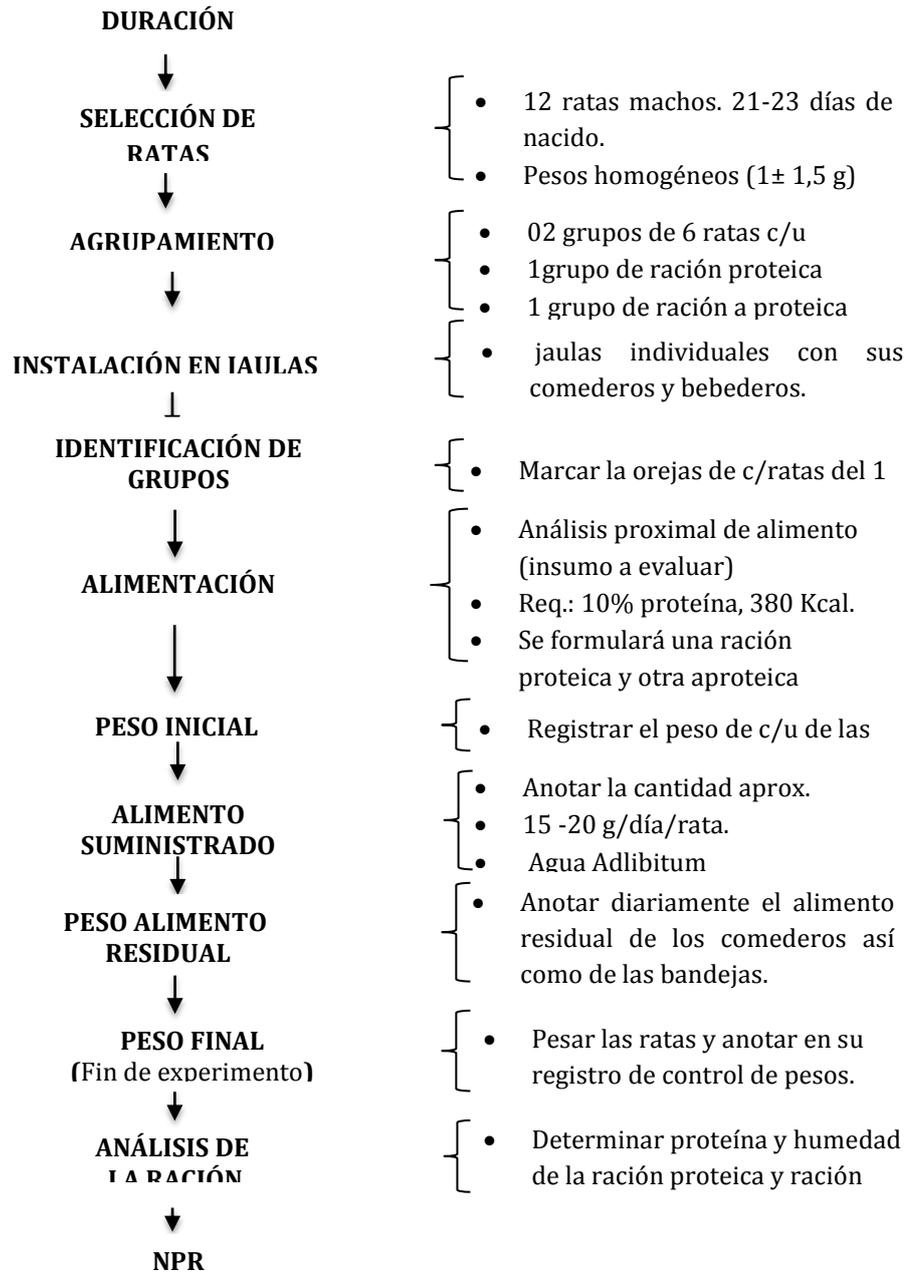
. Determinación de la relación de eficiencia proteica- PER

Fuente: manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente: ing. mg.sc Alejandrina Sotelo Méndez, universidad agraria la molina / escuela de post grado, abril 2012.



RACION:

- 4% sales minerales
- 5% vitaminas
- 5% coronta molida
- 10% max



Realizar la diferencia de peso inicial y el peso final para determinar la ganancia de peso vivo.

$$NPR = \frac{\text{Ganancia de peso grupo proteico(g)} + \text{Pérdida de peso grupo a proteico(g)}}{\text{Proteína ingerida (g)del grupo proteico}}$$

Determinación de la relación de eficiencia proteica determinación de la relación de proteína neta - NPR

Fuente: manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente: ing. mg.sc Alejandrina Sotelo Méndez, universidad agraria la molina / escuela de post grado, abril 2012.

**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA /
DETERMINACION DE LA RELACIÓN DE PROTEINA NETA**



Recolección de heces.



Pesado de heces.

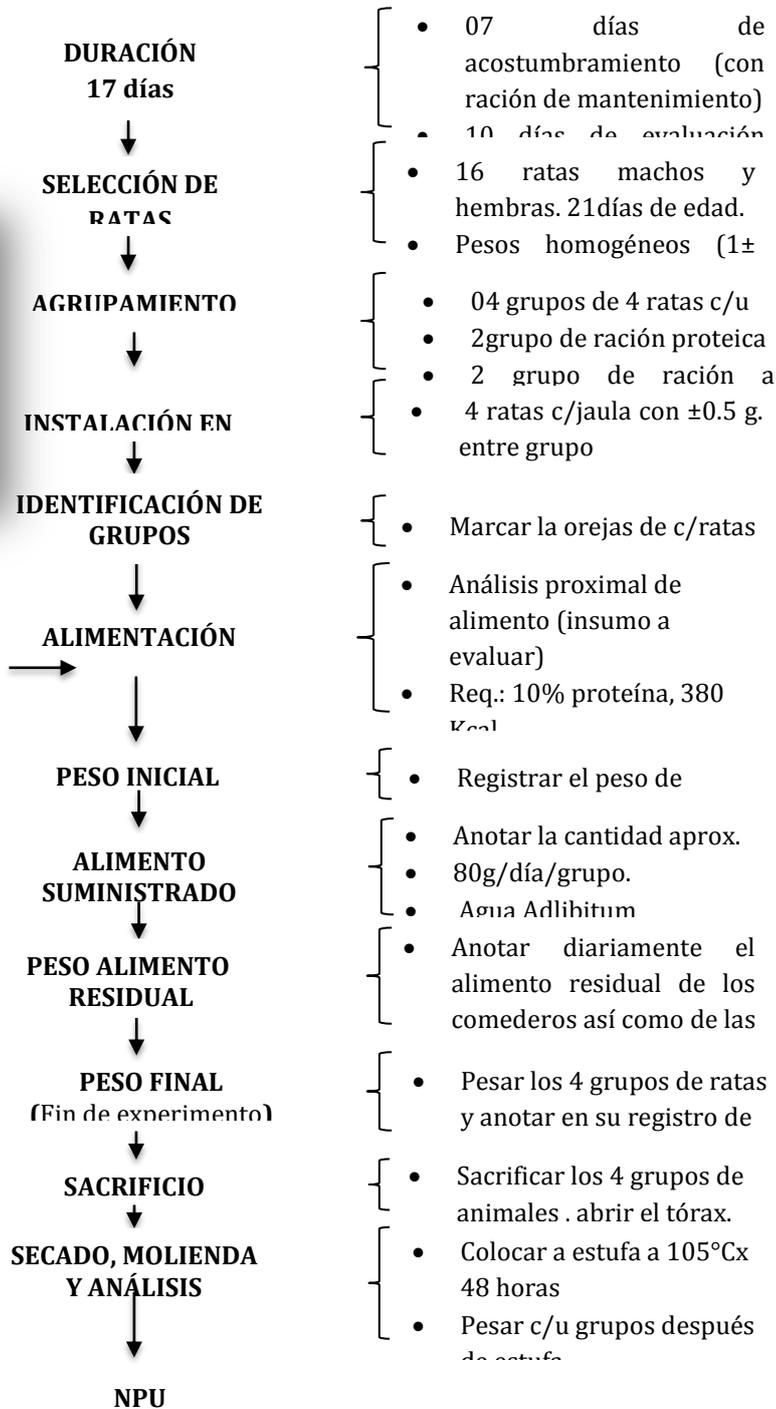


Jaulas artesanales, adaptadas para el análisis



RACION:

- 4% sales minerales
- 5% vitaminas
- 5% coronta molida



$$\text{CALCULOS: } NPU = \frac{B - BK + IK}{I} \times 100$$

Dónde:

- B: Nitrogeno en carcasa de animales de dieta experimental (con proteina)
- BK : Nitrogeno corporal de animales con dieta aprotéica
- IK : Nitrogeno ingerido por el grupo con dieta aprotéica
- I : Nitrogeno ingerido por el grupo con dieta proteica

. Determinación de la utilización neta de proteína – NPU

Fuente: manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente: ing. mg.sc Alejandrina Sotelo Méndez, universidad agraria la molina / escuela de post grado, abril 2012.

DETERMINACION DE LA UTILIZACIÓN NETA DE PROTEINA-NPU



Ratas para el sacrificio



Acondicionamiento para el



Muerte de ratas .



Abertura del torax



Ratas listas para llevar a la estufa , por 48 horas.



Molienda de las ratas secas

ANEXO V. RESULTADOS.

ANEXO 5.1. Resultados Obtenidos en Análisis Fisicoquímicos.

PROGRAMA DE TEMPERATURAS	FORMULACIONES	TEXTURA (MJ)*	EXPANSION*	HUMEDAD (%)*	ACTIVIDAD DE AGUA *	INDICE DE ABSORCIÓN EN AGUA *	INDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA *
PT1	F1	135.02 ± 4.61	2.67 ± 0.29	6.55 ± 0.43	0.42 ±0.02	2.27 ±0.34	0.54 ± 0.12
	F2	139.83 ± 2.85	2.33 ± 0.08	6.43 ± 0.22	0.39 ±0.0	2.73 ±0.21	0.24 ± 0.07
	F3	144.86 ± 1.57	3.17 ±0.30	5.94 ± 0.20	0.37 ±0.00	3.06 ±0.15	0.04 ± 0.11
	F4	93.24 ± 1.55	2.33 ± 0.05	5.87 ± 0.29	0.35 ±0.0	3.03 ±0.03	0.08 ± 0.01
	F5	110.39 ± 2.27	2.50 ± 0.00	6.05 ± 0.19	0.38 ±0.00	3.09 ±0.07	0.15 ± 0.12
PT2	F1	121.74 ± 2.77	2.50 ± 0.34	7.88 ± 0.44	0.46 ±0.00	2.87 ±0.10	0.11 ± 0.15
	F2	91.84 ± 1.67	2.67± 0.05	6.45 ± 0.06	0.46 ±0.11	2.93 ±0.25	0.08 ± 0.14
	F3	125.36 ± 1.28	2.50 ± 0.24	6.03 ± 0.32	0.36 ±0.00	3.14 ±0.45	0.08 ±0.22
	F4	100.3 ± 1.71	2.50 ± 0.05	6.01 ± 0.25	0.34 ±0.00	3.87 ±0.13	0.08 ± 0.03
	F5	117.11 ± 2.48	2.67 ± 0.22	6.16 ± 0.05	0.35 ±0.00	3.03±0.51	0.13 ± 0.01

*Desviación estándar, n=3

PT1: Programa De Temperatura número 1

PT2: programa de temperatura número 2

ANEXO 5.2. Análisis de Aceptabilidad Atributo color, con el programa de temperatura uno (PT1).

TRATAMIENTOS	PT1F1	PT1F2	PT1F3	PT1F4	PT1F5
	K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%
PANELISTAS	250	125	510	318	422
1	4	4	4	5	5
2	6	5	7	6	5
3	6	7	6	6	6
4	5	6	6	5	5
5	4	3	5	6	7
6	5	4	3	6	7
7	6	7	6	5	5
8	5	7	5	7	6
9	6	4	5	5	6
10	7	7	7	7	7
11	6	5	4	2	6
12	6	5	6	5	5
13	4	5	3	4	6
14	3	6	5	3	3
15	7	5	4	5	4
16	5	5	6	6	6
17	6	6	6	6	6
18	6	6	6	6	6
19	7	4	5	7	7
20	6	7	1	6	7
21	5	5	4	3	6
22	6	6	6	6	5
23	5	4	4	6	5
24	6	5	7	4	5
25	6	6	6	2	2
26	6	6	6	6	6
27	6	7	4	6	5
28	5	7	7	6	5
29	7	6	7	7	6
30	6	5	4	3	7
31	5	5	5	4	7
32	6	5	6	6	7
33	6	5	4	5	6
34	6	5	6	6	5
35	5	7	7	7	6
SUMA	196	192	183	185	198
PROMEDIO	5.60	5.49	5.23	5.29	5.66

ANEXO 5.3. Análisis de Aceptabilidad Atributo color, con el Programa de temperatura dos (PT2).

TRATAMIENTO	PT2F1 K50% /HC50%	PT2F2 K55% /HC45%	PT2F3 K60% /HC40%	PT2F4 K65% /HC35%	PT2F5 K70% /HC30%
PANELISTAS	712	420	586	525	257
1	6	5	6	6	5
2	5	7	7	7	6
3	5	4	6	6	5
4	6	6	6	6	5
5	7	5	4	6	3
6	4	5	6	6	5
7	3	3	5	3	5
8	6	7	6	7	6
9	6	6	6	6	5
10	6	6	7	6	6
11	6	6	6	7	6
12	5	6	7	6	6
13	6	3	4	3	5
14	6	6	5	6	6
15	4	2	6	2	3
16	5	6	5	6	5
17	4	4	4	4	4
18	4	5	7	6	4
19	4	4	4	4	4
20	6	5	6	5	6
21	7	6	6	6	5
22	6	6	7	6	6
23	6	5	6	6	6
24	6	6	5	5	5
25	6	6	6	6	5
26	6	5	6	6	7
27	5	6	6	6	6
28	4	5	5	4	5
29	5	5	5	5	5
30	7	7	7	7	6
31	5	6	5	7	6
32	6	6	7	7	5
33	4	5	3	4	6
34	6	5	5	5	5
35	4	5	4	6	4
SUMA	187	185	196	194	182
PROMEDIO	5.34	5.29	5.60	5.54	5.2

**ANEXO 5.4. Análisis de Aceptabilidad Atributo Olor, con el Programa
Temperatura uno (PT1).**

TRATAMIENTOS	PT1F1	PT1F2	PT1F3	PT1F4	PT1F5
	K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%
PANELISTA	250	125	510	318	422
1	4	4	4	4	5
2	5	5	7	6	4
3	6	6	5	6	6
4	4	5	6	5	5
5	4	6	6	5	5
6	3	4	2	5	6
7	6	6	5	5	5
8	7	7	7	7	7
9	6	3	4	6	6
10	5	7	5	4	4
11	5	4	4	4	6
12	5	5	7	6	5
13	3	3	2	4	4
14	3	3	5	5	3
15	4	2	5	5	3
16	7	6	6	5	6
17	6	6	6	6	6
18	5	4	4	4	5
19	6	6	5	7	7
20	4	5	2	4	6
21	4	5	4	4	4
22	3	5	4	5	4
23	6	4	4	4	4
24	5	4	5	4	4
25	4	5	6	6	3
26	6	6	6	6	6
27	6	7	5	7	5
28	5	6	7	7	6
29	5	5	5	6	5
30	4	6	3	2	5
31	4	4	4	4	4
32	5	6	6	7	5
33	5	5	5	4	4
34	4	4	4	4	4
35	4	4	4	5	4
SUMA	168	173	169	178	171
PROMEDIO	4.8	4.94	4.83	5.09	4.89

ANEXO 5.5. Análisis de Aceptabilidad Atributo Olor, con el Programa de Temperatura (PT2).

TRATAMIENTOS	PT2F1	PT2F2	PT2F3	PT2F4	PT2F5
	K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%
PANELISTAS	712	420	586	525	257
1	4	4	4	4	4
2	4	4	4	5	4
3	4	4	6	5	4
4	6	6	6	6	6
5	6	4	5	7	3
6	4	5	5	5	4
7	6	5	4	4	4
8	6	7	6	7	7
9	5	5	5	6	5
10	5	6	7	6	5
11	5	5	5	5	5
12	7	7	7	7	7
13	2	3	3	4	4
14	6	6	5	6	6
15	4	2	5	1	2
16	5	4	3	5	3
17	4	4	4	4	4
18	3	3	5	6	3
19	3	4	4	3	4
20	5	4	5	5	4
21	6	5	5	6	5
22	6	5	6	5	5
23	6	6	6	6	6
24	6	6	5	4	5
25	6	3	5	5	5
26	4	5	4	5	5
27	4	3	4	4	4
28	4	4	5	4	5
29	4	4	4	4	4
30	5	6	5	6	6
31	6	5	6	6	6
32	6	6	7	6	5
33	5	5	4	5	6
34	5	5	5	6	5
35	4	4	5	5	4
SUMA	171	164	174	178	164
PROMEDIO	4.89	4.69	4.97	5.09	4.69

ANEXO 5. 6. Datos de evaluación de Aceptabilidad Atributo Sabor, con el programa de Temperatura (PT1).

TRATAMIENTO	PT1F1 K50% /HC50%	PT1F2 K55% /HC45%	PT1F3 K60% /HC40%	PT1F4 K65% /HC35%	PT1F5 K70% /HC30%
PANELISTAS	250	125	510	318	422
1	4	5	4	5	5
2	6	5	7	7	7
3	6	6	5	7	7
4	6	6	5	6	6
5	2	5	3	5	5
6	6	3	5	4	7
7	7	7	5	6	6
8	5	6	7	6	7
9	6	3	4	5	7
10	6	7	5	5	6
11	4	2	6	5	7
12	6	5	6	6	6
13	6	4	2	3	4
14	3	5	5	5	3
15	4	3	5	5	2
16	6	5	4	5	5
17	4	4	4	5	6
18	4	5	4	4	5
19	7	7	6	7	7
20	7	3	1	7	3
21	5	7	5	6	7
22	6	5	5	6	6
23	7	3	3	5	6
24	6	5	6	4	5
25	2	5	6	6	7
26	5	6	6	6	7
27	6	5	5	7	7
28	6	6	7	5	5
29	5	3	7	7	5
30	7	4	3	5	6
31	3	6	5	7	3
32	5	5	6	5	6
33	5	6	5	6	5
34	5	5	6	6	6
35	3	6	6	3	6
SUMA	181	173	174	192	198
PROMEDIO	5.46	4.8	5.26	5.4	5.75

ANEXO 5.7. Datos de evaluación de Aceptabilidad Atributo sabor, con el Programa de Temperatura dos (PT2).

TRATAMIENTO	PT2F1 K50% /HC50%	PT2F2 K55% /HC45%	PT2F3 K60% /HC40%	PT2F4 K65% /HC35%	PT2F5 K70% /HC30%
PANELISTAS	712	420	586	525	257
1	5	5	6	6	6
2	3	6	6	3	6
3	5	4	6	5	4
4	6	5	6	6	6
5	6	4	5	7	3
6	4	6	5	5	4
7	3	4	6	6	6
8	7	6	7	6	7
9	6	3	6	5	2
10	5	7	6	6	7
11	6	5	5	7	5
12	6	5	7	6	6
13	6	2	2	1	5
14	6	5	5	7	6
15	5	1	5	1	2
16	6	5	5	6	6
17	4	5	4	5	4
18	6	6	7	6	6
19	6	6	5	6	4
20	6	4	6	6	4
21	5	5	4	6	5
22	5	6	7	6	5
23	7	6	7	6	6
24	6	6	5	5	6
25	4	2	7	6	5
26	6	6	7	5	4
27	5	5	5	5	6
28	4	5	5	4	5
29	5	5	5	4	4
30	5	5	6	5	5
31	6	6	6	6	6
32	7	5	7	6	5
33	5	6	4	6	5
34	5	4	5	5	6
35	6	6	7	7	6
SUMA	188	172	197	188	178
PROMEDIO	5.37	4.91	5.63	5.37	5.09

ANEXO 5. 8. Datos de evaluación de Aceptabilidad Atributo textura, con el programa de Temperatura uno (PT1).

TRATAMIENTO	PT1F1 K50% /HC50%	PT1F2 K55% /HC45%	PT1F3 K60% /HC40%	PT1F4 K65% /HC35%	PT1F5 K70% /HC30%
PANELISTAS	250	125	510	318	422
1	5	5	5	5	5
2	7	6	5	7	6
3	7	6	6	6	6
4	6	5	5	6	6
5	4	2	5	6	6
6	2	6	4	5	7
7	6	6	6	6	6
8	7	7	7	7	7
9	6	4	5	6	7
10	3	2	4	3	3
11	7	3	6	6	6
12	5	5	5	6	6
13	4	2	1	2	6
14	5	3	6	4	2
15	5	5	4	3	2
16	7	6	6	7	6
17	7	7	7	7	7
18	4	5	3	5	5
19	6	6	6	7	7
20	2	3	2	2	5
21	6	7	6	6	6
22	7	6	6	7	6
23	6	5	5	4	5
24	6	4	7	3	5
25	5	3	5	5	6
26	6	5	6	6	7
27	6	5	4	7	7
28	6	5	6	6	7
29	7	6	7	7	7
30	7	5	4	4	7
31	6	6	6	6	6
32	5	3	5	6	6
33	7	7	7	7	6
34	5	5	7	6	6
35	1	2	5	3	3
SUMA	191	168	184	189	201
PROMEDIO	5.46	4.8	5.26	5.4	5.74

ANEXO 5.9. Datos de evaluación de Aceptabilidad Atributo textura, con el programa de Temperatura dos (PT2).

	PT2F1	PT2F2	PT2F3	PT2F4	PT2F5
TRATAMIENTO	K50% /HC50%	K55% /HC45%	K60% /HC40%	K65% /HC35%	K70% /HC30%
PANELISTAS	712	420	586	525	257
1	5	5	7	6	6
2	1	2	5	3	3
3	6	4	6	5	5
4	6	6	6	6	6
5	7	6	3	5	4
6	5	5	6	6	5
7	4	4	6	4	4
8	6	7	6	7	7
9	6	6	6	6	5
10	6	7	6	6	6
11	6	5	5	7	5
12	7	6	7	7	7
13	6	2	4	1	3
14	6	5	6	7	6
15	5	3	4	1	4
16	6	6	6	7	6
17	5	5	5	5	5
18	5	6	6	7	5
19	5	4	4	5	4
20	6	5	6	5	4
21	6	6	6	6	5
22	7	7	7	7	7
23	6	7	6	6	6
24	6	6	6	6	6
25	5	5	5	3	6
26	5	4	6	5	6
27	5	5	5	6	6
28	5	5	5	4	6
29	6	7	6	6	6
30	6	5	5	5	6
31	7	6	6	7	7
32	6	5	7	6	5
33	5	6	4	7	5
34	5	5	6	6	6
35	6	7	7	7	7
SUMA	195	185	197	193	190
PROMEDIO	5.57	5.29	5.63	5.51	5.43

ANEXO 5. 10. Datos de Análisis Fisicoquímicos - Vida Útil.

ANALISIS	TRATAMIENTOS	DIAS					
		0	3	6	10	15	20
H%	SCPT1F5	6.05	6.7	7.85	8.62	8.72	9.25
	CPT1F5	5.01	5.29	6.81	7.27	7.39	7.13
	SCPT2F3	6.03	6.28	7.82	8.18	8.31	8.57
	CPT2F3	5.024	5.22	6.56	6.69	6.91	7.15
AW	SCPT1F5	0.39	0.41	0.47	0.48	0.49	0.51
	CPT1F5	0.39	0.41	0.43	0.46	0.48	0.48
	SCPT2F3	0.39	0.40	0.45	0.46	0.47	0.49
	CPT2F3	0.37	0.40	0.42	0.41	0.46	0.47
textura mJ	SCPT1F5	100.04	121.08	195.72	168.81	180.20	209.77
	CPT1F5	110.39	116.34	114.47	208.80	168.48	270.14
	SCPT2F3	68.88	138.33	157.22	113.72	123.70	206.71
	CPT2F3	125.36	133.45	139.50	163.44	164.52	285.06

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5.11. Datos de Evaluación de Vida Útil de las Distintas formulaciones de snack a base Kiwicha - harina de camote, empacada en Bolsas de polipropileno a temperatura Ambiente para el Atributo Olor.

N° Panelistas	OLOR SCPT1F5					OLOR CPT1F5					OLOR SCPT2F3					OLOR CPT2F3								
	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20
1	6	6	5	5	5	4	7	6	6	6	6	5	5	5	5	6	5	5	6	6	6	6	5	5
2	6	6	6	5	4	4	7	7	7	6	5	5	7	6	5	5	4	4	7	6	5	4	5	5
3	5	5	3	4	7	5	7	6	5	5	6	5	5	5	4	5	6	4	5	5	4	4	5	4
4	6	6	6	6	4	4	6	6	6	7	4	4	6	6	6	7	4	3	6	6	6	6	5	4
5	5	5	5	5	4	4	6	6	6	5	5	3	5	5	5	6	4	5	5	6	6	5	4	4
6	5	5	4	4	4	4	5	6	6	6	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4
7	6	6	6	5	5	3	7	6	5	6	4	5	6	6	6	6	5	3	5	5	6	6	4	3
8	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	4
9	6	6	5	4	4	4	6	6	6	4	4	4	5	5	5	4	6	5	7	6	6	4	5	5
10	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4

Dónde:

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5.12. Datos de evaluación de Vida útil de las Distintos Tratamientos de snack a base de Kiwicha- Harina de Camote, Empacada en bolsas de Polipropileno a temperatura Ambiente para el Atributo Color.

N° Panelistas	COLOR SCPT1F5						COLOR CPT1F5						COLOR SCPT2F3						COLOR CPT2F3					
	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20
1	7	6	5	6	6	5	7	7	7	7	6	5	6	6	6	7	5	5	6	6	6	6	6	6
2	6	6	6	5	5	4	7	7	7	7	6	5	6	6	5	4	3	4	6	5	4	4	6	4
3	7	6	5	6	7	5	7	6	5	7	6	4	6	5	4	6	5	4	6	6	5	5	6	4
4	7	7	7	6	6	4	6	6	6	7	6	5	6	6	5	7	5	4	6	6	5	6	5	5
5	5	5	5	5	5	3	6	6	7	5	5	4	5	6	6	5	3	4	6	6	7	6	5	5
6	5	5	5	5	4	4	5	6	6	6	5	4	4	5	5	5	5	4	6	5	4	5	5	4
7	4	5	5	5	4	3	7	6	6	6	5	5	4	5	5	6	4	3	5	6	6	6	5	4
8	7	7	7	5	6	4	6	6	7	5	6	5	7	6	6	7	5	4	7	7	7	5	6	5
9	6	6	5	6	6	4	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	5	7	6	5	6	6	6
10	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4

Dónde:

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5. 13. Datos de Evaluación de Vida útil de las Distintas Formulaciones de snack a base Kiwicha-Harina de Camote, Empacada en Bolsas de Polipropileno a temperatura Ambiente para el Atributo Sabor.

N° Panelistas	SABOR SCPT1F5						SABOR CPT1F5						SABOR SCPT2F3						SABOR CPT2F3					
	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20
1	5	5	3	5	3	3	7	7	7	7	6	5	5	5	5	7	3	3	7	7	7	5	6	5
2	5	5	4	4	4	4	6	6	7	7	5	5	6	5	4	6	5	4	6	6	6	4	5	5
3	5	5	5	4	5	4	7	6	6	6	5	4	5	5	5	6	4	3	6	6	6	4	5	4
4	5	6	6	5	3	5	7	7	7	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	5	5	6	5
5	5	5	4	4	1	3	7	7	6	5	5	4	5	5	5	6	2	4	6	6	7	5	4	5
6	5	5	4	5	3	4	6	6	6	5	5	5	4	5	5	6	4	3	7	6	5	4	4	4
7	5	5	4	5	3	3	7	7	7	6	4	4	5	5	4	7	3	3	6	6	7	6	4	4
8	7	6	6	6	6	4	6	6	6	7	7	5	7	6	6	7	6	4	7	7	7	6	7	5
9	6	6	6	4	6	4	7	7	7	5	6	5	7	6	5	4	6	4	7	6	6	4	6	5
10	5	5	4	4	4	4	5	5	5	6	5	4	4	4	4	6	4	4	6	6	5	4	5	5

Dónde:

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5.14. Datos Evaluación de Vida Útil de las Distintos Tratamientos de Snack a Base Kiwicha-Harina de camote, Empacada en bolsa de Polipropileno a temperatura Ambiente para el Atributo textura.

N° Panelistas	TEXTURA SCPT1F5					TEXTURA CPT1F5					TEXTURA SCPT2F3					TEXTURA CPT2F3								
	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20
1	6	6	7	5	5	4	7	7	7	7	5	5	5	6	6	6	3	3	6	6	7	5	5	5
2	5	5	5	4	4	4	6	6	6	5	4	3	6	6	5	6	5	4	6	6	5	6	4	4
3	7	6	6	5	4	4	6	6	6	6	5	5	7	6	6	6	3	3	6	6	5	5	5	4
4	6	6	6	6	3	5	7	7	7	5	5	5	6	6	6	5	4	6	7	6	6	6	5	5
5	5	5	5	5	3	4	6	6	6	5	4	4	5	6	6	5	4	4	6	6	6	5	4	5
6	6	5	4	6	5	5	4	6	6	7	4	5	6	6	6	6	6	4	5	5	5	5	3	4
7	6	6	6	5	3	3	7	7	7	5	4	2	6	6	7	6	4	4	6	6	6	6	3	4
8	7	7	7	7	5	3	7	7	7	7	6	5	7	7	7	7	5	4	7	7	7	7	7	5
9	5	6	6	3	6	4	7	6	5	4	6	5	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	5
10	6	6	5	4	4	3	6	6	5	5	4	4	6	6	5	5	4	4	7	6	5	5	5	4

Dónde:

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5.15. Datos de Evaluación de vida útil de los distintos Tratamientos de Snack a base Kiwicha-harina de camote, empacada en bolsa de Polipropileno a Temperatura Ambiente para determinar la Aceptabilidad General.

N° Panelistas	Aceptabilidad General SCPT1F5						Aceptabilidad General CPT1F5						Aceptabilidad General SCPT2F3						Aceptabilidad General CPT2F3					
	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20	0	3	6	10	15	20
1	6	6	5	5	5	5	7	7	7	7	6	5	5	5	5	5	6	3	6	6	7	6	6	4
2	5	6	6	4	4	4	7	7	7	7	5	4	6	5	4	6	4	4	6	6	5	4	4	5
3	5	5	5	5	5	4	7	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	4	7	6	4	5	6	4
4	5	5	6	5	4	4	7	7	7	6	5	5	5	5	5	6	5	4	6	6	5	5	5	5
5	5	5	4	6	4	4	7	7	6	5	5	5	5	6	6	5	5	4	6	6	6	5	5	5
6	5	5	4	6	5	5	7	6	6	7	4	5	5	5	5	6	5	3	6	6	5	5	4	4
7	5	5	5	5	3	3	7	6	6	6	4	4	5	6	6	6	6	3	6	7	7	6	4	4
8	7	6	6	6	6	3	7	7	7	7	7	5	7	6	6	7	6	4	7	7	7	6	7	5
9	3	5	5	4	5	4	2	6	6	5	6	4	4	5	5	6	4	3	1	6	6	4	6	5
10	5	5	4	5	4	4	6	6	6	6	4	4	5	5	4	6	4	3	6	6	6	4	5	4

SCPT1F5 = Snack sincobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

CPT1F5 = Snack con cobertura PT1, F5 (70 % KIWICHA – 30% HARINA DE CAMOTE)

SCPT2F3 = Snack sincobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

CPT2F3 = Snack con cobertura PT2, F3 (60 % KIWICHA – 40% HARINA DE CAMOTE)

ANEXO 5.16. Resultados Obtenidos en el Análisis Biológicos.

ANEXO 5.16.1. Datos Obtenidos del Análisis de Valor Biológicos y Digestibilidad Aparente.

Alimento: Snack P T1f5

N°	PESO DE RATAS						GANANCIA DE PESO	CONSUMO	HECES	ORINA
	1	2	3	4	5	6		DE ALIMENTO (g,)	(g.)	(ml)
1	73.36	70.95	72.38	80.79	78.76	76.07	2.71	60.5	4.5	35.0
2	76.19	80.26	78.32	87.34	84.79	90.20	14.01	60.4	5.0	51.40
3	80.62	84.13	81.81	91.31	89.75	86.00	5.38	60.3	5.1	64.80
Total							21.56	181.2	14.6	151.2
Promedio							7.187	60.4	4.87	50.40

Alimento: Snack PT2F3

N°	PESO DE RATAS						GANANCIA DE PESO	CONSUMO	HECES	ORINA
	1	2	3	4	5	6		DE ALIMENTO (g.)	(g.)	(ml)
1	76.05	76.84	74.3	79.57	76.33	88.26	12.21	60.65	3.63	55.00
2	85.24	86.46	85.22	92.97	89.15	87.85	2.61	60.46	5.13	59.20
3	69.62	71.42	71.68	75.2	76.25	80.25	10.63	60.1	4.1	24.30
Total							25.45	181.21	12.86	138.5
Promedio							8.48	60.40	4.29	46.17

ANEXO 5.16.2. Datos Obtenidos para PER y NPR.

Alimento: Snack PT1F5

N°	PESO INICIAL (gr)	SEMANAS(pesos)				GANANCIA DE PESO (gr)	CONSUMO DE ALIMENTO(gr)	CONSUMO PROTEINAS (gr)
		1	2	3	4			
1	64.05	91.68	118.62	128.14	136.57	72.52	327.22	40.90
2	57.54	83.65	95.04	93.47	89.41	31.87	313.11	39.14
3	66.80	91.8	107.04	143.68	184.82	118.02	314.50	39.31
TOTAL						222.41	954.83	119.35
PROMEDIO						74.14	318.28	39.78

Alimento Snack PT2F3

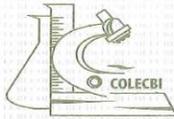
N°	PESO INICIAL (gr)	SEMANAS				GANANCIA DE PESO (gr)	CONSUMO DE ALIMENTO(gr)	CONSUMO PROTEINAS (gr)
		1	2	3	4			
1	64.05	87.48	95.19	106.98	120.91	56.856	257.16	23.32
2	57.54	66.11	81.46	97.61	116.89	57.54	255.82	23.20
3	66.80	81.16	99.11	109.04	120.75	53.95	282.93	25.66
TOTAL						168.34	795.91	72.19
PROMEDIO						56.11	265.30	24.06

ANEXO 17. Resultados determinación de Proteína Neta (NPU).

PARÁMETRO	Muestra		
	PT1F5	PROTEICA PT2F3	APROTEICA
Número de animales	3	3	
Peso inicial (gr)	62.80	66.80	84.5
Peso final (gr)	112.68	97.74	63.86
Ganancia de peso (gr)	49.88	34.95	20.64
Consumo de alimento (gr)	217.88	214.83	53.06
Nitrógeno del alimento (%)	2.00	1.45	0.17
Promedio de consumo del nitrógeno (gr)	4.36	3.12	0.09
Promedio peso seco carcasa (gr)	30.96	32.37	18.69
Nitrógeno en carcasa (%)	8.08	8.45	9.77
Contenido de nitrógeno en carcasa (gr)	2.51	2.74	1.83

ANEXO 6.17. Resultados Microbiológicos.

Resultas de la muestra PT1F5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 2543A-16

SOLICITADO POR : THALIA HUAMANCONDOR BORJA.
GUISELA CARBAJAL ROMERO.
DIRECCION : Villa Mercedes Mz. H Lote 5 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : SNACK A BASE DE KIWICHA (*Amarantus caudatus*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*)
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 300g
PRESENTACION DE LA MUESTRA : Bolsa de polipropileno, transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016-08-06
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016-08-06
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 2016-08-11
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.
CODIGO COLECBI : SS 001358-16

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	T1F5
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	40re
Coliformes (NMP/g)	<3
Presuntos <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<10 ²
Mohós (UFC/g)	<10
Levaduras (UFC/g)	<10
Salmonella en 25 g	Ausencia

METODOLOGÍA EMPLEADA

Aerobios Mesófilos Totales : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos Método de Recuento en Placa. Método 1.
Coliformes : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.132 a 134. Recuento de Coliformes: Técnica del Número Más Probable (NMP) Método 1 (Norteamericano).
Presuntos *Bacillus cereus* : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.: 285 - 286. Recuento de presuntos *Bacillus cereus*.
Mohos, Levaduras : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.:166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.
Salmonella UNE-EN ISO 6579:2003 / Con Modificación según documento UNE-EN ISO 6579:2003/A1 Diciembre 2007. Microbiología de los Alimentos para Consumo Humano y Alimentación Animal. Método Horizontal para la Detección de *Salmonella* spp. Excepto Item 9.5.4.5 Modificación 1: Anexo D: Detección de *Salmonella* spp. En heces de animales y en muestras ambientales en la etapa de producción primaria.

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
 - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
 - Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 - No afecto al proceso de Dirmiancia por ser la muestra Producto Perecible.
- Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Agosto 12 del 2016.

Fecha de GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Versión : 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

Resultados de la muestra PT2F3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 2543B-16

SOLICITADO POR : THALIA HUAMANCONDOR BORJA.
DIRECCIÓN : GUISELA CARBAJAL ROMERO.
DIRECCIÓN : Villa Mercedes Mz. H Lote 5 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : SNACK A BASE DE KIWICHA (*Amarantus caudatus*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*)
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 300g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polipropileno, transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016-08-06
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016-08-06
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 2016-08-11
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.
CODIGO COLECBI : SS 001358-16

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	T2F3
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	50re
Coliformes (NMP/g)	<3
Presuntos <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<10 ²
Mohos (UFC/g)	10re
Levaduras (UFC/g)	<10
Salmonella en 25 g	Ausencia

METODOLOGÍA EMPLEADA

Aerobios Mesófilos Totales : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pag.:120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos Método de Recuento en Placa. Método 1.
Coliformes : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pag.:132 a 134. Recuento de Coliformes: Técnica Del Número Más Probable (NMP) Método 1 (Norteamericano).
Presuntos *Bacillus cereus* : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pag.: 285 - 286. Recuento de presuntos *Bacillus cereus*.
Mohos, Levaduras : ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pag.:166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.
Salmonella UNE-EN ISO 6579:2003 / Con Modificación según documento UNE-EN ISO 6579:2003/A1 Diciembre 2007. Microbiología de los Alimentos para Consumo Humano y Alimentación Animal. Método Horizontal para la Detección de *Salmonella* spp. Excepto Item 9.5.4.5 Modificación 1: Anexo D: Detección de *Salmonella* spp. En heces de animales y en muestras ambientales en la etapa de producción primaria.

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirrección por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Agosto 12 del 2016.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 326
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Versión : 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



I. DATOS GENERALES (PRE GRADO):

1.1. UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

1.2. ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL:

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

1.3. TITULO DE TRABAJO:

“INFLUENCIA DE LA EXTRUSIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE UN SNACK A BASE DE KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y HARINA DECAMOTE (*Ipomoea batatas*)”

1.4. AREA DE INVESTIGACION:

EXPERIMENTAL Y APLICADO

1.5. AUTORES:

DNI: 46462548, GUISELA PILAR CARBAJAL ROMERO

DNI: 71934187, THALIA STEFANY HUAMANCONDOR BORJA

1.6. TITULO PROFESIONAL AL QUE CONDUCE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

1.7. AÑO DE APROBACION DE LA SUSTENTACION:

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



II. CONTENIDO DEL RESUMEN:

2.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

2.1.1. Objetivo de la Investigación:

En el ámbito mundial, existe una deficiencia en cuanto al consumo de alimentos ricos en proteínas, esto mayormente se refleja en los países en vías de desarrollo. En el Perú más de la mitad de la población infantil sufre de mal nutrición por diversas razones. Las familias pobres no tienen capacidad adquisitiva para una balanceada alimentación de sus niños. La carne, la leche y otros alimentos de origen animal, son caros, y por eso es importante buscar fuentes proteicas más económicas y hacerlas llegar a la población más necesitada, de allí la importancia de elaborar nuevos productos alimenticios (snack), sobre la base de cultivos andinos, cuya calidad nutricional (proteico calórica) se acerque a la de origen animal; utilizando el proceso tecnológico de cocción-extrusión, que permite obtener productos de muy buena calidad y aceptabilidad, así como mínima pérdida de componentes nutricionales.

2.1.2. Formulación del Problema:

¿Cuál será el programa de temperatura de extrusión y la mezcla Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*), para obtener snack de buena calidad fisicoquímicas y aceptabilidad?.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



2.2. OBJETIVOS:

2.2.1. Objetivo General:

- Determinar el programa de temperatura de extrusión y la mezcla Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*), para obtener snack de buena calidad fisicoquímicas y aceptabilidad.

2.2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el análisis proximal de la Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y la harina de camote (*Ipomoea Batatas*).
- Establecer la mezclakiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea Batatas*), para obtener snack de buena calidad fisicoquímica y aceptabilidad.
- Determinar la programación de temperaturas de extrusión de la mezcla kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea Batatas*), para obtener snack de buena calidad fisicoquímica y aceptabilidad.
- Realizar los análisis de aceptabilidad : color, olor, sabor y textura
- Determinar las características fisicoquímicos de snack de kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea Batatas*)
- Evaluación biológica (PER, DV, NPU y VB).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Evaluación microbiológica del snack de kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y harina de camote (*Ipomoea Batatas*).

2.3. HIPOTESIS:

- El programa de temperatura (PT_2) de extrusión y la mezcla Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*): Harina de Camote (*Ipomoea Batatas*). de 60:40 serán las más adecuadas que proporcione un snack de buena calidad fisicoquímica y aceptabilidad.

2.4. MARCO TEORICO:

En las últimas décadas la tecnología ha introducido nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar las tradicionales y dentro de esas nuevas técnicas la cocina de extrusión ocupa un lugar promisorio. En 1935, la extrusión de alimentos se hizo importante cuando se comenzó a Extrusar fideos y pastas, aunque los extrusores de pasta no cocinaban sino que sólo daban forma. Harper, (1981) define la extrusión como el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento; asimismo menciona que la cocción – extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos.

La Extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura y color; como harinas instantáneas (Fellows ,1994).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



La extrusión ofrece ventajas económicas, nutricionales y productivas muy tentadoras cuando se requiere brindar alimentos nutritivos, de conveniencia y a su vez dar rentabilidad y ganancias sustanciales. La cocción-extrusión con equipos de bajo costo es un tipo de procesamiento de operación que sumado a su mínima complejidad resulta viable para ser transferido a zonas alto andinas para su aplicación en la preparación de mezclas alimenticias. La extrusión no es un proceso sencillo (Ramos ,2002).

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc., que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de AA esenciales en una dieta. Las mezclas se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales (Mataix,et 2003).

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) junto con la quinua y otros cultivos andinos, tiene alto contenido proteínico, fue una de las plantas alimenticias que consumieron los cazadores y recolectores de Norte América y los Andes antes de la domesticación de la planta en Mesoamérica, fue gradual y Mac Neish en sus excavaciones en Puebla (México) encontró *Amaranthus* junto con maíz y frijol en este proceso de domesticación. El *Amaranthus* de las cuevas de Tehuacán en Puebla data de 4000 años A.C. en tanto que la fecha más antigua en América del Sur es de 2000 años y viene de urnas funerarias de Salta (Puerres ,2010).

El camote (*Ipomoea batata*) es una raíz tuberosa que se cultiva principalmente en zonas tropicales y subtropicales de las regiones costa y sierra, es conocido como batata o boniato según el país de origen. Es una



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



planta herbácea y perenne cuyo cultivo es anual, perteneciente a la familia *Convolvulaceae* (Albán et al ,2011).

2.5. CONCLUSIONES:

- El producto snack extruido a base de kiwicha (*amaranthus caudatus*)-harina de camote (*Ipomoea Batatas*) en proporción 60:40, con el programa de temperatura (PT2=130°C), presenta la mejor calidad fisicoquímica, fue más aceptable, obtuvo valores positivos en el análisis biológico y larga duración en su almacenamiento.
- La composición química proximal de la kiwicha para elaboración de snack fue: Proteínas 13.9% \pm 0.14, humedad 11.49% \pm 0.32, ceniza 2.5% \pm 0.24, Grasa 7.3% \pm 0.54, Fibra 2.6% \pm 0.64y 62.21% \pm 0.48 Carbohidratos.
- La composición química proximal de la harina de camote, para elaboración de snack fue: Proteínas 3.09% \pm 0.13, humedad 6.07% \pm 0.21, ceniza 4.12% \pm 0.45, Grasa 1.32% \pm 0.45, Fibra 2.64% \pm 0.12 y 92.79% \pm 0.64Carbohidratos.
- La composición química porcentual del snack óptimo de kiwicha y harina de camote PT2F3 fueron; Proteínas 8.859% \pm 0.35, humedad 5.02% \pm 0.41, ceniza 2.04% \pm 0.32, Grasa 2.30% \pm 0.24, Fibra 1.4% \pm 0.28 y 80.37 \pm 0.41de carbohidratos.
- Las características fisicoquímicas de los snack óptimos de kiwicha y harina de camote fueron: PT2F3; textura 124.06 \pm 1.28 mJ, humedad 5.02 \pm 0.32, expansión 2.36 \pm 0.24, actividad de agua 0.36



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



± 0.00 , índice de absorción de agua 3.00 ± 0.45 y índice de solubilidad de agua 0.27 ± 0.22 .

- El mayor tiempo de almacenamiento o vida útil lo obtuvo el snack sin cobertura T2F3; obteniendo en según el atributo color=17 días; olor=9 días; sabor=15 días; textura=14 días y la aceptabilidad general =14, teniendo como límite de aceptabilidad 5.
- La evaluación biológica del snack PT2F3 fue: valor biológico VB= 0.21 ± 0.43 , Relación de eficiencia proteica PER = 2.34 ± 0.21 , Digestividad aparente DA= 0.61 ± 0.08 , Determinación de la relación de proteína NPR= 2.63 ± 0.62 , Determinación de la utilización neta de proteína NPU: 0.30 ± 0.00 .
- Los análisis microbiológicos, en nuestro snack de kiwicha y harina de camote, optimo T2F3 fue: Aerobios *mesófilos* (UFC/G)= 50re; *Coliformes* (NMP/g)= <3; Presuntos *Bacillus cereus* (UFC/g)= < 10^2 ; Mohos (UFC/g)= <10; Levaduras (UFC/g)= <10 y ausencia de *Salmonella* en 25 g; podemos observar que todos los microorganismos evaluados se encuentran dentro de los parámetros estipuladas por la norma.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



2.6. RECOMENDACIONES:

- Realizar investigaciones en extrusión con cereales andinos, específicamente granos y cereales provenientes de nuestro departamento Ancash.
- Realizar más investigaciones dirigidas en aumentar el contenido proteico de productos extruidos.
- Realizar análisis de vida útil, en empaques metálicos.
- Crear un software, para la medición de la temperatura de cocción y el grado de gelatinización, del proceso de extrusión.
- Realizar un aminograma del producto óptimo.
- Realizar una investigación de las antioxianinas y b carotenos de la harina de camote, después de ser extruido.
- Llevar a cabo un estudio de factibilidad y financiamiento para la elaboración de snack, con las formulaciones óptimas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Aarseth, K.A., Sørensen, M., Storebakken, T., (2006). Effects of red yeast inclusions in diets for salmonids and extrusion temperature on pellet tensile strength: Weibull analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 75–91
- Acten. 1957; Folks and Antle (1965), Dunn (1968) y otros. Los intervalos de líneas rectas han sido consideradas.
- Ah-hen, k., Lehnebach, g., Lemus-mondaca, r., Zura-bravo, l., leyton, p., vega-gálvez, a., figuerola, f., 2014. Evaluation of different starch sources in extruded feed for Atlantic salmon. *Aquacult. Nutr.* 20, 183–191.
- Albán, C., & Figueroa. 2011, *Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Camote (Ipomoea batata)*. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador 09-01-5863.alimentos”. Volumen 1, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 333p.
- Alejandrina Sotelo Méndez .2012. Manual: evaluación nutricional de alimentos análisis fisicoquímicos pruebas biológicas; docente :, universidad agraria la molina / escuela de post grado.
- Anderson, R.A., 1982. Water absorption and solubility and Amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 59, 265–269.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994) “Las pruebas sensoriales”. En su: “La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica”. Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp 67-79.
- AOAC. 1990. “Official Methods of Analysis of AOAC International”. 16th Edition 3rd Revision 1997.
- AOAC. 2005. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Arnau Gras J., Arguera Argilaga M. y Gómez Benito J. (1990) Método de la investigación en ciencia del comportamiento. Universidad de Murcia. editorial compobell. S.A. Libro online encontrado en: https://books.google.com.pe/books?id=tqtbbnk1lsoc&pg=pa89&dq=dise%c3%b1o+factorial&hl=es&sa=x&ved=0ahukewi7_4e7jcrhvk1cykhvmlp0q6aeijjac#v=onepage&q=dise%c3%b1o%20factorial&f=false. Revisado (16.11.15). pag.57-59
- Badui, S., 2006, Química de los alimentos, 4^{ta} Edición, Ed. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, México. 714 pp
- Bandyopadhyay, S., Rout, R.K., 2001. Aquafeed extrudate flow rate and pellet characteristics from low-cost single-screw extruder. J. Aquat. Food Prod. Technol. 10, 3–15.
- Bastidas, S., & De la Cruz, S. 2010. Utilización de harina de camote (Ipomoea batata) en la elaboración de pan. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Belitz, A. Y Grosch, S. 2000. Química de los Alimentos. 3ra Edición. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza- España. P.236-243
- Beuchat, L.R., 1981. Microbial stability as affected by water activity. Cereal Foods World 26, 345–349.
- Bourne M.C., 1982, “Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement”. Academia Press Inc., USA.
- C.R. de Cruza, M.S. Kamarudina,*, C.R. Saada, E. Ramezani-Fardbaarticulo .2014 “Effects of extruder die temperature on the physical properties of extruded fish pellets containing taro and broken rice starch” Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia Department of Marine Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- C.Rauwendal.1998, "Understanding Extrusion" Hansed Publishers Munich,
Cantillo, Juan A Fernández, Carlos M y otros. 1994. durabilidad de los alimentos .Métodos de estimación. Instituto de investigación para la industria alimenticia. La habana Cuba.
- Calaveras, 2004.tratado de panificación y bollería. Madrid etd.Mundiprensa.95.458-854.
- Calvo, c. 1992. Uso de placas de referencia en la evaluación visual del color. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. España. 32 (6):589-602.
- Case, S.E., Hamann, D.D., Schwartz, J.S., 1997. Effect of starch gelatinization on physical proper ties of extruded wheat- and corn-based products. CerealChem. 69, 401–404.
- Cervellini et al., 1994, Connor et al., 1980; Waldroup y Hellwing, 1985; Valdivié et al., 1989. CAMOTE (Ipomoea batata).p.26-47
- Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1983. "Introduction a la bioquímica y tecnología de alimentos p.32.54
- Cheng, Y.; Tsai, M.; Tseng, K. 1996. Effect of amylose content on the rheological property of rice starch. Cereal Chemistry, v. 73, n. 4, p. 415-420,
- Chevanan, N., Muthukumarappan, K., Rosentrater, K.A., 2007. Extrusion studies of aquaculture feed using distillers dried grains with solubles and whey.Food Bioprocess Technol. 2, 177–185.
- Chinnaswamy, R., 1993. Basis of cereal starch expansion. Carbohydr. Polym. 21, 157–167.
- Chirinos, Campos, D, R., Cisneros, L. & Ojeda, D. 2004. Antocianinas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en cascaras de tres variedades de camote morado. Recuperado el 5 de septiembre del 2013 de Anales científicos. Tesis UNALM.



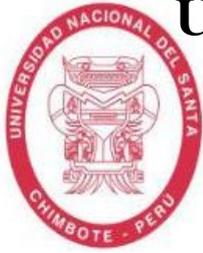
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Conway y Anderson 2011.,1973Serie ABSOLUTE N° 500, Mitutoyo Co., Tokio, Japón.p.36
- Conway, H.F., Anderson, R.A., 1973. Protein fortified extruded food products. Cereal Sci. Today 18, 94–97.
- Cordero Bautista R. (1989) “Elaboración de mezclas instantáneas a base de maíz amarillo duro, quinua, soya, zanahoria y espinaca” Tesis UNALM Lima-Perú.
- Coulter, L. A., & Lorenz, K. (1991). Extruded corn grits e quinoa blends: II. Physical characteristics of extruded products. Journal of Food Processing and Preservation, 15, 231e259.
- *Cultivos Andinos, Kiwicha, FAO, disponible en : <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap6.htm> (revisado 15 de octubre el 2016)*
- Desrosier, N .1984.Elemento de la tecnología de alimentos. EDIT. CECSA.Mexico.98-106
- Díaz Cadavial Abel (2009), “diseño estadístico de experimentos” 2ª edición, Ciencia y tecnología. Editorial. Universidad de Antioque, pag.8-9, libro online, encontrada en <https://books.google.com.pe/books?id=0x0dw6dnyac&pg=pa8&dq=dise%C3%B1o+estadistico&hl=es&sa=x&ved=0ahukewjv9pfjh8jrahxgpcykhe14cwwq6aeigdaa#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20estadistico&f=false>(revisado el 16.11.13)
- Early, D. 1985. Amaranth: aztecsuperplant in vitanews. U.S.A.Disponible <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-140.html> [fecha de consulta 12 marzo2016]
- Espinoza Y. 1986“Procesamiento del Maíz por el Método de Expansión por Explosión” Tesis UNAL-Lima



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- FAO. 2010. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos disponible.
- FAO/OMS (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Informe N° 724 Roma – Ita
- FAO/OMS. 1991. Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B12 . Informe de una consulta mixta de expertos FAO/OMS. Estudios FAO Alimentación y Nutrición, serie N° 23, Roma. pp.31.
- FAO/CIMS/ONU (1985) Necesidades de energía y proteínas . Serie N° 724;
- Fellows, P. 1994. Tecnología del procesamiento de los alimentos. Principios y prácticas. Editorial Acirbia S.A. Zaragoza – España.
- Fennema, O. 2000. Química de los alimentos. Editorial Acirbia Zaragoza.España. 1250 p.
- Food and Agriculture Organization, Latinfoods. Tabla de composición de alimentos de América Latina [Página en internet]. Washington DC: FAO; 2009. [Acceso: diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento>.
- Gaines C.S., 1994. “The Science of Cookie and Cracker Production”, Faridi H, New York, p. 455 – 495.
- Gambaro, Adriana Estimación de vida útil sensorial de alimentos, España 1999. P.43-51.
- Garden d., (2004), artículo Love Lies Bleeding: A Memorable Name for a Striking Plant.visita : 15.abril 2016.encontrada : Love Lies Bleeding: A Memorable Name for a Striking Plant.
- González, R.J.; Torres, R.L.; De-Greef, D.M.; Gordo, N.A.; Velocci, M.E. (1991).“Influencia de las condiciones de extrusión en las características de la harina de maíz para elaborar sopas instantáneas”. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 31(1): 87-96.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- González, R.J., Torres, R L., De Greef, D.M., Tosi, E., & Re, E. 2002. Effects of popping and extrusion processes on some hydration properties of amaranth. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 19(4), 391-395.
- González, R.J.; Torres, R. L.; De Greef, D.M. (2002). “Extrusión-Cocción de Cereales”. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 36(2): 104-115.
- Harper, J.M. 1981. Food Extruder and Their Applications, in “Extrusion Cooking”. American Associates Cereal Chemical, ST, Paul MN. USA. Volumen I-7-19 CRC Press. Inc., BocaRatón ,FL.
- Hart F.L 1991. Analisis moderno de los alimentos; editorial Acriba, Zaragoza – España. pag.497-506
- Hermansson, A. y Svegmark, K. 1996. Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science & Technology*. 7 (11):345-353.
- Herrera, P., & Sisalima, D. 2013. Elaboración de donas (rosquillas) a base de harina de camote morado, quinua y trigo, y evaluación de su potencial nutritivo. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo_exe/211615_Mexe/leccin_9_analisis_de_calidad_de_los_granos_de_cereales.html. (revisado el 26 de julio de 2016).
- Hough, G. Fiszman, S. Curia, A. Gámbaro, A. Garitta, L. Gómez, G. López, C. Martínez, M. Restrepo, P. Salvador, A. Santa Cruz, M. Varela, P. Wittig, E. 2005. Estimación de la Vida Útil Sensorial de los Alimentos. Madrid, España.
- ICMSF ,1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed. II Editorial Acribia – España pag. : 285 a 286. Recuento de presuntos *Bacillus cereus* .



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia – España pag. : 120 a 124.enumeracion de microorganismos aerobios mesofilos Metodo de Recuento en placa .Método 1.
- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia – España pag. :132 a 134 .Recuento de coliformes . Técnica Del Numero Más Probable (NMP) Método1(Norteamericano) .
- ICMSF 1983 Reimpresión 2000 vol I- 2da Ed.II Editorial Acribia – España pag. :166 a 167 .Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo medio.
- INDECOPI 1984. “Bocaditos Requisitos” Norma Técnica Nacional 209.226
- Infoagro (s.f.) el cultivo de camote (*Batata tuberosum*). Consultado el 20 de diciembre 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>
- Jimenez R.F, 2000.evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado. Tesis de maestría México
- Jongen, W., 2002.Fruit and vegetable processing, improving quality.(revisado el 14 de junio del 2012).
- Jose Martin Ramos Diaz ,, Jussi-Petteri Suuronen , Kevin C. Deegan , Ritva Serimaa , Hely Tuorila , Kirsi Jouppila , 2015 articule. “Physical and sensory characteristics of corn-based extruded snacks containing amaranth, quinoa and ka~niwa flour”, Department of Food and Environmental Sciences, P.O., (revisado el 12 de Agosto del 2016)
- Kirby, A.R., Ollett, A.L., Parker, R., Smith, A.C., 1988. J. Food Eng. 8, 247.
- Kinsella, J.E. 1976. Functional properties of proteins in foods: A survey. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 12, 219-242.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Labuza, T.P.1999; McNally, L.; Gallagher, D.; Hawkes, J. y Hurtado, F. (1972) “Stability of intermediate moisture foods. 1. Lipid oxidation”. *Journal of Food Science*, 37(1):154-159.
- Labuza, T. 1999. vida útil de alimentos .recuperado el 14 de abril de 2013. online: <http://fscn.che.umn.edu/Ted-Labuza/tpl.html> .Revisado el 15.09.2016
- Lardizábal, R. 2003. manual de producción de camote .Fitntrac CDA. Manual .Cortes-Honduras
- Lardizábal, R. 2003. Manual de Producción del camote. Fintrac CDA. Manual. Cortes-Honduras
- Latham, M.C. (2001) “Capítulo 11: Vitaminas”. En su: “Nutrición humana en el mundo en desarrollo”. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N°29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Roma, Italia. pp119-131.
- Lii, C.; Shao, Y.; Tseng, K. Gelations mechanism and rheological of rice starch. *Cereal Chemistry*, v. 72, n. 4, p. 393-400, 1995.
- Martí, H. R., Corbino, G. B. y Chludil, H. D. 2011). La batata, el redescubrimiento de un cultivo. *Ciencia Hoy*, 121, disponible en <http://web.archive.org/web/http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy121/index>. (revisado feb-mar-2016).
- Mason, W.R., Hosney, R.C., 1986. Factors affecting the viscosity of extrusion-cooked wheat starch. *Cereal Chem.* 63, 436–441.
- Maroulis, Z.B.; Thymi, S.; Krokida, M.K.; Pappa, A. (2004). “Structural properties of extruded corn starch”. *Journal of Food Engineering*. 68(4): 519-526.
- Mataix, J., 2004, *Nutrición y Alimentación Humana*, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Editorial Océano, Granada, España. 1533 pp.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Matz, S.A (1976), "Snack Food Technology". West Port Corn Avi." U.S.A. ed. Academic Press. Disponible https://books.google.com.pe/books?id=8T_k84twZecC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Revisado 27 marzo 2016]
- Mendieta, O. 1991. "Elaboración de sopas deshidratadas empleando pulpa de sardina. Habas, maíz y quinua". Tesis de Magister UNA. La Molina. Lima- Perú.
- MINAG. 2010. Series históricas de producción Agrícola. elaboración: Arex- Lambayeque
- Montgomery, D.C. y Runger, G.C. 2002 "Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería". 1ª Edición, Mc Graw-Hill Interamericana, México D.F., México, 895p.p.489-501.
- Moreno, R. 2004. El color en los alimentos. [en línea]. Disponible en <http://raulalberto.tripod.com.co/paginadealimentos/id56.html>. Visitado: 20 de diciembre 2016 revisado el 12.9.2016.
- Necochea et al., 1986; Rayas-Duarte et al., cultivos andinos 1996- Colombia. Ed. Vásquez .pag. 35-69
- NOVOA, Diego. Blog. 2012 ingeniería y calidad de alimentos y calidad de alimentos .textura y parámetros texturales de la galleta, Cali, Colombia .en línea: <http://diegonova.wordpress.com/2011/01/29/textura-y-parametros-texturales-de-la-galleta/> citado el 22 de enero del 2012
- NTP 205.054:2012. Kiwicha en grano (Amaranthus caudatus). revisado el 12.05.2015
- Patricia López, "Extraen propiedades del camote morado", Gaceta UNAM, No. 4742, enero 18, 2016.
- Puerres, J. 2010. Colecta y caracterización básica de cuatro raíces: Yuca (Manihot spp), Camote (Ipomoea batata), Papa china (Colocasia esculenta), Malanga (Xanthosoma sagittifolium), como parte



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

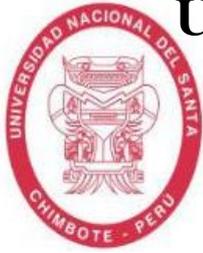
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



del rescate de la agrobiodiversidad en la provincia de Imbabura. Tesis Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Purcell et al 1973;Li 1982
- Quinatoa, M.2009. Caracterización física, química y nutricional de dos variedades de camote (*Ipomoea batata* L.) cultivados en un mismo suelo edafoclimático del Ecuador. Tesis Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- R.M.N° 451- 2006/MINSA”Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de Granos y otros, destinados a programas de alimentación”.(revisado el 8 de octubre del 2016)
- Ramos Diaz, J. M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A.-M.,et al. (2013). Use of amaranth, quinoa and ka~niwa in extruded corn-based snacks. *Journal of Cereal Science*, 58, 59e67.
- Ramos,L 2002 Aspectos tecnológicos para la extrusión de cereales andino Monografía. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible file:///C:/Users/HP/Downloads/39040_1.pdf[fecha de consulta 02 marzo2016]
- Raudez G., & Poveda, M. ,2004. Caracterización y evaluación preliminar de seis genotipos de camote con fertilización orgánica e inorgánica. [En línea]. Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses. Trabajo de Tesis. Obtenido el 14 de junio del 2012.
- Recuperado el 10 de diciembre de 2011 disponible en de: http://www.lacocapitacion.com.ar/subsitios/defectos_granos.php. Requisitos. 2ªEdición.. Norma INDECOPI N° 205.036(quinoa)(revisado el 7 de agosto del 2015)
- Reyes, C.P,1996.El maíz y su cultivo.AGT.EditorS.A.,1era.Mexico.DFp.105-145



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Reyes G., Gómez S., Espinoza B., Bravo R., 2009. "Tablas Peruanas de composición de alimentos". Centro Nacional de alimentos y nutrición .Lima.
- Rojas, G., 2002. Efecto del Tratamiento Térmico de la extrusión sobre la calidad proteica del Frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) del tipo Panamito. Tesis. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- Rolfe, L.A., Huff, H.E., Hsieh, F., 2001. Effects of particle size and processing variables on the properties of an extruded catfish feed. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 10, 21–34.
- Roquel, M., 2008. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*Ipomoea batata*). Tesis. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.(Obtenido el 24 de agosto del 2012).
- Sandoval., J.1993. Elaboración de un producto tipo snack (bocaditos)a partir de una mezcla de maíz y pituca. Tesis UNA, Lima- Perú
- Singahal, R.S.;Kulkarni 1988.review: amaranths- an underutilized resoure. *Internacional Journal of Food Science and Technology*, 23,125-139.sobre las proteínas. 1981. Acceso el 12 de diciembre de 2016. Disponible t:<http://www.fao.org/DOCREP/005/AC854T/AC854T77.htm>.
- Silva J., Meneses T., Cárdenas M. 2013 .compendio de Normas Sanitarias Peruanas .Centro de formación continua .Inocua, calidad e inocuidad alimentaria.
- Smith, O.B. y Ben-Gera, I. 1979. The application of high-temperature shorttime extrusion cooking in the food industry. Proc. Second International Congress on Engineering an Food International Union of Food Sci. an Tecnology. Helsinki, Finland.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



- Tapia, M. 1990. Los cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Santiago de Chile – Chile. Disponible http://www.lapanadera.pe/uploads/4/2/1/8/4218042/07_aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf [Revisado 28 febrero 2016]
- Thomas, D. J., Atwell, W.A. 2004. Starches. The Eagan Press Handboo. Series, New York, USA. 101p
- Thomas, M., Van Zuilichemb, D.J., Van der Poel, A.F.B., 1997. Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. Anim. Feed Sci. Technol. 64, 173–192.
- UNE –EN ISO 6579:2003/ con modificación según documento UNE – EN ISO 6579:2003/A1 Diciembre 2007. Microbiología de los alimentos para Consumo Humano y Alimentación Animal .Método Horizontal para la Detección de Salmonella spp. Excepto Item 9.5.4.5. Modificación 1 : Anexo D : Detección de Salmonella ssp. En heces de animales y en muestras ambientales en la etapa de producción primaria.
- Valdivia, Rodolfo. 2004. Manejo Agronómico del Cultivo de Camote en Nicaragua. Consultado 20 diciembre 2016. Disponible en: http://a4n.alianzacacao.org/uploaded/mod_documentos/MANEJO%20AGRONOMICO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CAMOTE.pdf
- Valls P, 1993, IX curso de especialidad FEDNA, investigación el proceso de extrusión en cereal de habas de soja. Barcelona dictada el 8 y 9 de noviembre de 1993, publicada en http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Extrusi%3%B3n_y_su_efecto.pdf. revisada (15. Agosto del 2016)
- Velez, J, 2001. Metodos para medir propiedades en industrias de alimentos citado por Alvarado, J, Aguilera, M. Eds. Propiedades de



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



difusión y análogas; Actividad acuosa. Ed. Acribia, Zaragoza-España.
12 pág.

- Villalobos C. j., Sing R. M. tesis: "elaboración y evaluación nutricional de alfajores enriquecidos con harina de camote (Ipomea Batata Lam) y Soya(glicine Max Meir)con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí", 04 de enero 2015.
- Zúñiga et al, 2001; CINESTAV, 2009; Villanueva y Hernández, 2004; Arriaga, 2001; Fuentes et al, 2008; Vásquez, 2009; Batchelor et al, 2005.p79
- Xiong y Hernández. 2002. determinación de vida útil en alimentos. Editorial acriba. España pag. 654-670.