

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE QUIMICA INDUSTRIAL



**DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO A BASE DE
CAÑAHUA (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*)**

Trabajo Dirigido para obtención del Grado de Licenciatura

POR: CINTYA MÓNICA SURI FERNÁNDEZ

TUTOR: ING. RAFAEL ÁLVARO GARCIA PADILLA

LA PAZ-BOLIVIA

2017

DEDICATORIA:

Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora.

Tiempo de nacer y tiempo de morir. Tiempo de llorar y tiempo de reír.

Tiempo de callar y tiempo de hablar.

He visto el trabajo que Dios ha dado a los hijos de los hombres para que se ocupen en él.

Todo lo hizo hermoso en su tiempo; y ha puesto eternidad en el corazón de ellos, sin que alcance el hombre a entender la obra que ha hecho Dios desde el principio hasta el fin.

He conocido que no hay para ellos cosa mejor que alegrarse, y hacer bien en su vida;

He entendido que todo lo que Dios hace será perpetuo.

Aquello que fue, ya es; y lo que ha de ser, fue ya; y Dios restaura lo que pasó.

El polvo vuelva a la tierra y el espíritu vuelva a Dios que lo dio.

No hay fin de hacer muchos libros y el hablar mucho es fatiga de la carne.

He llegado a la conclusión de que el fin de todo ser humano es Amar a Dios con todo su corazón, con toda su alma, con toda su fuerza, con toda su mente,
porque esto es el todo del hombre.

En esto consiste el Amor: no en que nosotros hayamos amado a Dios, sino en que él nos Amó a nosotros, y envió a su Hijo en propiciación por nuestros pecados.

Y Si diese el hombre todos los bienes de su casa por este Amor,
De cierto lo menospreciarían...

Dios se manifestó a mí hace ya mucho tiempo, diciéndome:

Con Amor eterno te he amado; por tanto, te prolongué mi misericordia.

How sweet it is!

AGRADECIMIENTOS:

A mi Amado Jesús...

Darle las gracias por la vida de mis Padres, de mis hermanos mayores y de manera especial agradecerle por mis hermanitos menores.

Darle también las gracias por permitirme conocer y hallar gracia delante de muchas vidas quienes me ayudaron, guiaron, aconsejaron y me brindaron su apoyo en cada etapa de mi investigación:

Rafael García Padilla, mi Tutor. Agradecerle por confiar en mí, guiarme, apoyarme y sobre todo por brindarme su amistad hasta el final. ¡Que Dios le bendiga un montón Ing. García!

Arturo Reinaga, mi maestro. Agradecerle por su paciencia, amabilidad y dedicación que mostro hacia mis dudas e inquietudes. ¡Que Dios le bendiga Lic. Reinaga!

A Irupana Andean Organic Food. S.A. Agradecerle por todo el asesoramiento técnico que me brindo durante el proceso del proyecto. ¡Mil gracias!

Oswaldo Ramos Ramos, mi primer maestro, Le quedo muy agradecida pues fue usted quien me impulso plasmar este pensamiento que luego se transformó en este proyecto. Muchas gracias. ¡Que Dios le bendiga Doc. Ramos!

Fernando Zanabria, mi primer evaluador, le quedo agradecida pues fue quien me dio el visto bueno con sus palabras que hasta el final estuvieron presentes en mi corazón. ¡Que Dios le bendiga Ing. Zanabria!

Helio Marupa, mi compañero, agradecerle por brindarme su confianza. ¡Que Dios te bendiga mucho!

José Luis Choque, mi amigo, agradecerle por colaborarme en el génesis de mi proyecto ¡Que Dios te bendiga mucho!

Saida Espada Choque, mi hermana en Cristo, agradecerle por su generosidad. ¡Que nuestro Señor Jesús te bendiga mucho!

Agradecerle también al bibliotecario de la carrera de Ciencias Químicas por su amabilidad y predisposición en colaborarme.

Por último, quiero darle las gracias por tod@s las vidas que conocí a lo largo de todos estos años en la universidad. Muchas Gracias por cada un@ de ell@s. ¡Bendícel@s y cuídal@s mucho a tod@s!

RESUMEN

La presente investigación desarrolló un cereal extruido en base a Cañahua, con el fin de incentivar el consumo y la producción de este grano andino, ya que en nuestro medio ha sido calificada como una especie olvidada y subutilizada.

Para esto se utilizó un extrusor de doble tornillo de industrias Irupana, se adecuó el pretratamiento de los ingredientes y los equipos antes del proceso.

Las doce formulaciones planteadas fueron evaluadas por score químico y degustación hedónica con el fin de tener una receta más nutritiva y deliciosa.

Para obtener resultados más objetivos se recurrió a un diseño experimental multinivel donde se analizó los efectos de la humedad de la formulación y la temperatura (etapa III) sobre la densidad y expansión del extruido de cañahua. Identificándose que la humedad de la formulación tiene un efecto directamente proporcional con la densidad del extruido e inversamente proporcional con la expansión del extruido; que la temperatura (etapa III) tiene un efecto inversamente proporcional con la densidad y la expansión del extruido.

Asimismo los extruidos con mejores características fueron llevados a una prueba de degustación hedónica, con la participación de 50 niños del colegio Sergio Suarez Figueroa, quienes otorgaron un 78% de aprobación a la prueba-5.

Además los resultados microbiológicos y nutricionales de la prueba-5 mostraron que el extruido es inocuo y nutritivo para un desayuno escolar.

Finalmente, de los resultados anteriores y de la prueba de degustación, se concluye que los mejores parámetros de extrusión fueron 16,34 % de humedad y 165 °C de temperatura en la etapa III.

ABSTRACT

The present investigation developed an extruded cereal based on Cañahua, in order to encourage the consumption and production of this Andean grain, since in our environment it has been qualified as a forgotten and underutilized species.

For this, was used a double screw extruder of Irupana industries, was adapted the pretreatment of the ingredients and the equipments before the process.

The twelve formulations proposed, were evaluated by chemical score and hedonic tasting in order to have a more nutritious and delicious recipe.

To obtain more objective results was recurred to a multilevel experimental design where was analyzed the effects of moisture of the formulation and temperature (stage III) on the density and expansion of the Cañahua extrudate. Identifying that the moisture of the formulation has an effect directly proportional to the density of the extrudate and inversely proportional to the expansion of the extrudate; that the temperature (stage III) has an effect inversely proportional to the density and expansion of the extrudate.

Likewise, the extruded ones with better characteristics were taken to a test of hedonic tasting, with the participation of 50 children of the Sergio Suarez Figueroa College, who granted a 78% approval to the test-5.

Furthermore, the microbiological and nutritional results of test-5 showed that the extrudate is innocuous and nutritious for a school breakfast.

Finally, from the previous results and of the tasting test, it is concluded that the best parameters of extrusion were 16.34 % moisture and 165 ° C temperature in stage III.

CONTENIDO

	PAG.
CAPITULO I	2
1.1 INTRODUCCION.....	2
1.2 IRUPANA ANDEAN ORGANIC FOOD S.A.	3
1.2.1 La misión.....	3
1.2.2 La visión.....	3
1.2.3 Ubicación de la empresa	3
1.2.4 Organigrama Ejecutivo Irupana Andean Organic Food S.A	4
1.2.5 Líneas de producción	4
1.2.6 Política de calidad	4
1.2.7 Políticas de investigación y desarrollo.....	4
1.3 ANTECEDENTES	5
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.5 JUSTIFICACION.....	6
1.5.1 Justificación Técnica.....	6
1.5.2 Justificación Social.....	7
1.5.3 Justificación Económica.....	7
1.6 OBJETIVOS.....	7
1.6.1 Objetivo general	7
1.6.2 Objetivos específicos	7
CAPITULO II	9
2.1 LA CAÑAHUA.....	9
2.1.1 Origen.....	9

2.1.2	Descripción botánica.....	9
2.1.3	Hábito de crecimiento	10
2.1.4	Clasificación botánica de la Cañahua	11
2.1.5	Propiedades nutricionales de la Cañahua.....	11
2.1.6	Contenido de proteínas y aminoácidos	12
2.1.7	Carbohidratos y fibra dietética.....	12
2.1.8	Variedades locales o ecotipos de cañahua	13
2.1.9	Usos alimentarios.....	15
2.1.10	Usos medicinales.....	16
2.2	FUENTES DE ALMIDON	16
2.3	PROCESO DE EXTRUSION	17
2.3.1	Tipos de extrusores	17
2.3.2	Ventajas del proceso de extrusión.....	19
2.4	CEREAL PARA DESAYUNO.....	19
2.4.1	Historia.....	19
2.4.2	Los cereales extruidos	20
2.5	ANALISIS SENSORIAL.....	20
2.5.1	Atributos de los alimentos.....	21
2.5.2	Evaluación hedónica	21
2.6	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
2.6.1	Diseños de experimento en Statgraphics.....	22
2.6.2	Diseños factoriales multinivel.....	22
CAPITULO III.....		24
3.1	UBICACIÓN EXPERIMENTAL	24

3.2	MATERIA PRIMA	24
3.2.1	Clasificación de la materia prima.....	24
3.2.2	Materia prima.....	24
3.3	CLASIFICACION CUALITATIVA DE VARIEDADES LOCALES DE CAÑAHUA.....	25
3.4	PRUEBAS DE FORMULACIÓN DE INGREDIENTES	26
3.4.1	Score químico o Cómputo químico	26
3.4.2	Determinación del coeficiente aminoacídico	27
3.4.3	Determinación de la humedad.....	28
3.5	MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL EXPERIMENTO	29
3.5.1	Limpieza y sanitización de la línea de extrusión	29
3.5.2	Equipos e utensilios utilizados	30
3.6	DESARROLLO Y ADECUACION DEL PROCESO	30
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA EXTRUSIÓN	32
3.7.1	Determinación de las propiedades físicas del cereal extruido	33
3.8	DEGUSTACION HEDONICA.....	33
3.9	DETERMINACION DE LA COMPOSICION PROXIMAL.....	34
CAPITULO IV	36
4.1	VARIEDADES LOCALES DE CAÑAHUA.....	36
4.1.1	Variedades locales de Cañahua de Irupana Andean Organic Food S.A. ...	41
4.2	PRUEBAS DE FORMULACIÓN DE INGREDIENTES	42
4.2.1	Degustación de las recetas formuladas	45
4.2.2	Determinación del score químico.....	46
4.2.3	Comparación de los scores químicos.....	49

4.2.4	Determinación de la humedad.....	49
4.3	PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y SANITIZACION	50
4.4	BALANCE DE MATERIA.....	61
4.4.1	Balance de almidón.....	61
4.4.2	Balance de humedad	62
4.4.3	Balance de proteínas	65
4.5	DISEÑO EXPERIMENTAL EN STATGRAPHICS CENTURION XV	66
4.5.1	Determinación de la densidad.....	67
4.5.2	Determinación de la expansión.....	67
4.5.3	Datos técnicos durante el proceso de extrusión	69
4.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON STATGRAPHICS.....	69
4.6.1	Diseño experimental multinivel en Statgraphics Centurion XV.....	70
4.7	DESCARTE DE MUESTRAS EXPERIMENTALES	74
4.8	BAÑADO DEL EXTRUIDO.....	78
4.9	DEGUSTACIÓN HEDÓNICA.....	78
4.10	COMPOSICIÓN PROXIMAL.....	81
CAPITULO V	83
5.1	CONCLUSIONES.....	83
5.2	RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 1. Composición de los cereales y granos andinos (g/100g materia seca)	11
Tabla 2. Contenido de aminoácidos en los granos (g aminoácido /16 g N).....	12
Tabla 3. Contenido de fibra insoluble, soluble y fibra dietética total (FDT) en granos andinos (g/ % materia seca)	13
Tabla 4. Composición nutricional en diferentes variedades de cañahua	15
Tabla 5. Composición de harinas de cereales en porcentajes de solidos secos.....	17
Tabla 6. Contenido de Aminoácidos Patrón FAO/OMS.....	27
Tabla 7. Composición de mg aa /g proteína y Factor de conversión	27
Tabla 8. Porcentaje de proteína de los ingredientes principales	28
Tabla 9. Equipos y utensilios	30
Tabla 10. Clasificación de variedades locales de Cañahua por color de grano	37
Tabla 11. Identificación de la variedad local de la materia prima	39
Tabla 12. Formulación de ingredientes con harina de trigo.....	43
Tabla 13. Formulación de ingredientes con harina de Sémola Cruda.....	43
Tabla 14. Formulación de ingredientes con harina de Arroz	43
Tabla 15. Formulación de ingredientes con harina de trigo y arroz.....	44
Tabla 16. Formulación de ingredientes con harina de trigo y sémola cruda.....	44
Tabla 17. Formulación de ingredientes con harina de arroz y sémola cruda	44
Tabla 18. Porcentaje de ingrediente requerido para cada receta	46
Tabla 19. Cantidad de proteína aportada por cada ingrediente.	47
Tabla 20. Nitrógeno total aportado por la receta.....	47
Tabla 21. Miligramos de aminoácidos totales.....	48
Tabla 22. Determinación del Score Químico	48
Tabla 23. Resultados de Scores químicos	49
Tabla 24. (%) Humedad en la materia prima	50
Tabla 25. Equipos de la línea de extrusión.....	50
Tabla 26. Procedimiento para el Mixer.....	53

Tabla 27. Procedimiento para el Tornillo de alimentación.	54
Tabla 28. Procedimiento para el Mixer de alimentación extrusor.	55
Tabla 29. Procedimiento para el Extrusor de doble tornillo.	56
Tabla 30. Procedimiento para el Saborizador (flower).	57
Tabla 31. Procedimiento para el Malla transportadora.	58
Tabla 32. Procedimiento para el Horno_Secador.....	59
Tabla 33. Procedimiento para el Mixer de jarabe.	60
Tabla 34. Cantidad de almidón en la materia prima	61
Tabla 35. Orden de corridas de variables independientes.....	66
Tabla 36. Densidades del extruido	67
Tabla 37. Medidas del molde del extrusor	68
Tabla 38. Expansión del extruido.....	68
Tabla 39. Registro de parámetros constantes durante la extrusión	69
Tabla 40. Resumen de las variables independientes del diseño estadístico	69
Tabla 41. Resumen de variables dependientes del diseño estadístico.....	70
Tabla 42. Datos registrados para la corrida.....	70
Tabla 43. Ingredientes principales para el bañado del extruido.....	78
Tabla 44. Parámetros físicos determinados por el laboratorio del instituto Seladis	81
Tabla 45. Parámetros microbiológicos del extruido de Cañahua.....	81
Tabla 46. Análisis nutricional del cereal extruido de cañahua.....	81

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Hábito de crecimiento de la planta. a) Saihua b) Lasta c) Pampalasta.....	10
Figura 2. Granos de Cañahua.....	11
Figura 3. Grupos de cañahua definido por el hábito de crecimiento	14
Figura 4. Extrusor de tornillo único.....	18
Figura 5. Extrusor de doble tornillo.....	18
Figura 6. Cereales extruidos.....	20
Figura 7. Balanza de humedad MA35 marca Sartorius	29
Figura 8. Línea de Extrusión.....	29
Figura 9. Metodología para el desarrollo de un cereal extruido	31
Figura 10. Coloración de las plantas de cañahua.....	36
Figura 11. Gráfico de variedades locales por color de grano.....	42
Figura 12. Gráfico radial - Degustación hedónica de cinco puntos	45
Figura 13. Diagrama de Pareto para la densidad	71
Figura 14. Efectos de la densidad	72
Figura 15. Diagrama de Pareto para la expansión	73
Figura 16. Gráfica efectos para la expansión.....	73
Figura 17. Dirección del corte longitudinal y transversal.....	74
Figura 18. Extruido prueba-1	74
Figura 19. Extruido prueba-2.....	75
Figura 20. Extruido prueba-3	75
Figura 21. Extruido prueba-4.....	76
Figura 22. Extruido prueba-5.....	76
Figura 23. Extruido prueba-6.....	77
Figura 24. Degustación hedónica niños de 9 a 10 años	79
Figura 25. Degustación hedónica niños de 7 a 8 años	79
Figura 26. Datos de la degustación hedónica prueba-4	80
Figura 27. Datos de la degustación hedónica prueba-5	80

INDICE DE ANEXOS

	PAG.
Anexo 1. Organigrama de Irupana Andean Organic Food S.A.	89
Anexo 2. Beneficiado de Cañahua.....	90
Anexo 3. Molienda de Cañahua Beneficiada.....	91
Anexo 4. Cartilla de degustación Hedónica de 5 puntos	92
Anexo 5. Cartilla de escala hedónica de nueve puntos para niños	93
Anexo 6. Resultados de contenido de cenizas y humedad del extruido de Cañahua.....	94
Anexo 7. Resultados microbiológicos del extruido de Cañahua	95
Anexo 8. Resultados de contenido de proteína y almidón de la harina de Cañahua	96
Anexo 9. Resultados de contenido de proteína y almidón de la harina de Sémola cruda	97
Anexo 10. Resultados de contenido de almidón de la harina de Arroz	98
Anexo 11. Resultados de la composición nutricional del extruido de cañahua.....	99



Capítulo I

Introducción



CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

La cañahua es una especie originaria de la zona circundante al Lago Titicaca, compartida entre Perú y Bolivia. Actualmente el cultivo recibe mayor atención en el vecino país, Perú, particularmente en los departamentos de Puno, Cusco y Arequipa. (IPGRI, PROIMPA, & IFAD, 2005).

En nuestro país se la califica como una especie olvidada y subutilizada (APAZA, 2010). No obstante la Cañahua se destaca por su alto valor proteínico y su capacidad de prosperar en condiciones climáticas adversas. Es considerada como un alimento ingerido durante las sequias y las hambrunas; sin embargo, continua siendo desconocida fuera de la meseta Perú-Bolivia de la región de Los Andes.

Las semillas de este grano pueden ser procesadas como harina para el consumo o el desarrollo de productos alimenticios. Los productos alternativos con mayores propiedades nutricionales pueden reducir el consumo excesivo del maíz, arroz y trigo ofreciendo así nuevas alternativas nutricionales a la población.

La adopción de procesos tecnológicos de bajo costo, tales como la extrusión es el primer paso hacia la industrialización de este cultivo. La extrusión es un proceso que es amigable con el medio ambiente. Sin embargo la tecnología está diseñada para el procesamiento de cereales comunes como el maíz, el trigo y poco se han hecho para desarrollar productos que incluyan a la cañahua. Con este objetivo esta investigación se centró en desarrollar un cereal extruido en base a cañahua para mejorar la calidad proteínica de la formulación y paralelamente se analizó los efectos de las variables más relevantes del proceso. Buscando contribuir y diversificar los subproductos de cañahua e incentivar a largo plazo el consumo de este grano andino.

1.2 IRUPANA ANDEAN ORGANIC FOOD S.A.

Irupana Andean Organic Food es una empresa especializada en la producción de alimentos naturales y orgánicos con especial énfasis en el manejo de cereales andinos como cañahua, quinua y amaranto.

Actualmente el 95% de su mercado es dirigido a la exportación de cereales andinos y productos derivados de los mismos como: harinas, hojuelas, pipocas, granolas, refrescos; Los principales mercados de destino son: Alemania, Francia, Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, Israel, Reino Unido, Canadá, Brasil y Perú. (IRUPANA, 2016)

1.2.1 La misión

Es la de recuperar el potencial agroecológico del país y la cultura alimentaria de todos los pueblos de Bolivia y combinarla con la mejor cultura alimentaria de los pueblos del mundo. “Nuestra prioridad es contribuir a la seguridad alimentaria nacional y al buen vivir aquí y ahora”

1.2.2 La visión

Es demostrar con su ejemplo pionero que la producción agrícola, ganadera e industrial ecológica basada en los pequeños y medianos agricultores de todos los pisos ecológicos de Bolivia, en la pequeña y mediana industria; “Es el camino para lograr un desarrollo sostenible con justicia social entre los seres humanos, en armonía con la madre tierra y con la rentabilidad suficiente para hacer de la empresa mejor”.

1.2.3 Ubicación de la empresa

La empresa Irupana Andean Organic Food S.A., se encuentra ubicada en la ciudad del Alto, Av. Arica #550, zona Senkata; en la ciudad de La Paz Av. Costanera #36 Villa la Merced.

1.2.4 Organigrama Ejecutivo Irupana Andean Organic Food S.A

La empresa Irupana Andean Organic Food S.A. se constituye de un Directorio Ejecutivo, Presidencia, Gerencia de operaciones, los cuales a su vez se dividen en Unidades y Gerencias. (Véase anexo 1).

1.2.5 Líneas de producción

La empresa Irupana en la actualidad cuenta con tres plantas de producción:

- ✓ Panadería.- Cuenta con panes integrales, galletería integral y el área de repostería.
- ✓ Mercado nacional: Mieles, propóleos, anti chajá, granolas, barras, harinas, refrescos de cereales andinos, café orgánico, pipocas, etc.
- ✓ Exportación: La quinua en sus diferentes variedades como: Quinua negra, Quinua blanca, Quinua roja.

1.2.6 Política de calidad

La empresa Irupana Andean Organic Food S.A.

- ✓ Fundamenta su desarrollo de mercado, rentabilidad y competitividad en la satisfacción de sus clientes, comprometiéndose al cumplimiento de requisitos y el mejoramiento continuo del sistema de gestión de la calidad.
- ✓ Asegura su desarrollo organizacional por medio del respeto y de los valores humanos y éticos, inculcados a su personal, aplicando sistemas de capacitación y entrenamiento orientados al mejoramiento continuo de la calidad
- ✓ Exige el compromiso de todos los miembros de la empresa de alimentos sanos y orgánicos involucrados en la producción y comercialización de sus productos, para preservar la calidad de los mismos y la satisfacción de los consumidores
- ✓ Asegura que las relaciones con nuestros proveedores, estén orientadas al beneficio mutuo y la mejora continua de la calidad.

1.2.7 Políticas de investigación y desarrollo

Su propósito es establecer y mantener un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurar la posterior provisión de productos y servicios.

1.3 ANTECEDENTES

Estudios internacionales muestran que la cañahua tiene un mayor porcentaje de proteína con similar contenido de aminoácidos que la quinua. Por ejemplo el estudio de una planta procesadora de extruido de Cañahua y Tarwi, conforma un producto con alto contenido proteico que acompañado con la tecnología de la extrusión brinda a la sociedad productos alimenticios saludables (WEITZ PERL, 2011).

La cañahua es rica en fibra dietética total y lignina, sus compuestos fenólicos tienen una alta actividad antioxidante. Este grano puede ser promotor de la salud como un ingrediente alimentario debido a sus propiedades funcionales y alto contenido de nutrientes (REPO-CARRASCO, ACEVEDO DE LA CRUZ, ICOCHEA, & KALLIO, 2009).

A nivel nacional los estudios sobre la cañahua aseguran que esta destaca su propiedad antioxidante y proteínica. Por ejemplo la elaboración de una bebida instantánea de cañahua con actividad antioxidante tuvo mayor contenido de hierro y magnesio que sobrepaso los requerimientos diarios de niños de 7 a 9 años de edad (CHURATA, 2015). Para la diversificación de productos de o a base de quinua (cereal andino), se implementó la tecnología de extrusión identificando que las variables de operación más relevantes para el extrusor de un solo tornillo son la velocidad de giro del tornillo y la humedad de pre-acondicionamiento. Con el diseño experimental de tres ecotipos de quinua real se determinó la velocidad y la humedad óptima para la gelatinización de quinua que fue 364 rpm y 19 % humedad respectivamente. Y que el contenido de proteína es directamente proporcional a la dureza y porosidad del producto extruido tipo snack (TARQUI, 2012).

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El valor nutricional de la cañahua y el rol que juega en la seguridad alimentaria de hogares rurales pobres, la ubican como una especie de interés clave. Sin embargo es invisible su presencia cuando se habla de “producción – consumo”. Por esto, se le califica como una especie “olvidada y sub utilizada”. (APAZA, 2010)

Esto se puede evidenciar con el censo agropecuario, donde la producción de Cañahua a nivel nacional es de 310,4 toneladas métricas, de Quinoa es de 34.054,6 toneladas métricas, de Maíz es 845.981,6 toneladas métricas y del Trigo 147.195,7 toneladas métricas. Estos datos muestran que la producción de Cañahua es baja en comparación con la Quinoa y otros cereales como el Trigo y el Maíz. (INE, 2015)

Esto supone la pérdida de hábitos alimenticios de los pueblos andinos de la región altiplánica, de las provincias de Pacajes, Ingavi, Los Andes, Camacho y Manco Kapac del departamento de La Paz. En las provincias de San Pedro de Totora y Nor Carangas del departamento de Oruro. Y en las Provincias de Independencia, Bolívar y Tapacari del departamento de Cochabamba. A consecuencia de esto se ha generado el consumo de productos de bajo aporte nutricional, como la “comida chatarra” con alto contenido de carbohidratos, bajos en fibra y proteína. Y por esta razón ha llevado a las tecnologías tales como la extrusión a desarrollar equipos para los cereales comunes como trigo y el maíz. Por tanto la baja producción, el bajo consumo, la pérdida de hábitos alimenticios y la falta de estudios científicos provocaron el bajo interés del procesamiento industrial de la cañahua. Por esto se plantea desarrollar un cereal extruido a base de cañahua para contribuir y diversificar los productos a base de este grano andino.

1.5 JUSTIFICACION

1.5.1 Justificación Técnica

Los granos andinos (quinua, cañahua y amaranto) son una fuente natural de proteína vegetal. Sus aminoácidos esenciales son comparables solo con la leche, la carne y el huevo. El consumo de estos ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo. Son fáciles de digerir y combinados con otros alimentos forman una dieta completa. Además cubren los requerimientos recomendados para niños en edad preescolar, escolar, adolescentes y adultos (FAO/OMS/UNU, 1985).

Por otro lado la cocción por extrusión es una técnica de procesamiento de alimentos, especialmente para los cereales y causa cambios nutricionales en la composición del producto final, sin embargo su tiempo de residencia es mínimo (10 a 12 segundos) a una

temperatura máxima de 180° C, por tanto se estima que los cambios no son drásticos en comparación con otros procesos.

Por esto se concluye que la cañahua puede al igual que otros cereales estar inmersa en el proceso de extrusión y coadyuvar en la diversificación de productos nutritivos sin generar efluentes considerables.

1.5.2 Justificación Social

La cañahua es un grano andino de alto valor cultural y simbólico. E incentivando su consumo puede ayudar a cubrir las deficiencias nutricionales de la población.

1.5.3 Justificación Económica

La generación e innovación de un nuevo producto con cañahua o a base de este proporcionará mayor valor agregado a su materia prima el grano, beneficiando de esta manera a los productores con la posibilidad de incrementar la producción local y nacional a su vez generar mayores ingresos para la industria alimentaria.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

- ♣ Desarrollar un cereal extruido a base de cañahua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) en Industrias Irupana Andean Organic Food S.A.

1.6.2 Objetivos específicos

- ♣ Adecuar los ingredientes y su pre tratamiento al proceso de extrusión.
- ♣ Realizar la formulación de los ingredientes.
- ♣ Realizar pruebas en el extrusor analizando los efectos de las variables independientes (humedad y temperatura etapa III) del proceso sobre las variables dependientes (densidad y expansión) del producto.
- ♣ Realizar la degustación hedónica del cereal extruido.
- ♣ Determinar la composición proximal del producto extruido.



Capítulo II

Marco Teórico

CAPITULO II

2.1 LA CAÑAHUA

La Cañahua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) usa indistintamente el nombre de kañiwa, propio de las regiones con idioma quechua; o kañawa, de uso entre la población aymara. Otros denominativos son por ejemplo: cañihua, cañahua, kañawa, kañagua, kaniwa, qaniwa, quañiwa según su origen geográfico (Bolivia o Perú).

Rojas y Camargo (2004) menciona que en Bolivia la cañahua es cultivada en las provincias de Pacajes, Ingavi, Los Andes, Omasuyos, Camacho y Manco Kapac del departamento de La Paz. En las provincias de San Pedro Torora y Nor Carangas del departamento de Oruro. Y en las provincias de Independencia, Bolívar y Tapacari del departamento de Cochabamba.

Asimismo la cañahua crece bajo duras condiciones ambientales y es más resistente que la quinua a las heladas.

2.1.1 Origen

La cañahua es una de las especies agrícolas menos estudiadas y en muchas oportunidades se ha confundido con la quinua.

Chervin (1908) fue uno de los primeros en indicar que la cañahua es una especie diferente a la quinua, pero no fue hasta 1929 en que el botánico suizo Paul Aellen creó la denominación de *Chenopodium Pallidicaule* para este cultivo, probablemente en base a un espécimen de tallo amarillo.

2.1.2 Descripción botánica

La cañahua es una planta terófito erguida o muy ramificada desde la base, de un porte de 20 a 70 cm. Los tallos y las hojas pueden ser de color rojo, amarillo o verde.

Los tallos y las hojas, así como las flores son de color blanco o rosa o vesículas que protegen la planta de las heladas.

Las diminutas flores están cubiertas por hojas, las cuales las protegen contra las bajas temperaturas del altiplano. Son hermafroditas y presentan autopolinización.

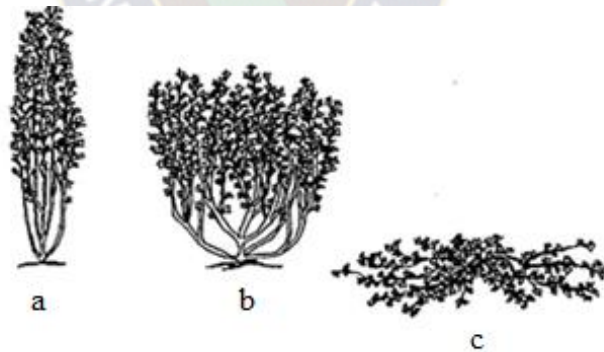
Fruto.- el fruto es de tipo aquenio, cubierto por el perigonio que es la capa persistente que cubre totalmente al fruto o grano y por el pericarpio delgado no leñoso de colores muy variados. (IBNORCA, NB 336001:2004 Cañahua - Cañahua en grano - Definiciones, 2004)

Semilla.- Presenta un diámetro de 0.5-1.0 mm, color castaño o negro piriforme y ligeramente comprimido.

2.1.3 Hábito de crecimiento

Para Tapia (1968) y Repo (1989), la planta de cañahua es una especie que presenta un porte herbáceo con dos hábitos de crecimiento bien diferenciados, cuando la planta posee numerosas ramas que nacen desde la base son denominadas “lasta¹” y si tienen menos ramificación son llamadas “saigua²”. Otro hábito de crecimiento es la “Pampalasta” la cual es una especie silvestre, esta presenta tallos caídos o tendidos en los cuales solo sus extremos son erguidos.

Figura 1. Hábito de crecimiento de la planta. a) Saihua b) Lasta c) Pampalasta



Fuente:(IPGRI., PROIMPA, & IFAD, 2005)

Según Mamani (1994), la planta de cañahua presenta dos hábitos de crecimiento: las variedades Lastas posee un tallo central diferenciado con ramas decumbentes; y la variedad Saigua presenta ramificaciones laterales paralelas al resto de las ramas centrales.

¹ Lasta: Plantas de crecimiento postrado o semierguido, con numerosas ramificaciones primarias y secundarias que nacen desde la base del tallo (Tapia, 1990)

² Saigua: Son plantas de porte erguido con pocas ramas primarias y secundarias que también son erguidas (Tapia, 1990).

2.1.4 Clasificación botánica de la Cañahua³

Nombres comunes: Cañahua, Cañihua

Reino: Vegetal, *Eucarionta*

División: *Angiospermas*

Clase: *Dicotiledóneas*

Orden: *Centrospermales*

Familia: *Chenopodiaceae*

Género: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium Pallidicaule Aellen*

Figura 2. Granos de Cañahua



Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Propiedades nutricionales de la Cañahua

La nutrición es un factor clave para promover la salud y el bienestar. El consumo de alimentos debe proporcionar compuestos orgánicos a fin de favorecer los efectos fisiológicos y bioquímicos del organismo. Sin embargo está limitada por factores socioeconómicos.

Los cereales andinos como la cañahua y la quinua representan una composición química con considerables diferencias en relación a productos básicos como el trigo, maíz y el arroz. (Véase tabla 1).

Tabla 1. Composición de los cereales y granos andinos (g/100g materia seca)

	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Ceniza	Carbohidrato
Cañahua	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4
Quinua	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
Trigo Inglés	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6

Fuente: (KENT, 1983.) Y (REPO-CARRASCO R. , 1992)

³ **Fuente:** (CARDENAS, 1969) (OLIVERA, 1997) (TAPIA, 1997) (VIETMEYER, 1984)

2.1.6 Contenido de proteínas y aminoácidos

Las proteínas son compuestos orgánicos valiosos para la nutrición humana, ya que interviene en la síntesis de los tejidos celulares. Los aminoácidos son los “Bloques de construcción” durante el proceso de síntesis.

Las proteínas solubles albuminas y globulinas tienen mayor contenido de aminoácidos esenciales, que las proteínas insolubles (prolaminas y glutelinas) por eso su valor biológico es superior. Es por esto que los granos andinos superan a los otros cereales como el trigo en aminoácidos como la lisina. (Véase tabla 2).

Tabla 2. Contenido de aminoácidos en los granos (g aminoácido /16 g N)

	Acido aspartico	Treonina	Serina	Acido glutámico	Prolina	Glicina	Alanina	Valina	Isoleucina	Leucina	Tirosina	Fenilalanina	Lisina	Histidina	Arginina	Metionina	Cistina	Triptofano
Quinua	7.8	3.4	3.9	13.2	3.4	5.0	4.1	4.2	3.4	6.1	2.5	3.7	5.6	2.7	8.1	3.1	1.7	1.1
Cañahua	7.9	3.3	3.9	13.6	3.2	5.2	4.1	4.2	3.4	6.1	2.3	3.7	5.3	2.7	8.3	3.0	1.6	0.9
Kiwicha	7.4	3.3	5.0	15.6	3.4	7.4	3.6	3.8	3.2	5.4	2.7	3.7	6.0	2.4	8.2	3.8	2.3	1.1
Arroz	8.0	3.2	4.5	16.9	4.0	4.1	5.2	5.1	3.5	7.5	2.6	4.8	3.2	2.2	6.3	3.6	2.5	1.1
Trigo	4.7	2.9	4.6	31.3	10.4	6.1	3.5	4.6	4.3	6.7	3.7	4.9	2.8	2.0	4.8	1.3	2.2	1.2

Fuente: (REPO-CARRASCO R. , 1992)

2.1.7 Carbohidratos y fibra dietética

Según Steloffalani, León y Pérez (STELOFFOLANI, LEON, & PEREZ, 2013) la quinua y la cañahua presentan una composición química similar sin embargo el contenido de proteína, lípidos y fibra fue menor para la quinua en comparación con la cañahua. Los porcentajes de amilosa en la quinua están entre 9,30% a 8,35% y para la cañahua se encuentra entre 17,44% a 10,70 %. Se afirma que no hay diferencia significativa en la morfología del gránulo de almidón de la quinua y la cañahua. Sin embargo los gránulos de quinua fueron mayores en tamaño ($\approx 2,53\mu\text{m}$) en comparación al tamaño de gránulo de cañahua ($\approx 1,45\mu\text{m}$).

El contenido de fibra de cañahua es considerablemente mayor en comparación a otros granos de consumo masivo. Sin embargo la quinua y el amaranto no son buenas fuentes de fibra comparados con las legumbres mientras que la cañahua tiene un mayor contenido de fibra dietética. (Véase tabla 3).

Lorenz (LORENZ, 1990) dice que un cereal con bajo contenido de amilosa presentaran altas temperaturas de gelatinización.

Tabla 3. Contenido de fibra insoluble, soluble y fibra dietética total (FDT) en granos andinos (g/ % materia seca)

	Fibra insoluble (g/100 g)	Fibra soluble (g/100g)	FDT (g/100g)
Amaranto	5.76	3.19	8.95
Cañahua	12.92	3.49	16.41
Quinua	5.31	2.49	7.80

Fuente: (REPO-CARRASCO R. , 1992)

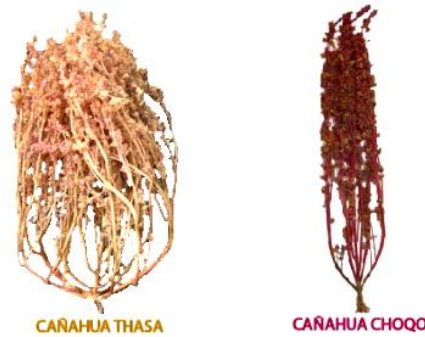
2.1.8 Variedades locales o ecotipos de cañahua

Según Rodríguez (RODRIGUEZ, 1994), la variación que existe entre las plantas de cañahua esta principalmente determinado por el hábito de crecimiento, las que se divide en dos grupos: cañahuas Choqos y cañahuas Thasas. Las cañahuas Choqos tienen el hábito de crecimiento erecto, mientras que las cañahuas Thasas tiene un hábito de crecimiento ramificado y semipostrado.

Cuba (CUBA, 2005) confirma que los grupos de cañahuas del departamento de Cochabamba son: las denominadas localmente “Thasas” que se caracterizan por la disposición de su follaje en forma arrochetado y expandido de su eje central, en cambio las denominadas localmente “Choqos” presentan un porte más erguido y su follaje se encuentra más concéntrico a su eje. Y que según los productores de las comunidades donde determino las variedades locales, la cañahua que cultivan se divide en dos grandes grupos, de acuerdo a su hábito de crecimiento, que son: cañahuas Choqos y cañahuas

Thasas; Dentro de cada uno de estos grupos se presentan ecotipos⁴ o variedades⁵ locales que se diferencia por el color del follaje y del grano, como se observa en figura 3.

Figura 3. Grupos de cañahua definido por el hábito de crecimiento



Fuente: (CUBA, 2005)

Y que el grupo o variedad local que predomina en la comunidad de Japo son los **Choqos** porque según los productores se adapta mejor a las condiciones de las comunidades. Son sembradas preferentemente en terrenos que presentan pendientes pronunciadas. Por otro lado, mencionan que su hábito de crecimiento erecto se acomoda mejor a terrenos en pendiente, además que tiene más facilidad en su cosecha.

Al contrario, en la comunidad de Lacolaconi se prefiere sembrar las cañahuas **Thasas** porque según el criterio de los campesinos produce más grano y madura mucho antes que las cañahuas Choqos, pero su desventaja es la susceptibilidad que tiene al desgrane, lo afecta en gran medida a los rendimientos del cultivo. Estas se siembran en las planicies (pampas), su maduración es antes en comparación a los “**Choqos**”.

El color del grano en algunos está directamente relacionado con la coloración del follaje que presenta el ecotipo o la variedad local en particular, como es el caso del ecotipo o variedad local Ayrampu que produce un grano de color púrpura semejante al follaje de la planta. La coloración de los granos varían desde colores claros (marrón claro, amarillos),

⁴Ecotipo: Son poblaciones de plantas cultivadas, que los agricultores han seleccionado y se mantienen sin que hayan sido afectados por los programas de manejo genético (AOPEB, 2005).

⁵Variedad: define a un grupo de plantas cultivadas dentro una especie y que se distingue de otro grupo (variante) por uno o varios caracteres (morfológicos, fisiológicos u otro) además, cuando se reproducen mantienen las características que las distingue. Querol (1988) y (COOPER, 1994).

medios (anaranjados, marrón, guindo-blanco) y oscuros (guindo oscuro, negro). Los de color claro son los que más preferencia tienen para la elaboración del pito de cañahua. Incluso se puede decir que el contenido de componentes nutricionales de la cañahua varia (véase tabla 4), de acuerdo a una serie de factores de orden agronómico como por ejemplo la naturaleza del suelo, uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y sobre todo de las características propias de cada de cada una de las variedades locales o ecotipos de donde se hayan producido.

Tabla 4. Composición nutricional en diferentes variedades de cañahua

Parámetros	Gris (*)	Amarilla (*)	Parda (*)	Kanty (**)	Amarilla (**)	Blanca (**)
Húmedad (%)	12,40	12,00	12,20	n.d	n.d	n.d
Cenizas (%)	5,10	5,90	5,30	2,67	2,63	2,83
Proteínas (%)	14,00	14,30	13,80	19,04	17,07	17,23
Lípidos (%)	4,50	5,00	3,50	8,64	9,04	8,78
Fibra (%)	9,80	9,80	10,20	7,43	6,67	7,27
Carbohidratos	64 (***)	62,8(***)	65,2(***)	62,17	64,57	63,83
Calcio (mg)	110 (***)	87(***)	141(***)	102,75	77,91	110,00
Fosfóro (mg)	375(***)	335(***)	387(***)	416,83	411,62	435,60
Hierro (mg)	13(***)	10,8(***)	12(***)	9,43	9,55	10,04

Fuente: (*) (TAPIA, 1997) ;(**) (OLIVERA, 1997) y (***) (Mujica, et-al, 2002)

2.1.9 Usos alimentarios

Cañahua es un excelente alimento para los niños y en las dietas vegetarianas. También es un buen complemento dietético para deportistas. Ya que tiene un mayor volumen de fibra soluble en comparación con otros cereales, por tanto es más fácil de digerir.

Este grano es sin gluten y por lo tanto es el alimento adecuado para las personas con enfermedad celíaca.

La enfermedad celíaca es una enfermedad digestiva que daña el intestino delgado y altera la absorción de las vitaminas, minerales y además nutrientes que contienen los alimentos. Los pacientes con esta enfermedad no toleran una proteína llamada gluten, que se encuentra en los cereales (trigo, avena, cebada, centeno). (CARRASCO, ROJAS, & SOTO, 2004)

2.1.10 Usos medicinales

El grano tostado y molido puede ser usado para controlar la disentería⁶ en niños. Es altamente recomendado para personas con anemia, para madres gestantes durante la lactancia.

Se usa también en casos de agotamiento físico, mental o para la diabetes y la alta altitud. El mal de altura o Sorojchi.- es una molestia física temporal causado por la falta de oxígeno que se produce especialmente en altas altitudes; para evitar este malestar, los agricultores utilizan los granos cañahua con las hojas de otra planta medicinal llamado k'intu, la mezcla se hierve en agua y luego es dada a la persona afectada (Pinto et al. 2008). Asimismo las semillas secas en polvo disueltas en agua y vinagre es considerado un excelente remedio para la fiebre tifoidea⁷. (CARRASCO, ROJAS, & SOTO, 2004)

2.2 FUENTES DE ALMIDON

La estructura de un producto extrusionado se crea mediante la formación de un fluido derretido a partir de biopolímeros y soplando burbujas de vapor de agua en el fluido para formar una espuma. El fluido funde los biopolímeros desde las paredes de la célula y les permite expandirse hasta que estallen. Los polímeros de almidón son muy buenos para provocar esta función en las estructuras celulares bien expandidas.

Los tres principales cereales de producción en el mundo son trigo, arroz y maíz. La forma más común de los cereales utilizados en los alimentos humanos son las harinas que tienen una proporción grande de las cascara eliminadas. Este procedimiento enriquece la fracción de almidón y elimina los materiales fibrosos de hemicelulosa y beta glucano juntos con algunos materiales poli fenólicos tales como la lignina.

La composición de los diferentes tipos de cereales varia con los niveles de componentes que no son almidones (Véase tabla 5).

⁶ La Disentería es un trastorno que se traduce en una inflamación del intestino, que normalmente ataca al colon y produce diarreas que contienen mocos y sangre en las heces.

⁷Fiebre tifoidea.- Es una enfermedad producida por *Salmonella typhi* (bacilo de Eberth) o *salmonella paratyphi A, B o C* del genero *Salmonella*.

Las harinas de maíz y arroz son generalmente más ricas en almidón debido a los niveles más bajos de proteína y fibra.

Tabla 5. Composición de harinas de cereales en porcentajes de solidos secos

Componente	Trigo Blando	Maíz amarillo	Arroz	Avena
Almidón	86	90	90	67
Proteína	10	7,5	6	12
Fibra	1,5	0,5	0,5	10
Lípidos	1,5	0,6	1,5	8
Ceniza	0,5	0,5	0,5	2

Fuente: (CUY, 2001)

2.3 PROCESO DE EXTRUSION

La Extrusión es un proceso unitario termodinámico de cocción y secado a través de un equipo extrusor, este proceso combina diversas operaciones unitarias como mezclado, cocción, el amasado, y el moldeo. Proviene del verbo extruir, se define como: el modelo de material por forzamiento, a través de una abertura, después de haberlo sometido a un calentamiento. (REINAGA, QUISPE, GUARACHI, & CALDERON, 2011)

Este equipo denominado extrusor facilita el proceso de moldeo y reestructuración para ingredientes alimentarios.

Su utilización en la industria de alimentos ha favorecido a la alta productividad a un bajo coste y hoy en día sus funciones de procesado pueden incluir transporte, mezcla, cizallado, separación, calentamiento o enfriamiento, formateado, etc.

2.3.1 Tipos de extrusores

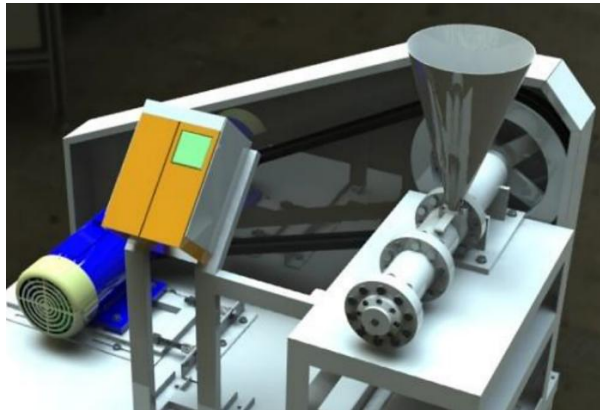
Todos los extrusores consisten de un tornillo (s) que transporta los ingredientes premezclados a través del cilindro.

◆ Extrusoras de un tornillo

Son los más extendidos en la práctica, ya que es fácil de operar y requiere menos entrenamiento de los operarios. Además tienen un coste y mantenimiento más bajo que los extrusores de tornillo doble.

Los diferentes extrusores comerciales de tornillo simple se diferencian unos de otros en ciertos aspectos de su diseño, que les permite conseguir diferentes tipos de producto. (Véase figura 4).

Figura 4. Extrusor de tornillo único.

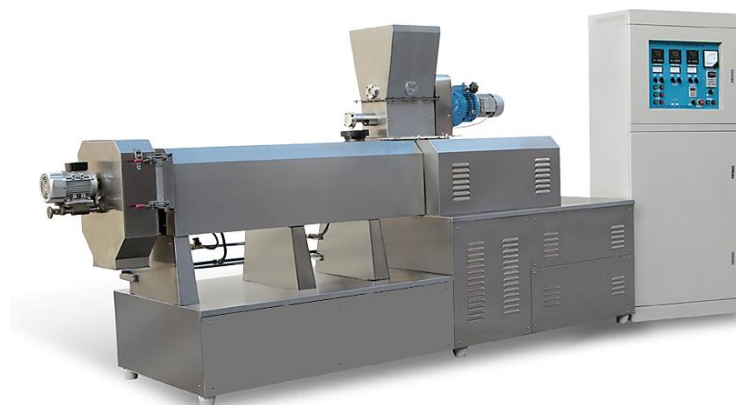


Fuente: (QUIROZ, 2012)

◆ **Extrusoras de doble tornillo**

Los extrusores de doble tornillo tienen una capacidad y flexibilidad más grande para el control de los parámetros tanto del producto como del proceso. Su diseño flexible que permite una limpieza fácil y un cambio rápido de producto. También pueden operar dentro un estrecho o amplio intervalo de humedad (Véase figura 5).

Figura 5. Extrusor de doble tornillo



Fuente: www.jnsaixin.en.alibaba.com

2.3.2 Ventajas del proceso de extrusión

Según Cuy (CUY, 2001) la cocción por extrusión ha ganado en popularidad por las siguientes razones:

- ♣ Versatilidad: una amplia gama de productos, muchos de los cuales no se pueden producir fácilmente mediante otros procesos, es posible mediante el cambio de ingredientes, las condiciones de operación del extrusor y de los troqueles.
- ♣ Coste: la extrusión tiene costes de operación más bajos y una productividad más alta que otros procesos de cocción y formateado.
- ♣ Productividad: los extrusores pueden operar continuamente con un alto rendimiento.
- ♣ Calidad de producto: la cocción por extrusión implica altas temperaturas aplicadas en un tiempo corto, reteniendo muchos componentes sensibles de un alimento.
- ♣ Favorable ambientalmente: como proceso a humedad baja, la cocción por extrusión no produce efluentes de procesamiento significantes, reduciendo los costes de tratamiento de agua y los niveles de polución⁸ medioambiental.

2.4 CEREAL PARA DESAYUNO

2.4.1 Historia

La industria del cereal de desayuno comenzó a desarrollarse en el siglo XIX en Estados Unidos, sus motivos inicialmente fueron nutricionales.

John H. Kellogg, administrador del sanatorio de Battle Creek (Michigan), y su hermano William K. Kellogg, empezaron a investigar sobre nuevas fórmulas de alimentación. Durante sus experimentos, olvidaron en una ocasión el maíz hervido dentro del horno, y lo tostaron de nuevo, obteniendo como resultado unos copos ligeros y crujientes.

⁸ Polución se refiere a la contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida o los residuos de procesos industriales o biológicos.

En 1898 abren la primera fábrica de copos de maíz y en 1906, William K. Kellogg fundada “The Battle Creek Toasted Cornflakes Company”, que fue conocida más adelante como “Kellogg Company” ((AEFC), 2010).

2.4.2 Los cereales extruidos⁹

Se elaboran a partir de cereales en grano, harina de cereales o mezclas de estos, que se comprimen hasta conseguir una masa semisólida, que se fuerza a fluir, bajo una o varias condiciones.

Según Lezcano (2010), la selección apropiada de ingredientes para las formulaciones de los cereales es esencial para la nutrición, calidad, y la variedad de los productos finales.

Figura 6. Cereales extruidos



Fuente: www.clextral.com

2.5 ANALISIS SENSORIAL

El Análisis sensorial, es el examen de los caracteres organolépticos de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivables. Este análisis es tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc.

Para que un alimento sea aceptado depende de muchos factores, entre los que se destacan sus propiedades sensoriales en las que se incluye el color, como primer contacto, el sabor, el olor, la textura y hasta el sonido que se genera durante su consumo, todos estos atributos son importantes en el momento de desarrollar un nuevo producto.

⁹Fuente: (IBNORCA, NB 312057:2013 Cereales - Cereales para desayuno - Requisitos, 2013)

2.5.1 Atributos de los alimentos

Aspecto: el aspecto de un alimento incluye su tamaño, forma, color, estructura, transparencia o turbidez, palidez o brillo para esto se utiliza la vista.

Sabor: es la sensación que ciertos compuestos producen en el órgano del gusto. Las papilas gustativas de la lengua registran cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo.

Color: esta propiedad se detecta por medio de la vista, es lo primero que se identifica y juzga de un producto.

Olor: es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos.

Textura: es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

2.5.2 Evaluación hedónica

Es una prueba de degustación que está destinada a medir cuanto agrada o desagrade un producto.

Estas pruebas se presentan individualizadas y se pide al catador que las califique de acuerdo a escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías que comúnmente van desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas marcan en la opción que más les agrada escogiendo la categoría apropiada para calificar.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se entiende por diseño experimental a la realización de una serie de experimentos previamente señalados donde se varían los valores de las variables de entrada en un proceso o sistema y se miden las respuestas de salida. El diseño experimental estudia también la forma de realizar comportamientos lo más homogéneos posibles que permitan detectar cambios en el proceso e identificar a los factores más influyentes; es utilizado ampliamente cuando se desea mejorar el rendimiento de los procesos industriales como para el desarrollo de nuevos procesos ahorrando tiempo y costos de desarrollo. Aporta

además de conocimiento profundo de los procesos, generando herramientas eficaces de los mismos. (REYES A.)

2.6.1 Diseños de experimento en Statgraphics

En los diseños de experimentos en Statgraphics construye y analiza muchos tipos de experimentos. Estos incluyen diseños para investigación, diseños de optimización, experimentos con mezclas y diseños para estudiar factores categóricos.

2.6.2 Diseños factoriales multinivel

Estos diseños implican diferentes números de niveles para cada factor experimental. Son usados para estudiar los efectos utilizando factores cuantitativos. Se debe especificar un rango de cobertura para cada factor el cual es variado y el número de diferentes niveles en los cuales se realiza el estudio. Se construye una base de datos que contiene las combinaciones de los diferentes niveles de las variables.

N° de variables respuesta: es el número de variables respuesta “Y” que deberán medirse durante cada corrida experimental.

N° de Factores experimentales: el número de factores experimentales “X” que pueden variar de corrida a corrida.



Capítulo III

Metodología

CAPITULO III

3.1 UBICACIÓN EXPERIMENTAL

La determinación del almidón de materias primas principales y la composición proximal del producto fueron evaluadas por el laboratorio del instituto SELADIS.

El experimento de extrusión de cañahua y la determinación de las propiedades físicas del producto extruido (expansión, densidad) se desarrolló en la empresa Irupana Andean Organic Food S.A.

La degustación sensorial con escala hedónica se llevó a cabo en el colegio “Sergio Suarez Figueroa”.

El recubrimiento con jarabe de sacarosa del extruido y el análisis microbiológico se llevó a cabo en la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, Carrera de Química Industrial.

3.2 MATERIA PRIMA

3.2.1 Clasificación de la materia prima.

- 1) Materia prima principal: es aquel ingrediente que se usa mayor o igual al 5% del total de la mezcla formulada.
- 2) Materia prima Secundaria: es aquel ingrediente que se usa menor o igual al 5% del total de la mezcla formulada. Por tanto se describirán a este tipo de materia prima con el nombre de “Aditivo”.

3.2.2 Materia prima.

- ♣ **La Cañahua** (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) fue acopiada de la provincia Bolívar del departamento de Cochabamba. EL beneficiado y la molienda de cañahua se procesaron de acuerdo al anexo 2 y anexo 3.

El contenido de Almidón en la cañahua fue inferior, por lo tanto fue necesario utilizar otros ingredientes como fuentes de almidón como:

- ♣ **La harina de sémola cruda de maíz amarillo**, es conocida también como sémola o harina de maíz es obtenida de la molienda del maíz desgerminado grueso y sometida a una selección granulométrica.
- ♣ **La harina de arroz**, es un ingrediente que se obtiene a partir de la molienda del grano de arroz.
- ♣ **La harina de trigo**, es un ingrediente que se obtiene a partir de la molienda del grano de trigo.

La materia prima secundaria o aditivos que se utilizaron en las formulaciones, son la leche descremada, azúcar (sacarosa), sal yodada, cocoa alcalina y silicato de magnesio.

3.3 CLASIFICACION CUALITATIVA DE VARIEDADES LOCALES DE CAÑAHUA

La clasificación cualitativa de las variedades locales de cañahua forma parte de la adecuación de la materia prima. Debido a que se identificó que el color del grano en algunos casos está directamente relacionado con la coloración del follaje que presenta cada ecotipo o la variedad local. Por ejemplo en el caso de la variedad local Ayrampu, se produce un grano de color púrpura semejante al color del follaje de la planta.

La coloración de los granos de cañahua varían desde colores claros (marrón claro, amarillos) los medio (anaranjados, marrón, guindo-blanco) y oscuros (guindo oscuro, negro). Los granos de color más claro son los que tienen más preferencia por ejemplo para la elaboración del pito de cañahua. (CUBA, 2005)

Sabiendo la importancia de la coloración de los granos de cañahua se procedió a clasificar la misma según su color, esto para identificar las variedades locales presentes en la materia prima acopiada por la empresa de acuerdo a los datos proporcionados por Cuba (CUBA, 2005).

3.4 PRUEBAS DE FORMULACIÓN DE INGREDIENTES

Durante la cocción por extrusión el almidón sufre cambios por gelatinización. Estas modificaciones resultan en nuevas propiedades físicas (expansión, humedad y densidad) para el producto.

El almidón se constituye en el ingrediente que facilita la expansión del producto, sabiendo esto se realizó un balance de almidón para obtener la cantidad teórica de cada uno de los ensayos de formulación de ingredientes

Se hicieron doce formulaciones de receta, estas fueron sometidas a altas temperaturas a escala laboratorio y evaluadas por el personal de la empresa con una prueba de degustación hedónica (Véase anexo 4).

Con los resultados hedónicos, se clasificaron tres formulaciones y estas fueron evaluadas por un score químico para obtener la receta más nutritiva.

3.4.1 Score químico o Cómputo químico

El Cómputo Químico se evaluó basado en los patrones de aminoácidos de la FAO (Roma-1970) “Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre las proteínas” (Véase tabla 6).

El valor obtenido debe ser próximo a la unidad, lo que indica que la mezcla de los alimentos o componentes es buena y tiene un valor nutricional alto según la FAO.

El escore de una proteína refleja su contenido en aminoácidos (AA) en comparación con la proteína ideal y la formula es:

$$\text{Computo químico} = \frac{\text{mg aa} / \text{g N de la proteína del alimento estudiado}}{\text{mg aa} / \text{g N de la proteína de referencia o patrón}}$$

Para utilizar la fórmula del cómputo químico es necesario identificar, calcular la cantidad de miligramos de aminoácido aportado por cada ingrediente en una determinada formulación.

Tabla 6. Contenido de Aminoácidos Patrón FAO/OMS

Contenido de Aminoácidos esenciales (mg aa/gN) (*)	
Aminoácido	Patron FAO/OMS (1973)
Isoleucina	250
Leucina	440
Lisina	340
Metionina + Cisteína	220
Fenilalanina + Tirosina	380
Treonina	250
Triptófano	60
Valina	310

Fuente: (*) Bressani,R (1993)

En la tabla 7 se puede observar la composición de miligramos de aminoácido por gramo de proteína y el factor de conversión de los ingredientes utilizados para los ensayos de formulación.

Tabla 7. Composición de mg aa /g proteína y Factor de conversión

INGREDIENTES	Composición Aminoacídica (mg aa/g proteína)								Factor de conversión
	Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina + Cisteína	Fenilalanina + Tirosina	Treonina	Triptófano	Valina	
Cañahua (**)	34,00	61,00	53,00	46,00	60,00	33,00	9,00	42,00	6,25
Arroz (*)	44,03	86,39	37,98	38,49	84,54	34,79	14,12	60,67	5,95
Maiz (*)	36,80	125,28	26,72	34,72	87,04	36,00	7,04	48,48	6,25
Trigo (*)	34,99	71,53	30,70	43,40	80,45	31,39	11,66	47,34	5,83

Fuente: FAO. (**); (REPO-CARRASCO R. , 1992) (*)

3.4.2 Determinación del coeficiente aminoacídico

A partir de los siguientes pasos se calcula el score o computo químico:

1.- La cantidad de proteína aportada por cada uno de los ingrediente de la mezcla se determina a partir de los datos de la tabla 8 y el porcentaje de cada componente de la formulación (Véase anexo 8 y 9).

Tabla 8. Porcentaje de proteína de los ingredientes principales

Ingredientes principales	(g) de Proteína
Harina Cañahua *	13,918
Harina de Sémola cruda *	4,557
Harina de Trigo**	12,400
Harina de Arroz**	6,000

Fuente: (*) SELADIS; (**)INLASA,2005

- 2.- El nitrógeno aportado por cada uno de los ingredientes y el nitrógeno total, se determina con el factor de conversión de la tabla 7 y la cantidad de proteína aportada por cada componente.
- 3.- Los mg aminoácidos por gramo de nitrógeno total y los mg de aminoácidos totales se determinaron a partir del cálculo de la proteína aportada y la composición aminoacídica de cada ingrediente que se detalla en la tabla 7.
- 4.- Posteriormente se divide los mg aminoácidos totales sobre el nitrógeno total de la mezcla.
- 5.- El computo o score químico se determina, dividiendo el valor obtenido de cada aminoácido sobre los patrones de la FAO (Véase tabla 6).

3.4.3 Determinación de la humedad

La humedad de la materia prima es un factor que determina el grado de cocción y degradación de los componentes de cada alimento, las altas temperaturas que se llegan a alcanzar en el interior del equipo, permiten que la mezcla inicial se convierta en una masa plástica, la cual debe llegar a travesar el tornillo y salir por la boquilla. Es por eso que se determinó la humedad de las materias primas principales en el laboratorio de control de calidad de la empresa. Se utilizó una balanza de humedad de la marca Sartorius MA35 (Véase figura 7). Con los datos obtenidos y un balance de materia se pudo determinar la humedad teórica de la formulación. Además con este dato, se determinó también los niveles de cada humedad del experimento.

Figura 7. Balanza de humedad MA35 marca Sartorius

Fuente: Elaboración propia

3.5 MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL EXPERIMENTO

3.5.1 Limpieza y sanitización de la línea de extrusión

Como parte de pretratamiento de los equipos, garantizando así la inocuidad del producto desarrollado y a petición de la empresa se desarrolló procedimientos de limpieza y sanitización de la línea de extrusión en función a los requerimientos de la empresa.

Por eso motivo se revisó, analizó otros procedimientos de limpieza y desinfección de equipos anteriores relacionados con la línea de extrusión de la empresa Irupana (Véase figura 8) y también se buscó información secundaria para su elaboración.

Estos procedimientos describen y explican cómo realizar una tarea para lograr un fin específico.

Figura 8. Línea de Extrusión

Fuente: www.jnsaixin.en.alibaba.com

3.5.2 Equipos e utensilios utilizados

En la tabla 9 se describe los Equipos y Utensilios utilizados durante el proceso de extrusión en la empresa.

Tabla 9. Equipos y utensilios

Equipos	Utensilios
Mixer	Jarras
Tornillo de alimentación	Ollas
Mixer de alimentación extrusor	Paletas, mangos y cucharas
Extrusor de alimentos de doble husillo	Bañadores
Mallas transportadoras	Guantes
Horno secador	Sacos
Balanza	Palets
Sellador	Bolsas
Vernier	
Costurador de sacos	
Kit de herramientas	

Fuente: Elaboración Propia

3.6 DESARROLLO Y ADECUACION DEL PROCESO

El siguiente flujograma (Véase figura 9) para el desarrollo de un cereal extruido de cañahua, muestra una secuencia de los pasos que se deben seguir:

Selección de alimento a desarrollar.- En nuestro caso el alimento a desarrollar es un cereal extruido a base de cañahua.

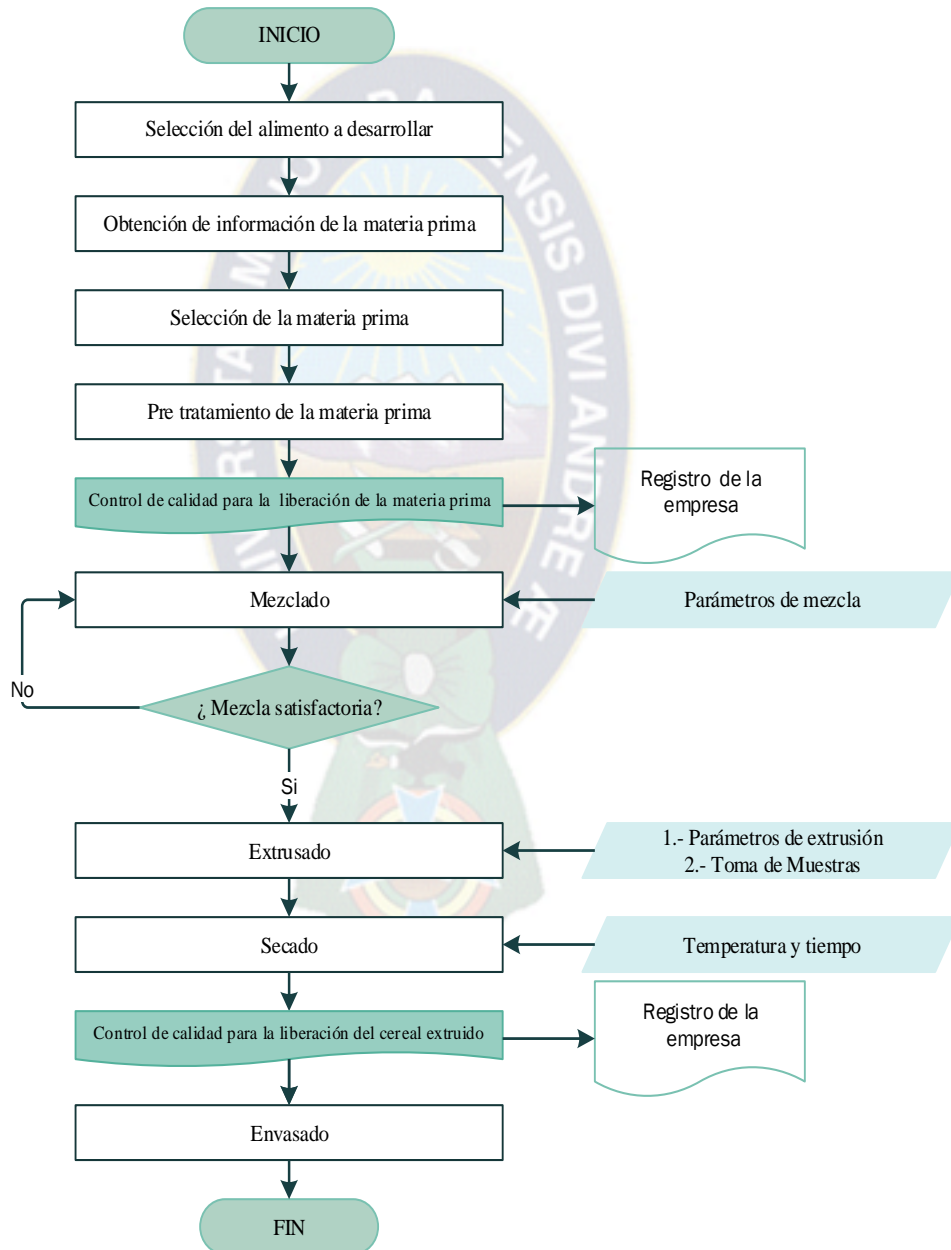
Obtención de la información de la materia prima.- Se procede a obtener información referente a la materia prima necesaria.

Selección de la materia prima.- Una vez obtenida la información sobre la materia prima se procederá a clasificarla de acuerdo a los requerimientos deseados.

Pre tratamiento de la materia prima.- La materia prima debe ser adecuada antes de pasar por el proceso de extrusión.

Control de calidad para la liberación de la materia prima.- La materia prima debe cumplir con los requerimientos de la empresa antes de ser procesada en la línea de extrusión.

Figura 9. Metodología para el desarrollo de un cereal extruido



Fuente: Elaboración propia

Mezclado.- Para que un producto extrusado sea uniforme se requiere de un mezclado previo de ingredientes sólidos y luego de ingredientes líquidos. Para esto es necesario verificar que la materia prima este bien mezclada antes de ser extruida.

Extrusión.- Este proceso nos dará como resultado el cereal comprimido y pre-cocido. Para esto se debe adecuar los parámetros y condiciones a las que se trabajara durante las pruebas de extrusión.

Secado.- Esta operación se utiliza para eliminar el exceso de humedad del extruido.

Control de calidad para la liberación cereal extruido.- Antes de ingresar al almacén de producto terminado deberá hacerse el control de calidad correspondiente y la liberación del producto extruido.

Envasado.- Este proceso debe cumplir con los requerimientos de la empresa, donde se procura que el producto no adquiera humedad y este alejado de los rayos del sol.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA EXTRUSIÓN

El diseño experimental utilizado está en función de una secuencia de etapas, esto para garantizar que los datos obtenidos permitan el análisis de las variables y su influencia en el proceso.

- ♣ Las variables independientes consideradas en la investigación fueron: temperatura de la etapa III: (155°C, 165°C y 175°C), el contenido de humedad de la formulación de la mezcla (13,72 % y 16,34 %).
- ♣ La temperatura de la etapa I se fijó a 20°C para todas las pruebas. La temperatura de la etapa II se varió de 140 °C, 150 °C, y 160 °C de acuerdo al orden de pruebas.
- ♣ Las combinaciones de las variables fueron aleatorizados por el software Statgraphics Centurion XV versión 15.2.05, esto para mejorar la precisión de las estimaciones del experimento con replicas.
- ♣ La velocidad de alimentación, velocidad del tornillo, velocidad de corte y la formulación de la mezcla número 12 se mantienen constantes a lo largo de todo el experimento.
- ♣ Las variables dependientes (respuestas) fueron la densidad (g/ml) y expansión

(adimensional), las cuales son propiedades físicas del producto.

- ❖ Los datos obtenidos fueron analizados por el software Statgraphics Centurion XV utilizando diseño de experimentos -multinivel.

3.7.1 Determinación de las propiedades físicas del cereal extruido

❖ El grado de expansión

Para obtener los datos de la expansión, se utilizó un vernier digital proporcionado por el laboratorio de control de calidad, se midió el diámetro del molde y los cereales extruidos.

Formula de la Expansión

$$E = \frac{\bar{D} (cm)}{D (cm)}$$

❖ Densidad

La densidad se midió en el laboratorio de Desarrollo e investigación con la ayuda de una balanza electrónica y un recipiente con volumen conocido.

Formula de la Densidad

$$D = \frac{\text{peso (mg)}}{\text{volumen (ml)}}$$

3.8 DEGUSTACION HEDONICA

El ensayo de degustación del producto se realizó con una escala hedónica¹⁰ de 9 puntos para niños.

Fue llevada a cabo por 50 participantes (21 varones y 29 mujeres) del colegio “Sergio Suarez Figueroa” de edades comprendidas entre 7 a 10 años de edad. Se les pidió que expresaran sus percepciones acerca de los productos (prueba-4 y prueba-5) a través de la calificación de los siguientes atributos: color, olor, sabor, textura crujiente y aceptabilidad general, plasmados en una cartilla para niños (Véase anexo 5).

¹⁰ Escala hedónica es una prueba analítica que buscan medir o describir en detalle las características organolépticas de un producto.

Antes de la sesión de degustación se les dio indicaciones acerca del uso adecuado de la cartilla y la forma correcta de marcar cada atributo.

En el periodo del intermedio entre las dos muestras de degustación, se les proporciono agua para beber y así eliminar cualquier rastro del producto anteriormente degustado.

Asimismo cada muestra estaba identificada con su etiqueta, esto para evitar confusiones.

Al concluir la sesión de degustación se les otorgo un obsequio en agradecimiento a su participación.

3.9 DETERMINACION DE LA COMPOSICION PROXIMAL

Determinación de la composición proximal del extruido de cañahua

La composición proximal del extruido fue determinado por el laboratorio del Instituto Seladis (Véase anexo 6 y 11):

- ♣ (%) Proteína, se determinó por el método Kjendhal.
- ♣ (%) Carbohidrato, se determinó por el método Felhing.
- ♣ (%) Grasa, se determinó por el método Barshal.
- ♣ (%) Fibra, se determinó por el método de hidrólisis acido-base.
- ♣ (%) Cenizas, se determinó por gravimetría.
- ♣ (%) Humedad, se determinó por gravimetría.

Análisis microbiológico del extruido de cañahua

Los parámetros microbiológicos fueron evaluados por el Servicio externo del Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Química Industrial: (véase anexo 7)

- ♣ NB32003 Ensayos Microbiológicos- Recuento Total de bacterias mesófilas aerobias viables.
- ♣ NB32005 Ensayos Microbiológicos-Recuentos de bacterias coliformes
- ♣ NB32006 Ensayos Microbiológicos –Recuento de mohos y levaduras.
- ♣ NB32004 ensayos microbiológicos- Staphylococcus aereus.



Capítulo IV

Resultados



CAPITULO IV

4.1 VARIEDADES LOCALES DE CAÑAHUA.

De acuerdo a investigaciones previas realizadas por Irupana Andean Organic Food S.A., se tiene determinado que los productores de la provincia Bolívar del departamento de Cochabamba producen dos variedades locales, Lasta y Saihua las mismas que se caracterizan por la forma de crecimiento. Sin embargo no se tiene la clasificación del grano por su coloración, por lo que la empresa acopia una diversidad de variedades locales las cuales son procesadas en una mezcla de estas.

Cuba (CUBA, 2005) ratifica que estas dos variedades (Lasta y Saihua) están presentes en el departamento de Cochabamba pero que además de estas existen otras variedades locales o ecotipos, los cuales están relacionados directamente con la coloración y estas varía desde colores claros hasta los oscuros. (Véase figura 10)

El IPGRI., PROIMPA, & IFAD (2005) identifico que la cañahua al igual que la quinua presenta diversidad y variabilidad en su coloración de grano.





Es por eso que en la tabla 10 muestra la clasificación cualitativa de las variedades locales de cañahua presentes en la materia prima de la empresa.





Figura 10. Coloración de las plantas de cañahua



Fuente: (APAZA, 2010)

Tabla 10. Clasificación de variedades locales de Cañahua por color de grano









Nombre de la variedad local o ecotipo (Según Cuba H.,2005)	Color del grano (Según Cuba H.,2005)	Color del grano (IPGRI, 2005)	Color del grano encontrado en la Materia prima
Choqechilliwa	Marron Claro	Café Claro	 <p>cafe claro</p>
Wanaqero	Marron	Café oscuro	 <p>cafe oscuro</p>
Ayrampu	Guindo	Café Rojizo	 <p>morado</p>
Kellu	Anaranjado	Anaranjado	 <p>Naranjado</p>

Nombre de la variedad local o ecotipo (Según Cuba)	Color del grano (Según Cuba)	Color del grano (IPGRI, 2005)	Color del grano encontrado en la Materia prima
Medio ayrampu	Guindo Blanco	Rosado oscuro	 <p>rosado</p>
Medio Kellu	Amarillo intenso	Café amarillento	 <p>amarillo</p>
Ajara Thasa	Negro	Gris	 <p>gris</p>
N.d.	N.d.	Crema (suave y oscuro)	 <p>crema</p>

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los criterios campesinos recolectados por Cuba y asemejando cada grano según su color de perigonio y pericarpio, se elaboró la tabla 11.

Tabla 11. Identificación de la variedad local de la materia prima

Perigonio	Pericarpio	Variedad Local no determinada
		No determinado
Crema	Café dorado	
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos - Variedad Local Choqe-chilliwa(**)
		“...La cañahua choqechilliwa, es resistente a la helada, su maduración es casi uniforme pero tarda en madurar, mayormente se siembra en lugares planos (pampas)”.
Café Claro	Café (claro y oscuro)	“...El grano que produce es más grande que las otras cañahuas, cada planta produce harto grano y con facilidad se separa el grano de la paja (tallos y hojas). Es bueno para transformar en tostado, el pito de este grano es dulce y rico”.
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos-Variedad Local Wanaqero (**)
		“...Esta cañahua es poco resistente a las heladas, tarda en madurar y lo hace en forma desigual. Produce bien en laderas y lugares planos”.
Café oscuro	Café oscuro	“...La producción de grano por planta es buena, pero es moroso su cosecha porque las plantas tienen follaje y raíces muy duras. Es igual que el choqechilliwa para tostar y no se llega a quemarse con facilidad. El único problema que presenta es que las plantas crecen de manera desigual, algunos bajos y otros altos”.
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos-Variedad Local Kellu (**)
		“...Esta planta es muy resistente a la helada, mayormente en lugares altos crece de los cerros, pero no llega a producir mucho grano, por eso se siembra muy poco”.
Naranjado	Café (oscuro y claro)	“...Las plantas maduran casi uniforme lo que favorece a la cosecha, además es fácil de trillar porque la separación del grano a través del golpeado es fácil y rápida. El grano de esta cañahua es algo amargo parecido a la quinua por eso no les gusta a los compradores y tiene un precio más bajo, para venderlo lo mezclamos con los granos de las otras cañahuas”.

Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos- Variedad Local Ayrampu(**)
		“...Esta planta es susceptible a las heladas y es delicado a la lluvia. Su producción no es buena y las plantas no cargan mucho grano. Mayormente estas plantas se siembra en las laderas y llegan a maduran antes que el wanaqero”.
Café rojizo (morado)	Café (oscuro y claro)	“...El trillado de estas plantas es fácil y se hace rápido. El pito que se obtiene es oscuro, por eso no tiene buen precio en el mercado, y por lo tanto no se siembra mucho, pero es dulce”.
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos-Variedad Local Medio Ayrampu (**)
		“...Esta planta se encuentra mezclado con las plantas de la cañahua ayrampu y no se encuentran en una parcela, el trillado lo hacemos fácil y rápido, el color del pito es parecido al del ayrampu”.
Rosado	Café (oscuro y claro)	
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos-Variedad Local Medio Kellu (**)
		“...Esta cañahua sembraban nuestros abuelos, pero ahora no sembramos mucho y si hay se encuentran mezclados con las otras cañahuas, por ese motivo no sabemos cómo produce esta cañahua”.
Amarillo	Café (oscuro y claro)	
Perigonio	Pericarpio	Criterios campesinos-Variedad Local Ajara Thasa (**)
		“...Cuando estamos cosechando las cañahuas sembradas, no hay que cosechar las ajaras, porque cuando mezclamos con las otras cañahuas el color de grano y del pito es oscuro, y cuando llevamos a la venta esta cañahua mezclada con ajaras nos pagan poco por eso tratamos de no mezclar con las cañahuas sembradas”.
Gris	Negro	“...Como todas las plantas tienen sus ajaras (parientes silvestres), la cañahua también tiene su ajara. Esta crece en todo lugar, no se siembra porque aparece de por sí. Son plantas pequeñas de color amarillo y cuando ya están maduras son de color negro al igual que su grano. El pito que se hace es de color negro, dulce y es más alimento”.

Fuente: Elaboración propia y (**) (CUBA, 2005)

Con los datos presentados anteriormente, podemos decir que la empresa tiene una mezcla de las siguientes variedades locales de cañahua:

1.- La variedad local Choqechilliwa: tiene su grano de color café claro y se puede argumentar que llega a un color crema y analizando los criterios de los campesinos se

puede decir que esta variedad es una de las más cultivadas, ya que el grano es resistente a heladas, tiene una maduración uniforme, el proceso de trillado es fácil y con alto rendimiento, su sabor es dulce y aceptable por los consumidores de pito, sin embargo su maduración demora un poco más en comparación con otros granos.

2.- La variedad local Wanaqero: tiene su grano de color café oscuro, es poco resistente a heladas por lo que su siembra rinde más en lugares planos o laderas, la maduración de la planta es desigual, la aceptación por parte de los consumidores es similar al Choqechilliwa y su grano es más resistente al proceso de tostado.

3.-La variedad local Ayrapmu: tiene un color café rojizo es susceptible a heladas y lluvias por lo que se produce en laderas, el rendimiento es bajo y su maduración es pronta. Su sabor es más dulce que la variedad Wanaqero sin embargo no se produce mucho ya que a los consumidores les desagrada el color de pito oscuro.

4.- La variedad local Kellu: su color de grano es anaranjado, resistente a heladas, crece en lugares que presentan pendientes o inclinaciones como cerros, su rendimiento es bajo, el proceso de trillado es más fácil sin embargo este grano presenta un sabor amargo similar a la quinua.

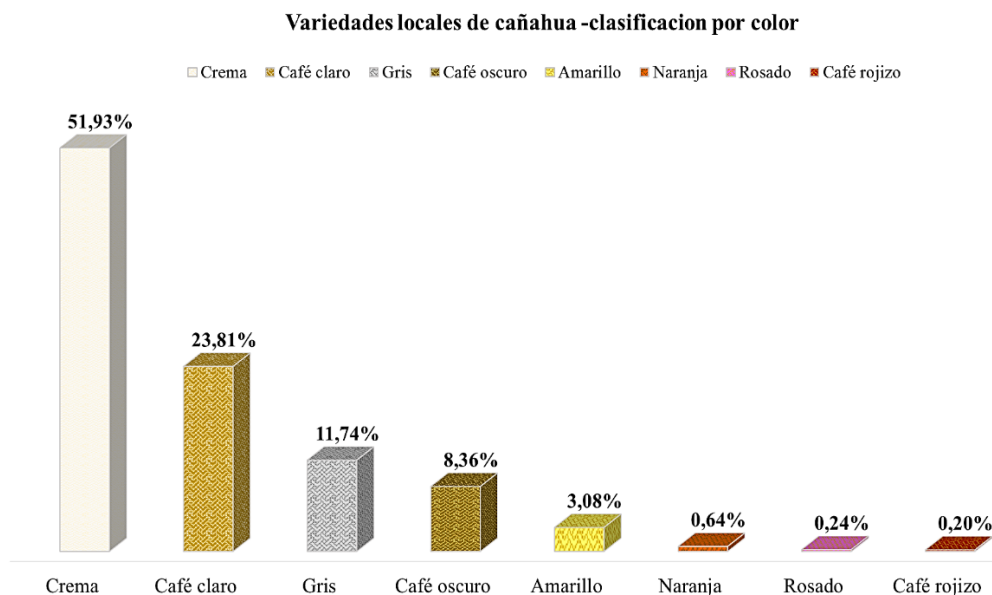
5.- La Variedad local Medio Ayrapmu: es de color rosado, el proceso de trillado es fácil y el color del pito es parecido al Ayrapmu.

6.- La variedad local Medio Kellu: tiene el grano de color amarillo sin embargo no se tiene mucho conocimiento, por eso los productores la consideran una cañahua ancestral cultivada por los abuelos, por lo que sus características son aún desconocidas.

7.- La variedad local Ajara Thasa: tiene el grano de color grisáceo, no se siembra pues es pariente de las cañahuas silvestres, el pito presenta coloración oscura y por tanto no es aceptada por los consumidores por esa razón los productores de cañahua no lo cosechan. Sin embargo la consideran como una de las cañahuas más nutritivas

4.1.1 Variedades locales de Cañahua de Irupana Andean Organic Food S.A.

Clasificando 25g del grano de cañahua, se determinó el porcentaje de cada variedad local presente en la materia prima de la empresa (Véase figura 11).

Figura 11. Gráfico de variedades locales por color de grano

Fuente: Elaboración propia

La figura 11 detalla que el 51,93% y 23,81% pertenecen a la variedad local Choqechilliwa. El 11,74% a la variedad local Ajara Thasa. El 8,36 % a la variedad local Wanaqero. El 3,08% a la variedad local Medio Kellu. El 0,64% a la variedad local Kellu. El 0,24% a la variedad local Medio Ayrapmu y el 0,20% a la variedad Ayrapmu.

Esta diversidad de variedades locales se procesaron de acuerdo a los anexos 2 y 3 para la obtención de la harina de cañahua, que luego se utilizó en las pruebas de extrusión.

4.2 PRUEBAS DE FORMULACIÓN DE INGREDIENTES

Se realizaron 12 formulaciones donde se variaron las cantidades de harina de cañahua y harinas de arroz, trigo y sémola cruda, en función a un balance de almidón realizado en Excel. Las harinas secundarias se utilizaron como fuente de almidón para facilitar la expansión del cereal extruido. Las tablas 12, 13, 14, 15, 16 y tabla 17 muestran las formulaciones de cada receta planteada y el porcentaje de cada uno de los componentes.

Tabla 12. Formulación de ingredientes con harina de trigo

Formulaciones en función a Harina de trigo		
INGREDIENTES	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	36	40
HARINA DE TRIGO	49	45
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	5	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Formulación de ingredientes con harina de Sémola Cruda

Formulaciones en función a Sémola cruda		
INGREDIENTES	Formulación 3 (%)	Formulación 4 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	40	42
SEMOLA CRUDA	45	43
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	5	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Formulación de ingredientes con harina de Arroz

Formulaciones en función a Harina de arroz		
INGREDIENTES	Formulación 5 (%)	Formulación 6 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	45	39
HARINA DE ARROZ	41	46
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	4	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Formulación de ingredientes con harina de trigo y arroz

Formulaciones en función a Harina de trigo y Harina de arroz		
INGREDIENTES	Formulación 7 (%)	Formulación 8 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	40	41
HARINA ARROZ	10	27
HARINA TRIGO	35	17
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	5	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Formulación de ingredientes con harina de trigo y sémola cruda

Formulaciones en función a Harina de trigo y sémola cruda		
INGREDIENTES	Formulación 9 (%)	Formulación 10 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	40	25
SEMOLA CRUDA	30	32
HARINA TRIGO	15	28
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	5	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Formulación de ingredientes con harina de arroz y sémola cruda

Formulaciones en función a Harina de arroz y semola cruda		
INGREDIENTES	Formulación 11 (%)	Formulación 12 (%)
HARINA DE CAÑAHUA	35	35
SEMOLA CRUDA	37	33
HARINA ARROZ	13	17
AZUCAR	10	10
ADITIVOS	5	5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia

Estas formulaciones a su vez fueron sometidas a pruebas de tratamiento a escala laboratorio para ver su comportamiento en función a la temperatura. Para este objetivo se utilizaron 150g de mezcla de cada una de las recetas y 50 g de agua, estas se cocinaron en un sartén durante un tiempo determinado.

Se observó que las formulaciones que contenían harina de trigo presentaban variabilidad en la gelatinización del almidón dentro la mezcla, esto debido a que su tiempo de gelatinización era menor en comparación con la harina de cañahua.

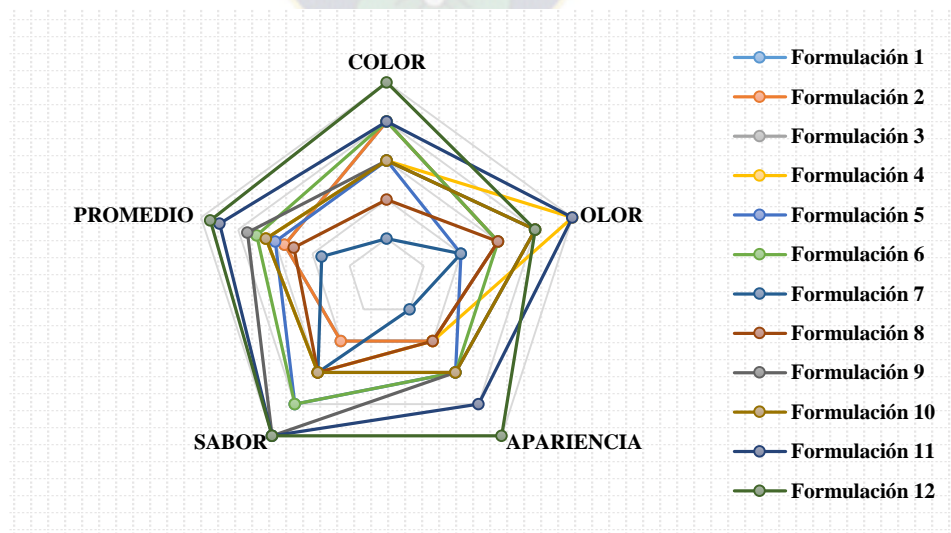
También se observó que la harina de arroz, sémola cruda presentan similares temperaturas de gelatinización, sin embargo la harina de cañahua era el ingrediente que necesitaba ser sometida a una mayor temperatura para poder gelatinizar adecuadamente.

Estas pruebas evidenciaron que la harina de cañahua tiene menor contenido de amilosa en comparación con las otras harinas utilizadas.

4.2.1 Degustación de las recetas formuladas

La degustación de las recetas formuladas se llevó a cabo en el laboratorio de Investigación y desarrollo, con la participación del personal de la empresa.

Figura 12. Gráfico radial - Degustación hedónica de cinco puntos



Fuente: Elaboración propia

La figura 12 muestra los datos obtenidos de la degustación hedónica (Véase Anexo 4), aplicada a las doce formulaciones anteriores. Con los resultados hedónicos y pruebas de temperatura se clasifico a las tres formulaciones que obtuvieron mayor puntaje hedónico (Formulación 9, 11 y 12).

4.2.2 Determinación del score químico

Con la finalidad de conseguir la receta más nutritiva se procedió a calcular el score o cómputo químico de las tres formulaciones aceptadas por los degustadores las cuales fueron la formulación 9, 11 y 12.

Siguiendo los pasos detallados en el punto 3.4.2, la tabla 18 muestra los porcentajes de ingredientes requeridos para cada receta o formulación (Véase tabla 18).

Tabla 18. Porcentaje de ingrediente requerido para cada receta

N°	Ingredientes	% Ingrediente requerido
Formulación 9	Cañahua	40,00
	Maiz	30,00
	Trigo	15,00
Formulación 11	Cañahua	35,00
	Maiz	37,00
	Arroz	13,00
Formulación 12	Cañahua	35,00
	Maiz	33,00
	Arroz	17,00

Fuente: Elaboración propia

Utilizando la tabla 8 y la tabla 18 se determinó la cantidad de proteína aportado por cada ingrediente principal como se puede observar en la tabla 19.

Tabla 19. Cantidad de proteína aportada por cada ingrediente.

N°	Ingredientes	Cantidad de proteína aportado
Formulación 9	Cañahua	5,57
	Maiz	1,37
	Trigo	1,86
Formulación 11	Cañahua	4,87
	Maiz	1,69
	Arroz	0,78
Formulación 12	Cañahua	4,87
	Maiz	1,50
	Arroz	1,02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 muestra la cantidad de nitrógeno aportado por cada ingrediente y el nitrógeno total, para esto se utilizó el factor de conversión que se muestra en la tabla 7.

Tabla 20. Nitrógeno total aportado por la receta

N°	Ingredientes	Cantidad de nitrogeno aportado	Nitrogeno total
Formulación 9	Cañahua	0,89	1,43
	Maiz	0,22	
	Trigo	0,32	
Formulación 11	Cañahua	0,78	1,18
	Maiz	0,27	
	Arroz	0,13	
Formulación 12	Cañahua	0,78	1,19
	Maiz	0,24	
	Arroz	0,17	

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los mg de Aminoácidos esenciales de cada ingrediente y los aminoácidos totales que muestra la tabla 21 se utilizó la tabla 7 y la tabla 19.

Tabla 21. Miligramos de aminoácidos totales

N°	Ingredientes	(mg) Aminoácidos aportados por cada ingrediente							
		Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina + Cisteína	Fenilalanina + Tirosina	Treonina	Triptófano	Valina
Formulación 9	Cañahua	189,28	339,60	295,06	256,09	334,03	183,72	50,10	233,82
	Maiz	50,31	171,27	36,53	47,47	118,99	49,22	9,62	66,28
	Trigo	65,08	133,04	57,11	80,72	149,63	58,38	21,69	88,05
	TOTALES	304,68	643,91	388,70	384,27	602,65	291,32	81,42	388,15
Formulación 11	Cañahua	165,62	297,15	258,18	224,08	292,28	160,75	43,84	204,59
	Maiz	62,05	211,23	45,05	58,54	146,76	60,70	11,87	81,74
	Arroz	34,35	67,38	29,63	30,02	65,94	27,14	11,01	47,32
	TOTALES	262,02	575,76	332,86	312,64	504,97	248,59	66,72	333,66
Formulación 12	Cañahua	165,62	297,15	258,18	224,08	292,28	160,75	43,84	204,59
	Maiz	55,34	188,40	40,18	52,21	130,89	54,14	10,59	72,90
	Arroz	44,91	88,11	38,74	39,26	86,23	35,49	14,40	61,89
	TOTALES	265,88	573,66	337,10	315,55	509,40	250,38	68,83	339,39

Fuente: Elaboración propia

Utilizando la tabla 20 y la tabla 21 se calculó los miligramos de aminoácidos por gramo de nitrógeno total. Y con tabla 6 se determinó el score o computo químico de cada formulación como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Determinación del Score Químico

N°	Score Químico	Extruido de Cañahua							
		Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina + Cisteína	Fenilalanina + Tirosina	Treonina	Triptófano	Valina
Formulación 9	(mg aa) / (g) total de nitrógeno	213,28	450,75	272,10	269,00	421,87	203,93	57,00	271,72
	Patron FAO/OMS (1973)	250,00	440,00	340,00	220,00	380,00	250,00	60,00	310,00
	SCORE QUIMICO	0,85	1,02	0,80	1,22	1,11	0,82	0,95	0,88
Formulación 11	(mg aa) / (g) total de nitrógeno	222,00	487,82	282,02	264,89	427,85	210,62	56,53	282,70
	Patron FAO/OMS (1973)	250,00	440,00	340,00	220,00	380,00	250,00	60,00	310,00
	SCORE QUIMICO	0,89	1,11	0,83	1,20	1,13	0,84	0,94	0,91
Formulación 12	(mg aa) / (g) total de nitrógeno	223,16	481,48	282,94	264,85	427,55	210,14	57,77	284,85
	Patron FAO/OMS (1973)	250,00	440,00	340,00	220,00	380,00	250,00	60,00	310,00
	SCORE QUIMICO	0,89	1,09	0,83	1,20	1,13	0,84	0,96	0,92

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Comparación de los scores químicos.

La tabla 23 muestra el Score químico de las recetas donde podemos ver que el contenido de Isoleucina es mayor en las formulaciones 11 y 12. El contenido de Leucina es mayor en la formulación 11. El contenido de lisina es mayor en las formulaciones 11 y 12. El contenido de Metionina +Cisteína es mayor en la formulación 9. El contenido de Fenilalanina +Tirosina es mayor en las formulaciones 11 y 12. El contenido de Treonina es mayor en las formulaciones 11 y 12. El contenido de Triptófano es mayor en la formulación 12. El contenido de Valina es mayor en la formulación 12.

Y comparando estos resultados de cada score, se tiene que la formulación 12 tiene los aminoácidos con mayor aproximación a la unidad, siendo esta la receta la más nutritiva en comparación con las otras.

Tabla 23. Resultados de Scores químicos

Aminoácido	Score Químico		
	Formulación 9	Formulación 11	Formulación 12
Isoleucina	0,85	0,89	0,89
Leucina	1,02	1,11	1,09
Lisina	0,80	0,83	0,83
Metionina + Cisteína	1,22	1,20	1,20
Fenilalanina + Tirosina	1,11	1,13	1,13
Treonina	0,82	0,84	0,84
Triptófano	0,95	0,94	0,96
Valina	0,88	0,91	0,92

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Determinación de la humedad

Con la finalidad de obtener un producto con buena cocción se determinó el porcentaje de humedad presentes en las harinas para esto se pesaron 3 gramos de cada muestra por

duplicado en una balanza de humedad donde se obtuvieron los siguientes resultados que se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. (%) Humedad en la materia prima

Ingrediente	% de Humedad		
	Harina de Cañahua	Sémola Cruda	Harina de Arroz
Dato 1	10,18	12,43	12,33
Dato 2	10,88	12,48	12,46
Promedio	10,53	12,46	12,40

Fuente: Elaboración propia

4.3 PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y SANITIZACION

Los procedimientos de limpieza y sanitización se elaboraron con el fin de garantizar la inocuidad del cereal extruido esto como parte del pre tratamiento de los equipos antes de la extrusión.

La tabla 25 muestra los equipos que conforman la línea de extrusión.

Tabla 25. Equipos de la línea de extrusión.


1	Mixer	5	Saborizador (flower)
2	Tornillo de alimentación	6	Malla Transportadora
3	Mixer de alimentación al extrusor	7	Horno Secador
4	Extrusor de doble tornillo	8	Mixer de Jarabe

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento consta de tres partes.

- a) Encabezado
- b) Cuerpo del procedimiento de limpieza y sanitización de la línea de extrusión.
Donde se muestra los procedimientos de cada equipo descrito en la tabla 25.
- c) Pie de página.

a. Encabezado:

	<i>IRUPANA ANDEAN ORGANIC FOOD S.A.</i>	CODIGO: XX-XX-XX-XX
	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y SANITIZACION DE LINEA DE EXTRUSION	Versión : XX- XX-XX
		Emisión : XX- XX-XX
		Nº página.: XX

b. Cuerpo del procedimiento de Limpieza y Sanitización de la línea de extrusión:

1. OBJETIVO

Establecer la secuencia de las acciones para la limpieza-sanitización garantizando que los equipos-utensilios manipulados se encuentren limpios y desinfectados antes, durante y después del proceso de la línea de extrusión, con el fin de obtener alimentos inocuos.

2. ALCANCE

Este procedimiento de Limpieza y Sanitización se aplica a todos los equipos, utilizados en la línea de extrusión.

3. DEFINICIONES

Extrusado de alimentos.- Es un proceso donde se involucra la cocción y secado a través de un equipo llamado extrusor. También incluye etapas de mezclado, cocción, amasado, y el moldeo.

Extruir.- Se define como: el modelo de un material por forzamiento, a través de una abertura, después de haberlo sometido a un calentamiento.

Mixer.- Equipo donde se realiza la mezcla homogénea de los ingredientes.

Saborizador (flower).- Equipo donde se realiza la saborización con la ayuda de un compresor y un tanque de jarabe.

Horno_Secador.- Equipo que realiza el secado del producto extruido.

Limpieza.- Es la remoción de suciedad, residuos de alimento, grasa u otros. Es también el proceso en el que la suciedad se disuelve o suspende; generalmente en agua ayudada de detergentes.

Sanitización.-Es el proceso por el cual se realiza una reducción sustancial del contenido microbiano. Procedimiento utilizado para tratar superficies que tienen contacto con los alimentos.

4. REFERENCIA

Manual de BPMs e ISO 9001

5. AUTORIDAD

El jefe de producción tiene la autoridad de hacer cumplir este instructivo.

6. RESPONSABILIDAD

Jefe de producción es responsable del cumplimiento de este procedimiento.

Supervisor de producción será el responsable de verificar el cumplimiento de este procedimiento.

Supervisor de Mantenimiento, es responsable del desmontado y armado de los equipos (Ejemplo: Limpieza profunda).

Operario encargado, es responsable de la ejecución de este procedimiento.

7. GENERALIDADES

El tipo de suciedad presente en la superficie de los equipos y utensilios de la línea de extrusión son:

Azúcares simples y complejos.- azúcares, almidón, lactosa, glucosa.

Grasas.- crema, manteca, aceites de animal o vegetal.

Proteínas.- albumina de huevo, caseína de la leche, gelatina.


8. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Limpieza rutinaria.- al inicio del proceso de producción el operario debe verificar el estado del equipo, en caso de estar sucio debe realizar la limpieza.

Durante el proceso.- el operario debe barrer el piso eventualmente, evitando así accidentes o caídas.


Al final del proceso.- terminado el turno de trabajo debe dejar el área limpia y desenergizada.

Tabla 26. Procedimiento para el Mixer.

Equipo	Mixer	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	
		
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.		1.- Se verifica que la superficie está limpia. 2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante. 3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente. 4.- Se verifica que no quede agua en la superficie. 5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. (*) Para limpieza profunda.	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Procedimiento para el Tornillo de alimentación.

Equipo	Tornillo de alimentacion	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	
		
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.		1.- Se verifica que la superficie está limpia. 2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante. 3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente. 4.- Se verifica que no quede agua en la superficie. 5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. (*) Para limpieza profunda.	

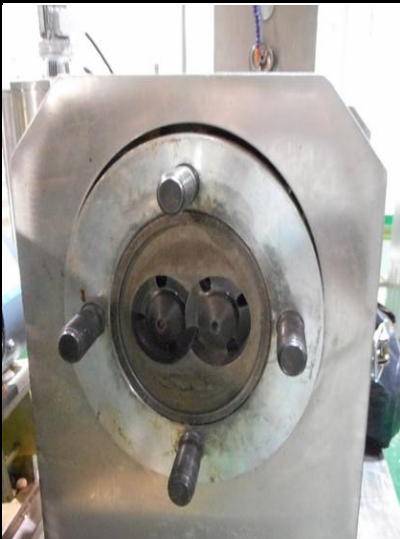
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Procedimiento para el Mixer de alimentación extrusor.

Equipo	Mixer de alimentación extrusor	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	<p>1.- Desenergizar el equipo.</p> <p>2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño.</p> <p>3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon.</p> <p>4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.).</p> <p>5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos.</p> <p>6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.</p>	Imagen de Equipo
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
<p>1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero.</p> <p>2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos.</p> <p>3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente.</p> <p>4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.</p>		<p>1.- Se verifica que la superficie está limpia.</p> <p>2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante.</p> <p>3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente.</p> <p>4.- Se verifica que no quede agua en la superficie.</p> <p>5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.</p>
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	<p>1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos.</p> <p>2.- Revisar las paletas, deben estar fijadas y niveladas, no deben estar dañadas.</p> <p>(*) Para limpieza profunda.</p>	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Procedimiento para el Extrusor de doble tornillo.

Equipo	Extrusor de doble tornillo	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	
		
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.		1.- Se verifica que la superficie está limpia. 2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante. 3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente. 4.- Se verifica que no quede agua en la superficie. 5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. (*) Para limpieza profunda.	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Procedimiento para el Saborizador (flower).

Equipo	Saborizador (flower)	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	<p>1.- Desenergizar el equipo.</p> <p>2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño.</p> <p>3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon.</p> <p>4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.).</p> <p>5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos.</p> <p>6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.</p>	
Procedimiento de limpieza		Imagen de Equipo
<p>1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero.</p> <p>2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos.</p> <p>3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente.</p> <p>4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.</p>		Procedimiento de Sanitización
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	<p>1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos.</p> <p>(*) Para limpieza profunda.</p>	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Procedimiento para el Malla transportadora.

Equipo	Malla transportadora	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.		1.- Se verifica que la superficie está limpia. 2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante. 3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente. 4.- Se verifica que no quede agua en la superficie. 5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. (*) Para limpieza profunda.	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Procedimiento para el Horno_Secador.

Equipo	Horno_Secador	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	 <p style="text-align: center;">Imagen de Equipo</p>
	<p style="text-align: center;">Procedimiento de limpieza</p> 1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.	
	<p style="text-align: center;">Elementos de protección personal</p> Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.	<p style="text-align: center;">Materiales</p> Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. 2.- Limpiar las bandejas internas del Horno_Secador (*) Para limpieza profunda.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Procedimiento para el Mixer de jarabe.

Equipo	Mixer de jarabe	
Responsable	Operario	
Frecuencia de limpieza	Diaria, quincenal y mensual.	
Ubicación del equipo	Área con gluten, producción.	
Acciones preliminares	1.- Desenergizar el equipo. 2.- Verificar que el equipo no contenga ningún material extraño. 3.- Proteger el motor y secciones eléctricas del agua con nylon. 4.- Preparar los implementos necesarios para la limpieza (escobas, cepillos, paños, trapos, recogedor de basura, espátula de acero, etc.). 5.- Preparar la solución de detergente y/o sanitizante de acuerdo a instructivos. 6(*).- Desarmar el equipo y colocar sus partes en un recipiente para ser lavadas y desinfectadas individualmente.	
	Imagen de Equipo	
Procedimiento de limpieza		Procedimiento de Sanitización
1.- Eliminar en seco las partículas en el interior del equipo con la ayuda de cepillo, espátulas de acero. 2.- Humedecer la superficie a limpiar ayudándose con un trapo, dejar actuar al detergente por unos minutos. 3.- Enjuagar con suficiente agua, asegurándose que se elimine el detergente. 4.- Luego del enjuague se observa detenidamente la superficie que se limpió, se verifica si se eliminó toda la suciedad y si no es así, se repite la operación.		1.- Se verifica que la superficie está limpia. 2.- Se aplica el sanitizante con la ayuda de paños, se deja actuar por un minuto, o dependiendo de las indicaciones del fabricante. 3.- Se enjuaga con agua según lo conveniente. 4.- Se verifica que no quede agua en la superficie. 5.- Se deja secar al medio ambiente o se seca con paños absorbentes.
Elementos de protección personal		Materiales
Guantes de goma, botas de caucho, lentes de seguridad, delantal impermeable, barbijo, gorra, overol.		Bañadores, cepillo, trapos, paños, espátula de acero, escoba, recogedor de basura y un kit de herramientas.
Observaciones	1.- Manipular el detergente y el sanitizante con precaución evitando el contacto directo con la piel y los ojos. (*) Para limpieza profunda.	

Fuente: Elaboración propia

c. Pie de página:

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre y cargo	Postulante a Trabajo Dirigido	Gerente de Investigación y Desarrollo	Gerente de producción
Firma	XXXXXXXXXXXX	YYYYYYYYYY	ZZZZZZZZZZ
Fecha	DD-MM-AA	DD-MM-AA	DD-MM-AA

4.4 BALANCE DE MATERIA

Para el desarrollo de un cereal es fundamental tener dentro la mezcla un material que se encargue de formar la estructura del producto. El almidón es un material formador de estructuras lamentablemente la cantidad del mismo en la cañahua es 49,599% inferior a otros cereales. Además el contenido de fibra de la cañahua es superior a los otros cereales por lo que puede reducir la expansión del producto y obstruir la fluidez del material dentro del extrusor por tanto fue necesario la incorporación de otros materiales como fuente de almidón. Es por eso que la tabla 34 se muestra el contenido de almidón de los ingredientes utilizados (Véase Anexo 8, 9,10).

Tabla 34. Cantidad de almidón en la materia prima

Cantidad de Almidón en ingredientes primarios			
Ingrediente	Harina de Cañahua	Sémola Cruda	Harina de Arroz
% Almidón	49,6	75,1	72,4

Fuente: Instituto (SELADIS, 2017)

4.4.1 Balance de almidón

Con los datos de la tabla 34 se realizó un balance de materia para conocer la cantidad teórica de almidón dentro la mezcla.

Donde: F_1 = Flujo de Cañahua F_4 = Flujo de Mezcla F_2 = Flujo de Sémola Cruda

%Al= % de Almidón

 F_3 = Flujo de Arroz

%NoAl= % de No Almidón

Datos:

$$F_1 = 35 \text{ Kg}$$

$$\%Al_1 = 0,496$$

$$\%NoAl_1 = 0,504$$

$$F_2 = 33 \text{ Kg}$$

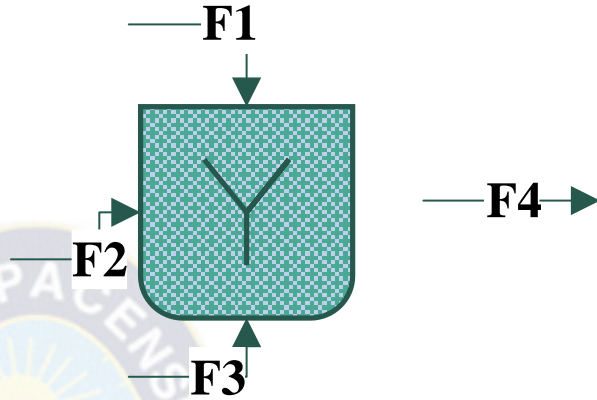
$$\%Al_2 = 0,751$$

$$\%NoAl_2 = 0,249$$

$$F_3 = 17 \text{ Kg}$$

$$\%Al_3 = 0,724$$

$$\%NoAl_3 = 0,276$$



Resolviendo el sistema se tiene los siguientes balances:

Balance de materia general de flujos:

$$F_1 + F_2 + F_3 = F_4$$

Balance del Almidón:

$$F_1\%Al_1 + F_2\%Al_2 + F_3\%Al_3 = F_4\%Al_4$$

Balance de No Almidón:

$$F_1\%NoAl_1 + F_2\%NoAl_2 + F_3\%NoAl_3 = F_4\%NoAl_4$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones se tiene los siguientes resultados para el flujo 4:

$$F_4 = 85,00 \text{ Kg}$$

$$\%Al_4 = 0,640$$

$$\%NoAl_4 = 0,359$$

Por tanto podemos decir que nuestra mezcla contiene 64% de almidón y 36% de no almidón.

4.4.2 Balance de humedad

Con el fin de conocer la humedad teórica de la mezcla se realizó un balance con los datos de la tabla 24 esto para que determinemos la cantidad de agua que se añadirá durante el experimento.

Donde:

F_1 = Flujo de Sémola Cruda

F_2 = Flujo de Arroz

F_3 = Flujo de Cañahua

F_4 = Flujo de Mezcla

%H= % de Humedad

Datos:

$F_1 = 33 \text{ Kg}$

$\%H_1 = 0,125$

$F_2 = 17 \text{ Kg}$

$\%H_2 = 0,124$

$F_3 = 35 \text{ Kg}$

$\%H_3 = 0,105$

Balance de materia general de flujos:

$$F_1 + F_2 + F_3 = F_4$$

Balance del % de Humedad

$$F_1\%H_1 + F_2\%H_2 + F_3\%H_3 = F_4\%H_4$$

Como resultado de este balance decimos que la mezcla para el experimento contiene:

$$F_4 = 85 \text{ Kg}$$

$$\%H_4 = 0,117$$

♣ **Balance de materia para el nivel de humedad-1**

Con el fin de determinar el nivel de humedad-1, se añadió 360 gramos de agua a 15 Kg de mezcla y se realizó un balance de materia, tomando en cuenta que el agua contiene 100% de humedad teórica.

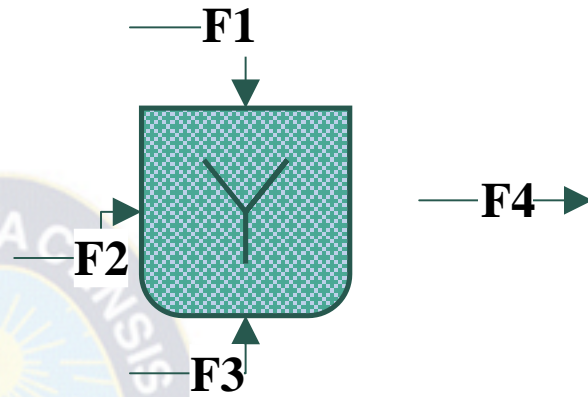
Donde:

F_1 = Flujo de Mezcla

F_2 = Flujo de Agua

F_3 = Flujo de mezcla humedecido.

%H= % de Humedad



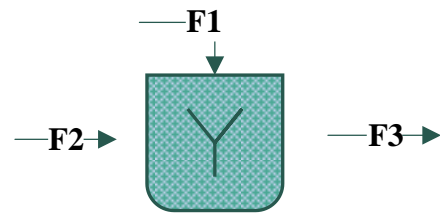
Datos:

$$F_1 = 15 \text{ Kg}$$

$$\%H_1 = 0,117$$

$$F_2 = 0,360 \text{ Kg}$$

$$\%H_2 = 1$$



Balance de materia general de flujos:

$$F_1 + F_2 = F_3$$

Balance del % de Humedad

$$F_1 \%H_1 + F_2 \%H_2 = F_3 \%H_3$$

Como resultado de este balance decimos que la mezcla para el experimento contiene:

$$F_3 = 15,360 \text{ Kg}$$

$$\%H_3 = 0,1372$$

Como resultado de este balance tenemos que 360 gramos de agua añadidos a la mezcla dan 13,72% para la humedad-1 de nuestros factores.

♣ **Balance de materia para el nivel de humedad-2**

Con el fin de determinar el nivel de humedad-2, se añadieron 840 gramos de agua a 15 Kg de mezcla, realizando un balance de materia y tomando en cuenta que el agua contiene 100% de humedad teórica.

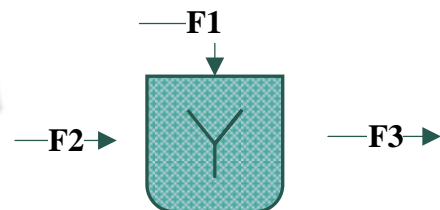
Donde:

F_1 = Flujo de Mezcla

F_2 = Flujo de Agua

F_3 = Flujo de mezcla humedecido.

$\%H$ = % de Humedad



Datos:

$$F_1 = 15 \text{ Kg}$$

$$F_2 = 0,840 \text{ Kg}$$

$$\%H_1 = 0,117$$

$$\%H_2 = 1$$

Balance de materia general de flujos:

$$F_1 + F_2 = F_3$$

Balance del % de Humedad

$$F_1\%H_1 + F_2\%H_2 = F_3\%H_3$$

Como resultado de este balance decimos que la mezcla para el experimento contiene:

$$F_3 = 15,840Kg$$

$$\%H_3 = 0,1634$$

Como resultado de este balance tenemos que 840 gramos de agua añadidos a la formulación de la mezcla dan una humedad-2 de 16,34%.

4.4.3 Balance de proteínas

Para conocer los datos teóricos de la proteína de la mezcla y con los datos de la tabla 8 se tiene el siguiente balance:

Donde:

F_1 = Flujo de Sémola Cruda

F_4 = Flujo de Mezcla

F_2 = Flujo de Arroz

$\%P$ = % de Proteína

F_3 = Flujo de Cañahua

Datos:

$$F_1 = 33 Kg$$

$$\%P_1 = 0,046$$

$$F_2 = 17 Kg$$

$$\%P_2 = 0,060$$

$$F_3 = 35Kg$$

$$\%P_3 = 0,139$$

Balance de materia general de flujos:

$$F_1 + F_2 + F_3 = F_4$$

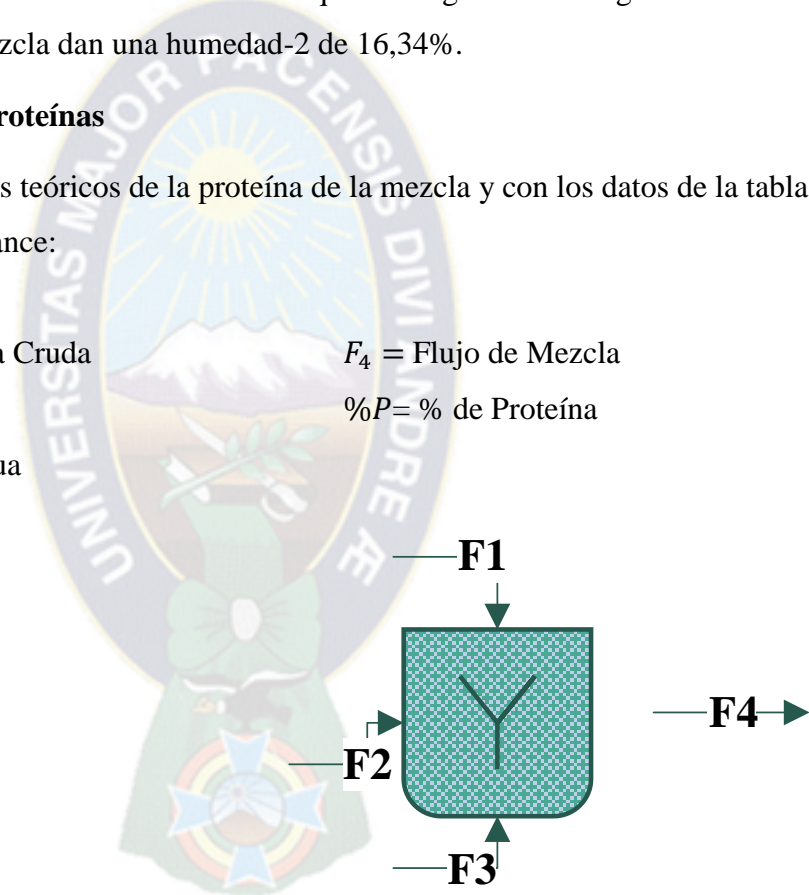
Balance del % de Proteína

$$F_1\%P_1 + F_2\%P_2 + F_3\%P_3 = F_4\%P_4$$

Como resultado de este balance decimos que la mezcla para el experimento contiene:

$$F_4 = 85Kg$$

$$\%P_4 = 0,087$$



4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL EN STATGRAPHICS CENTURION XV

Con el fin de establecer la influencia de la temperatura (etapa III) y la humedad en el extruido de cañahua se determinaron los siguientes niveles:

- ♣ Temperatura etapa III, 155°C, 165°C y 175°C
- ♣ Humedad, 13,72 % y 16,34%

Y para controlar la variabilidad residual dentro de nuestro experimento, las unidades experimentales se agruparon en tres bloques como se muestra en la tabla 35. los cuales están basados en valores de los factores utilizados.

Tabla 35. Orden de corridas de variables independientes

BLOQUE	Temperatura °C	Humedad %
1	155	16,340
1	165	16,340
1	175	13,720
1	175	16,340
1	165	13,720
1	155	13,720
2	165	16,340
2	155	16,340
2	165	13,720
2	155	13,720
2	175	16,340
2	175	13,720
3	155	16,340
3	165	16,340
3	175	16,340
3	175	13,720
3	155	13,720
3	165	13,720

Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV

4.5.1 Determinación de la densidad

De acuerdo a la fórmula del punto 3.7.1 se determinó la densidad de cada prueba del experimento. Y función a la tabla 35 y se obtuvieron los siguientes datos que se muestran en la tabla 36.

Tabla 36. Densidades del extruido

NÚMERO DE PRUEBA	DENSIDAD
P-1	0,109
	0,107
	0,108
P-2	0,074
	0,074
	0,076
P-3	0,077
	0,080
	0,079
P-4	0,170
	0,170
	0,169
P-5	0,142
	0,143
	0,145
P-6	0,132
	0,136
	0,126

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Determinación de la expansión

La tabla 37 muestra la medida del molde del extrusor, la cual se realizó por duplicado y sus unidades están expresadas en milímetros.

Tabla 37. Medidas del molde del extrusor

MOLDE EXTRUSOR	
1era medicion	4,930 mm
2da medicion	5,100 mm
Promedio	5,015 mm

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener los datos de la expansión, se utilizó la fórmula que se detalla en el punto 3.7.1 que calcula la relación del diámetro promedio del producto entre el diámetro de la matriz de salida. En nuestro caso la matriz de salida es el molde y con el promedio del mismo que se detalló en la tabla 37 se generó los datos presentados en la tabla 38.

Tabla 38. Expansión del extruido

NÚMERO DE PRUEBA	EXPANCIÓN
P-1	2,786
	2,849
	2,798
P-2	2,786
	2,891
	2,715
P-3	2,627
	2,770
	2,694
P-4	2,419
	2,476
	2,424
P-5	2,277
	2,513
	2,477
P-6	2,318
	2,364
	2,312

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Datos técnicos durante el proceso de extrusión

En la tabla 39 se describe los datos técnicos que permanecieron constantes durante todo el experimento. Entre estos datos está la formulación de la receta número 12, la velocidad de los tornillos del extrusor, la velocidad de alimentación, la velocidad de las cuchillas del cortador y el horno-secador. La unidad de la velocidad es Hertz.

Tabla 39. Registro de parámetros constantes durante la extrusión

Prueba	Tornillo (Hz)	Alimentacion (Hz)	Cortador (Hz)	Horno		
				T prog (T°C)	T ope (T°C)	V (Hz)
P-1	30,3	15	35	100	92	24
P-2	30,3	15	35	100	98	24
P-3	30,3	15	35	100	100	24
P-4	30,3	15	35	100	100	24
P-5	30,3	15	35	100	100	24
P-6	30,3	15	35	100	102	24

Fuente: Elaboración Propia

4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON STATGRAPHICS

Nuestro diseño tiene dos variables independientes, la temperatura (etapa III) y la humedad de la receta. Dos variables dependientes, la expansión y la densidad.

Además, se realizaron 18 corridas de forma aleatoria. La aleatorización se utilizó con el fin de validar nuestro experimento estadístico.

El Diseño multinivel, es un tipo de diseño directamente asociado a los niveles experimentales que pueda tener un factor frente a otro. En nuestro caso utilizamos 3 niveles de temperatura y 2 niveles para la humedad. (Véase tabla 40)

Tabla 40. Resumen de las variables independientes del diseño estadístico

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Temperatura	155	175	3	°C
Humedad	13,72	16,34	2	%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 41 muestra las variables dependientes con sus unidades utilizadas en el experimento.

Tabla 41. Resumen de variables dependientes del diseño estadístico

Respuestas	Unidades
Expansión	Adimensional
Densidad	g/ml

Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Diseño experimental multinivel en Statgraphics Centurion XV

El experimento se llevó a cabo en un extrusor de doble husillo o doble tornillo. Los datos recolectados fueron tabulados en la tabla 42. Con estos datos se realizó el análisis de la densidad y la expansión como se muestra más adelante.

Tabla 42. Datos registrados para la corrida

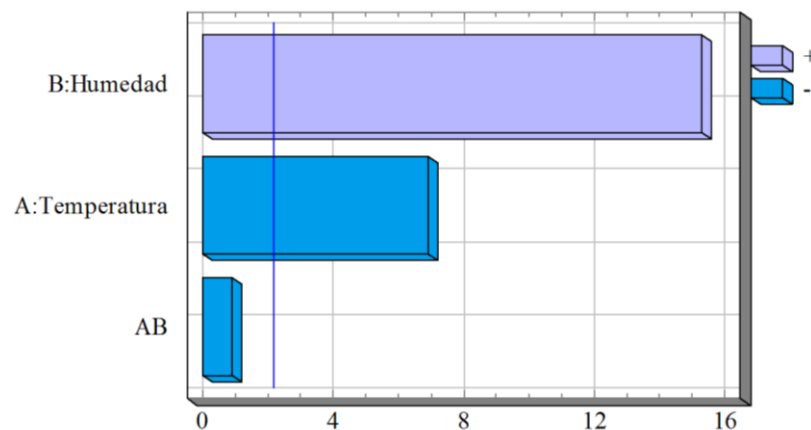
BLOQUE	Temperatura °C	Humedad %	Expansión Adimensional	Densidad g/ml
1	155	16,340	2,419	0,170
1	165	16,340	2,277	0,142
1	175	13,720	2,627	0,077
1	175	16,340	2,318	0,132
1	165	13,720	2,786	0,074
1	155	13,720	2,786	0,109
2	165	16,340	2,513	0,143
2	155	16,340	2,476	0,170
2	165	13,720	2,891	0,074
2	155	13,720	2,849	0,107
2	175	16,340	2,364	0,136
2	175	13,720	2,770	0,080
3	155	16,340	2,424	0,169
3	165	16,340	2,477	0,145
3	175	16,340	2,312	0,126
3	175	13,720	2,694	0,079
3	155	13,720	2,798	0,108
3	165	13,720	2,715	0,076

Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV.

4.6.2 Análisis de la Densidad

En la Figura 13 se puede observar el diagrama de Pareto. Las barras A, B indican que tienen efectos en la densidad del extruido ya que sobrepasan la línea azul, la cual está a un nivel de significancia del 5%. Sin embargo la barra AB no tiene ningun efecto en la densidad del extruido.

Figura 13. Diagrama de Pareto para la densidad



Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV.

La barra B, tiene un efecto positivo, ya que al incrementarse la humedad de la mezcla incrementará la densidad del extruido.

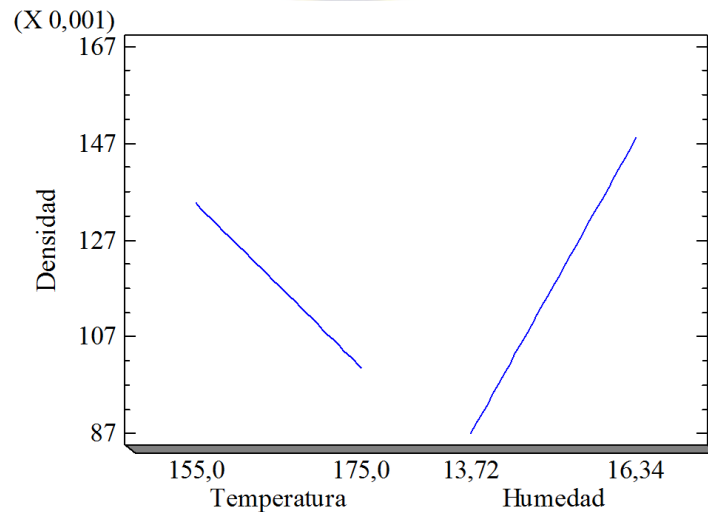
La barra A tiene un efecto negativo ya que al incrementar la temperatura (etapa III) disminuirá la densidad del extruido. Ambos efectos son relativos al producto que se quiere obtener.

La figura 14 muestra el gráfico de los efectos de la temperatura (etapa III) y la humedad sobre la variable respuesta densidad.

Donde podemos resumir diciendo que la humedad de la receta tiene un efecto directamente proporcional con la densidad del extruido de cañahua. Y que la temperatura de la etapa III tiene un efecto inversamente proporcional con la densidad del extruido de cañahua.

Con un nivel de confianza del 95%, podemos decir que la temperatura (etapa III) y la humedad a la que se trabajó en las pruebas de extrusión tienen efectos significativos en el extruido de cañahua.

Figura 14. Efectos de la densidad



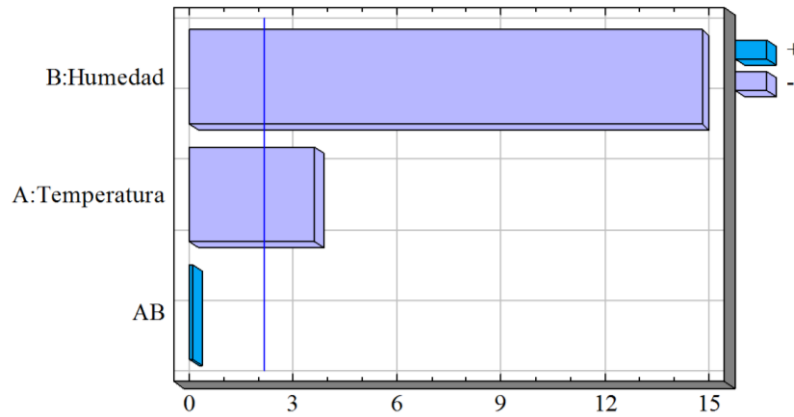
Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV.

4.6.3 Análisis de la Expansión

En la Figura 15 se puede observar el diagrama de Pareto para la expansión. Este gráfico muestra que las barras B y A tienen efectos considerables sobre la expansión del extruido de cañahua, esto debido a que ambas sobrepasan la línea azul, la cual está trazada a un nivel de significancia del 5%. Sin embargo la barra AB, no tiene ningún efecto significativo sobre la expansión del extruido.

Asimismo las barras A y B tienen efectos negativos, esto debido a que al incrementar la temperatura de la etapa III o la humedad disminuirá la expansión del extruido.

Figura 15. Diagrama de Pareto para la expansión

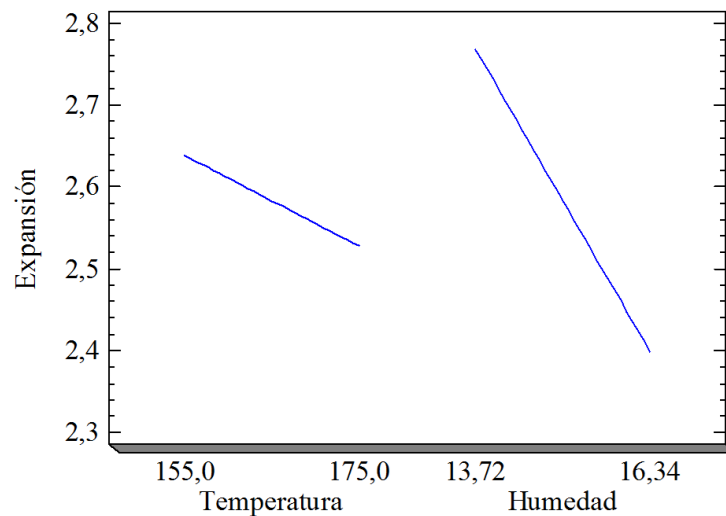


Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV.

La figura 16 nos muestra los efectos de la temperatura (etapa III) y la humedad sobre la expansión del extruido de cañahua.

Resumiendo podemos decir que la temperatura (etapa III) es inversamente proporcional con la expansión del extruido. Y que la humedad también tiene un efecto inversamente proporcional con la expansión del extruido de cañahua.

Figura 16. Gráfica efectos para la expansión



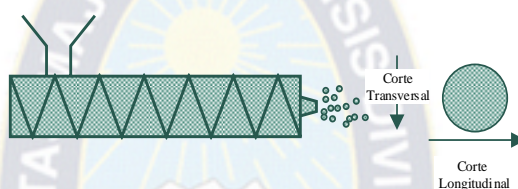
Fuente: Elaboración propia en software Statgraphics Centurion XV.

4.7 DESCARTE DE MUESTRAS EXPERIMENTALES

Con el fin de separar las mejores muestras experimentales para la degustación final se procedió a evaluarlas, para esto se consideró su color, sabor, forma, apariencia, grado de nucleación, densidad y expansión.

Para esto se realizó un corte transversal y longitudinal al extruido de cañahua para ver la aproximación al molde como se ve en la figura 17.

Figura 17. Dirección del corte longitudinal y transversal



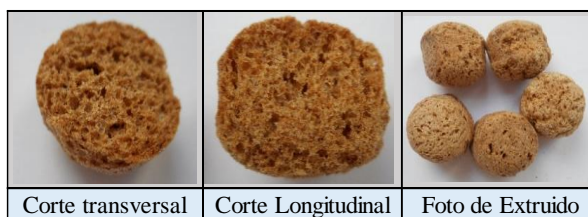
Fuente: Elaboración propia

A continuación se detallan los aspectos que fueron evaluados para cada prueba:

Prueba-1: Esta prueba se sometió a una temperatura de 155 °C y 13,72% de humedad.

- ♣ Tiene mayor expansión y menor densidad.
- ♣ Su forma es cilíndrica en el corte longitudinal y semicilíndrica en el corte transversal por tanto esta prueba no tiene similitud con el molde (Véase figura 18).
- ♣ El color de su superficie es café claro y su sabor presenta un retrogusto ligeramente a quemado.
- ♣ Su nucleación es escasa en el corte longitudinal. Sin embargo su nucleación en el corte trasversal es buena.

Figura 18. Extruido prueba-1

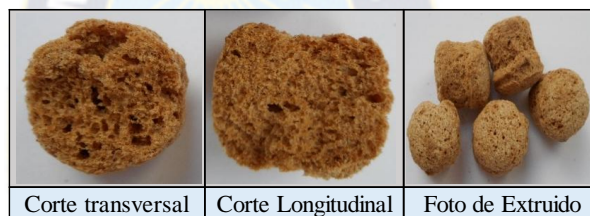


Fuente: Elaboración propia

Prueba-2: Esta prueba se sometió a una temperatura de 165 °C y 13,72% de humedad.

- ♣ Tiene una expansión y densidad ligeramente menor a la prueba-1.
- ♣ Su forma es cilíndrica en su corte longitudinal sin embargo en el corte transversal su forma es esférica (Véase figura 19).
- ♣ El color de su superficie es ligeramente más claro que la prueba-1 y su sabor presenta un retrogusto ligeramente quemado y gomoso.
- ♣ Tiene una buena nucleación en el corte transversal y en el corte longitudinal casi no presenta nucleación.

Figura 19. Extruido prueba-2

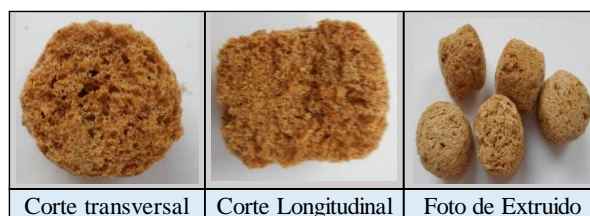


Fuente: Elaboración propia

Prueba-3: Esta prueba se sometió a una temperatura de 175 °C y 13,72% de humedad.

- ♣ Tiene una expansión y densidad ligeramente menor a prueba-2.
- ♣ Su forma es cilíndrica en su corte longitudinal sin embargo en el corte transversal su forma es esférica, no presenta similitud con el molde (Véase figura 20).
- ♣ El color de su superficie es ligeramente más claro que prueba-2 y su sabor tiene un retrogusto a quemado.
- ♣ Tiene muy poca nucleación en el corte transversal y en el corte longitudinal no existe nucleación.

Figura 20. Extruido prueba-3

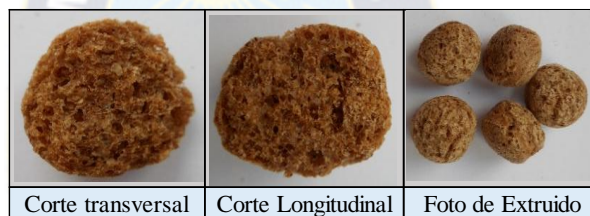


Fuente: Elaboración propia

Prueba-4: Esta prueba se sometió a una temperatura de 155 °C y 16,34% de humedad.

- ♣ Tiene una expansión menor y mayor densidad que las 3 pruebas anteriores.
- ♣ Su forma es semiesférica en el corte longitudinal y esférica en el corte transversal y tiene gran similitud con el molde (Véase figura 21).
- ♣ El color de su superficie es café oscuro y su sabor es intenso, característico al sabor de la cañahua.
- ♣ Presenta una nucleación alta en el corte transversal y en el corte longitudinal tiene buena nucleación.

Figura 21. Extruido prueba-4

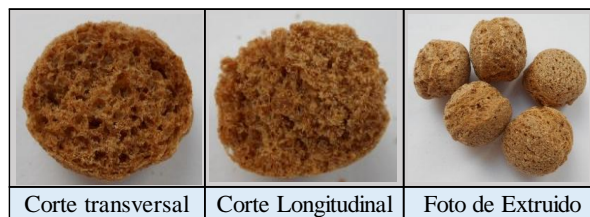


Fuente: Elaboración propia

Prueba-5: Esta prueba se sometió a una temperatura de 165 °C y 16,34% de humedad.

- ♣ Tiene una expansión y densidad ligeramente menor que prueba-4.
- ♣ Su forma es esférica en ambos cortes y tiene similitud con el molde (Véase figura 22).
- ♣ El color de su superficie es ligeramente más claro que prueba 4 y la intensidad del sabor es ligeramente inferior a la prueba-4.
- ♣ Presenta una buena nucleación en el corte transversal y en el corte longitudinal.

Figura 22. Extruido prueba-5

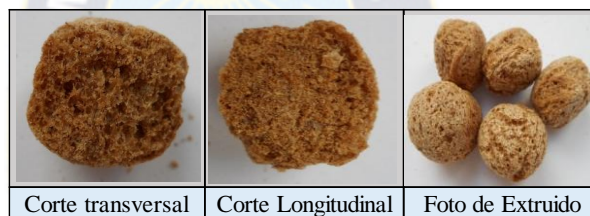


Fuente: Elaboración propia

Prueba-6: Esta prueba se sometió a una temperatura de 175 °C y 16,34% de humedad.

- ♣ Presenta una expansión y densidad menor a la prueba-5.
- ♣ Su forma es semicilíndrica en ambos cortes y no hay una similitud con el molde (Véase figura 23).
- ♣ El color de su superficie es ligeramente más claro que la prueba-5 y presenta un retrogusto ligeramente gomoso.
- ♣ tiene una escasa nucleación en el corte transversal y en el corte longitudinal no existe nucleación.

Figura 23. Extruido prueba-6



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las características de cada una de las muestras experimentales, se tiene que las pruebas 1, 2, 3 no tienen similitud con el molde, su sabor tiene un retrogusto a quemado, por lo que no se diferencia el sabor a cañahua, las nucleaciones son desiguales, la expansión es mayor en las tres pruebas y la densidad es inferior. Por lo que estas pruebas se descartaron para la degustación hedónica.

La prueba 6, presenta menor expansión y menor densidad a comparación de las pruebas 4 y 5. Su forma no tiene similitud con el molde, tiene un retrogusto ligeramente gomoso y su nucleación es desigual. Por estas razones esta prueba también fue descartada.

Por otro lado las pruebas 4 y 5 presentaron mayor similitud con el molde, su sabor fue característico a la cañahua, su coloración fue más oscura en comparación que las pruebas 1, 2, 3 y su nucleación fue la mejor en comparación que las pruebas 1, 2, 3, 6.

Las pruebas 4 y 5 tuvieron menor expansión y mayor densidad en comparación que las pruebas 1, 2, 3, 6. Por esta razón estas pruebas fueron seleccionadas para la degustación hedónica.

4.8 BAÑADO DEL EXTRUIDO.

Para obtener un producto con mayor aceptabilidad y mejor apariencia se realizó un bañado con jarabe de sacarosa a la prueba 4 y prueba 5 con las cantidades descritas en la tabla 43. Entre los aditivos añadidos están la cocoa alcalina, esencia de leche, esencia de chocolate, esencia de vainilla.

Tabla 43. Ingredientes principales para el bañado del extruido

Ingrediente	Porcentaje
Azúcar	58%
Agua	37%
Aditivos	5%

Fuente: Elaboración propia

Para el recubrimiento se utilizó 25% del jarabe de sacarosa y 85% de cereal extruido. Los parámetros a los cuales se preparó el jarabe fueron a 63-65 °Brix.

Una vez terminado el recubrimiento de los cereales extruidos de cañahua, estos fueron sometidos a secado durante 10 minutos a 70°C.

Una vez finalizado el secado se procedió a envasar los mismos en muestras de 10 g para la degustación final.

4.9 DEGUSTACIÓN HEDÓNICA

Con el fin de conocer la aceptabilidad del cereal extruido de cañahua, se escogió un grupo de 50 niños de 7 a 10 años de edad a los cuales se les dio a conocer las características y el procedimiento de la prueba de degustación.

En la figura 24 se puede apreciar a los niños de 9 a 10 años de edad y en la figura 25 a los niños de 7 a 8 años de edad del colegio Sergio Suarez Figueroa.

Figura 24. Degustación hedónica niños de 9 a 10 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Degustación hedónica niños de 7 a 8 años



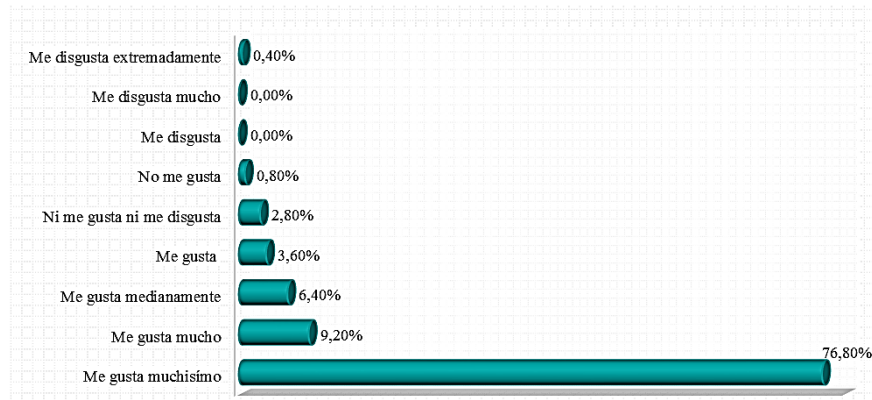
Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 se puede ver los datos tabulados de las cartillas para la muestra experimental 4 donde el 76,8% de los participantes les gusta muchísimo el extruido de cañahua.

Al 9,2% le gusta mucho el extruido de cañahua, al 6,4% le gusta medianamente, al 3,6 % le gusta y al 2,8% no le gusta ni le disgusta.

Al 0,8% de los participantes no les gusta y al 0,4% les disgusta extremadamente.

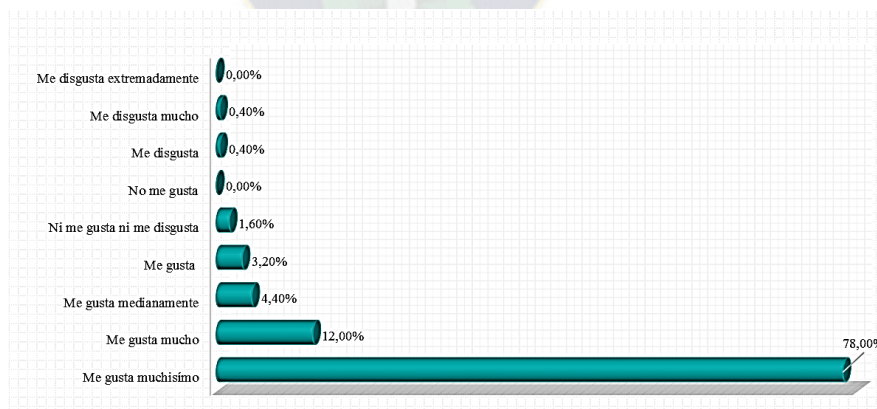
Figura 26. Datos de la degustación hedónica prueba-4



Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se puede ver los datos tabulados de las cartillas para la muestra experimental 5, donde el 78% de los participantes les gusta muchísimo el extruido de cañahua. Al 12% le gusta mucho el extruido de cañahua, al 4,4% le gusta medianamente, al 3,2 % le gusta y al 1,6% no le gusta ni le disgusta. Y al 0,4% de los participantes les disgusta y al 0,4% les disgusta mucho.

Figura 27. Datos de la degustación hedónica prueba-5



Fuente: Elaboración propia

Con estos datos podemos decir que el cereal extruido de cañahua con mayor aprobación es la muestra 5, la cual tiene una humedad de 16,34% y una temperatura (etapa III) de 165°C. Con una densidad promedio de 0,14 g/ml y una expansión promedio de 2,42.

4.10 COMPOSICIÓN PROXIMAL

La composición proximal del extruido se realizó aplicando la norma boliviana NB312057:2013 “Cereales-cereales para desayuno Requisitos”. La tabla 44 muestra el porcentaje de Cenizas y de humedad del extruido de cañahua, véase también anexo 6.

Tabla 44. Parámetros físicos determinados por el laboratorio del instituto Seladis

Parámetro	Extruido de Cañahua	Norma
Cenizas (%)	1,576	NB 075
Humedad (%)	7,225	NB 074

Fuente: (SELADIS, 2017)

La tabla 45 muestra los parámetros microbiológicos del extruido de cañahua, los cuales están dentro de los límites de la norma, véase también anexo 7.

Tabla 45. Parámetros microbiológicos del extruido de Cañahua

Parámetro	Resultados	Límites aceptados	Norma
Recuento de Bacterias Mesofilos Totales	1,2x10 ³ CFU/g	1x10 ⁶ CFU/g	NB 32003
Recuento de Levaduras	1x10 ² CFU/g	1x10 ⁴ CFU/g	NB 32006
Recuento de Mohos	0 CFU/g	1x10 ⁴ CFU/g	NB 32006
Recuento de Coliformes totales	8x10 ² CFU/g	1x10 ³ CFU/g	NB 32005
Staphylococcus aureus	presencia negativa en 25g	presencia negativa en 25g	NB 32004

Fuente: Servicio Externo de laboratorio de Microbiología

En la tabla 46 se expresa la información nutricional del cereal extruido de cañahua acreditada por el laboratorio del instituto Seladis, véase también anexo 11.

Tabla 46. Análisis nutricional del cereal extruido de cañahua.

Parámetro	Extruido de Cañahua	Método de ensayo
Valor Energetico(kcal)	323,65	Calculo Matemático (*)
Proteína	8,38	Kjendhal (**)
Carbohidrato	70,53	Felhing (**)
Grasa	0,89	Barshal(**)
Fibra	2,91	Hidrolisis Acido-Base(**)

Fuente: (*) Elaboración propia y (**) (SELADIS, 2017)



Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

Para la adecuación de los ingredientes se identificó que la cañahua utilizada en la investigación está constituida por una mezcla de siete variedades locales: Choqechilliwa (75,74%); Ajara Thasa (11,74%); Wanaqero (8,36%); Medio Kellu (3,08%); Kellu (0,64%); Medio Ayrampu (0,24%) y Ayrampu (0,2%).

Como pretratamiento de los equipos se desarrolló el protocolo de “Limpieza y sanitización de la línea de extrusión” el cual debe ser aplicado antes de cada prueba de extrusión.

Se plantearon doce formulaciones iniciales, las cuales fueron sometidas a pruebas de temperatura a escala laboratorio y degustación hedónica por el personal de la empresa Irupana. De las formulaciones anteriores, se seleccionaron solo 3 recetas, las cuales fueron evaluadas a su vez por un score químico. Finalmente, la receta numero 12 cumplió con los parámetros establecidos en la metodología.

Para determinar la humedad y temperatura más adecuada para la formulación número 12, se empleó un diseño experimental multinivel, donde se utilizaron dos niveles de humedad (13,72% y 16,34%) y tres niveles de temperatura en la etapa III (155°C, 165°C y 175°C). Asimismo, se determinó que los mejores parámetros fueron 16,34 % de humedad y 165°C de temperatura (etapa III).

Además se identificó que la humedad de la receta tiene un efecto directamente proporcional con la densidad del extruido e inversamente proporcional con la expansión del extruido. Y que la temperatura (etapa III) tiene un efecto inversamente proporcional con la densidad y la expansión del extruido de cañahua.

De la degustación con una escala hedónica, realizada a 50 niños de 7 a 10 años del colegio Sergio Suarez Figueroa, otorgaron un 78% de aceptación a la prueba -5.

Los resultados microbiológicos y contenido de cenizas de la prueba-5 estaban dentro los límites permitidos por norma boliviana NB312057:2013, sin embargo el contenido de humedad sobrepasa 1% el límite permisible. Por otro lado los resultados nutricionales muestran que el extrusado de cañahua tiene un alto contenido de fibra y proteína, por lo cual puede ser parte del desayuno escolar.

Es interesante también mencionar que la desnaturalización de las proteínas del extruido de cañahua no es tan significativo, puesto que el balance de materia dio como resultado teórico 8.7% y los resultados reportados por el laboratorio del instituto Seladis dieron 8.4% (Véase anexo 11), siendo la diferencia de ambos valores 0.3 %.

5.2 RECOMENDACIONES

Para llegar a la humedad señalada por la NB312057:2013, se recomienda someter el extruido recubierto con jarabe de sacarosa a un mayor tiempo de secado.

La materia prima acopiada por industrias Irupana, está constituida de una mezcla de siete variedades locales, las cuales pueden variar por factores de orden agronómico, temporada de cosecha, o por características propias de cada variedad local y afectar a las propiedades físicas del producto extruido. Por esto que se recomienda utilizar una sola variedad para la extrusión.

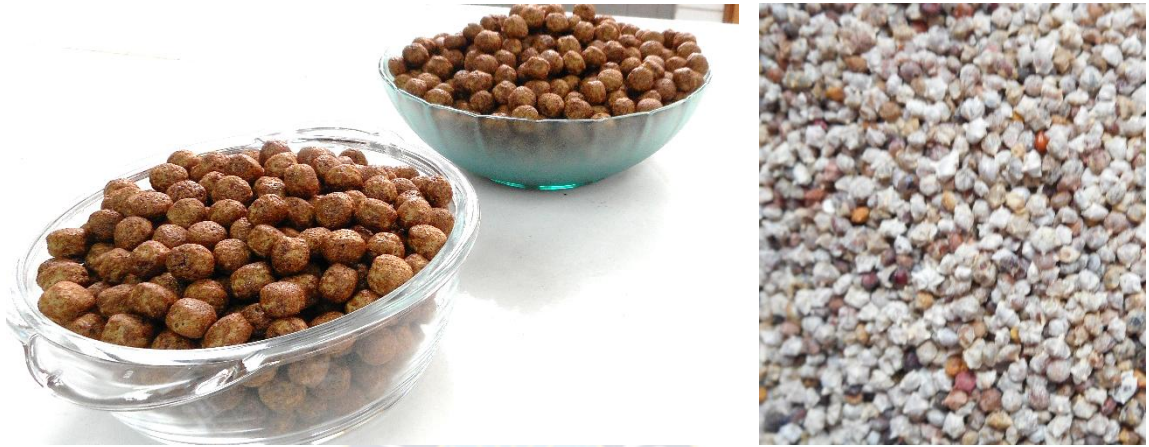
En futuras investigaciones, se sugiere analizar los efectos de las variables que permanecieron constantes en la investigación como la velocidad del tornillo, velocidad de alimentación, velocidad de corte y la composición de los ingredientes.

BIBLIOGRAFÍA

- (AEFC), A. E. (septiembre de 2010). Cereales de desayuno nutrición y gastronomía. Madrid, España: EDITORIAL EVERGRÁFICAS, S. L.
- AOPEB. (2005). Proyecto de norma boliviana PNB 336001. IBNORCA.,.
- APAZA, V. (2010). Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú.
- CARDENAS, M. (1969). Disertaciones botánicas y amenidades biológicas. Los amigos del libro. La Paz – Bolivia. 229 p.
- CARRASCO, E., ROJAS, W., & SOTO, J. (2004). La quinua y cañihua granos andinos subutilizados en el Altiplano, su potencial genético y socioeconómico. La Paz, Bolivia.
- CHURATA, P. P. (2015). Elaboración de bebida instantánea de cañahua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) con actividad antioxidante. Proyecto de Grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de tecnología.
- COOPER, D. (1994). Cultivando diversidad. (Compilador). Lima – Perú: 209 pp.
- CUBA, H. E. (2005). Proceso productivo del cultivo de la cañahua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) en comunidades del Ayllu Majasaya Mujlli. Tesis Ing. Agrónomica. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor De San Simón Facultad De Ciencias Agrícolas Y Pecuarias Dr. “Martín Cardenas”.
- CUY, R. (2001). Extrusion Cooking. Technologies and applications. Primera edición. Traducción de Dr. Alberto Ibarz Ribas. Zaragoza, España: Acribia, S.A. 201pp.
- IBNORCA. (2004). NB 336001:2004 Cañahua - Cañahua en grano - Definiciones.
- IBNORCA. (2013). NB 312057:2013 Cereales - Cereales para desayuno - Requisitos.
- INE. (Diciembre de 2015). (Instituto Nacional de Estadística) Censo Agropecuario 2013. Bolivia: Pag. 47.
- IPGRI., PROIMPA, & IFAD. (2005). Descriptores para cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma,

- Italia. La Paz, Bolivia: International Fund for Agricultural Development, Roma, Italia.
- IRUPANA. (2016). Irupana Andean Organic Food S.A.
- KENT, N. (1983.). *Technology of Cereals*. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New York- USA.
- LORENZ, K. (1990). Quinoa (*Chenopodium quinoa*) starch – Physico-chemical properties and functional characteristics. *Starch/Stärke* 42: 81–86.
- OLIVERA, R. (1997). Estudio etnobotánico e inmunonutricional de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). (prov. Bolívar). tesis Lic. Biología.UMSS; Facultad de Ciencias y tecnología; carrera de Biología.Cochabamba– Bolivia. 110 p.
- QUIROZ, S. E. (2012). Prototipo de Extrusor para Quinoa. Proyecto de Grado. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor De San Andrés; Facultad Tecnología; Carrera Mecánica Industrial.
- REINAGA, A., QUISPE, M. E., GUARACHI, A., & CALDERON, I. (2011). Caracterización Física-Química de Trece Ecotipos de Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd) del Altiplano Sur de Bolivia con fines Agroindustriales. La Paz, Bolivia: Convenio UMSA, Facultad Técnica, Carrera Química Industrial-Cooperación Sueca ASDI/SAREC.
- REPO-CARRASCO, R. (1992). Adrean crops and infant nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B25. Finland.
- REPO-CARRASCO, V., ACEVEDO DE LA CRUZ, A., ICOCHEA, A. J., & KALLIO, H. (8 de MAYO de 2009). Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) Grain, Extrudate and Bran (Resumen). *Plant Foods Hum Nutr* (2009) 64:94–101.
- REYES A., P. (s.f.). Principios Básicos del diseño Experimental.
- RODRIGUEZ, F. (1994). Diagnóstico de la producción de Quinoa, Cañahua, Millmi y Tarwi en la Provincia Tapacarí de las comunidades de Japo-Puna y Tres Cruces-Cabecera de Valle. Tesis de Ing. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de

- Ciencias Agrícolas y Pecuarias Pecuarias “Martín Cárdenas”. Cochabamba – Bolivia. 136 Pág.
- SELADIS. (2017). Informe de Resultados -Laboratorio de Bromatología.
- STELOFFOLANI, M. E., LEON, E. A., & PEREZ, G. T. (7 de Junio de 2013). Study of the physicochemical and functional characterization of quinoa and kañiwa starches.
<<http://onlinelibrary.wiley.com/wo11/doi/10.1002/star.2001200286/full>>.
- TAPIA, M. (1997). Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. . Santiago, Chile.: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. .
- TARQUI, L. P. (2012). Determinacion de las variables de operacion para la gelatinizacion del almidon de quinua real (chenopodium Quinoa Wild) en un extrusor tornillo simple. Tesis . La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de tecnología.
- VIETMEYER, N. (1984). Los cultivos olvidados de los incas. FAO. Roma – Italia. 37-40 p.
- WEITZ PERL, B. H. (2011). Instalación de una planta procesadora de extruido de una mezcla de cañihua y tarwi: Estudio preliminar. Revista de Ingeniería Industrial .



Anexos

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de Irupana Andean Organic Food S.A.



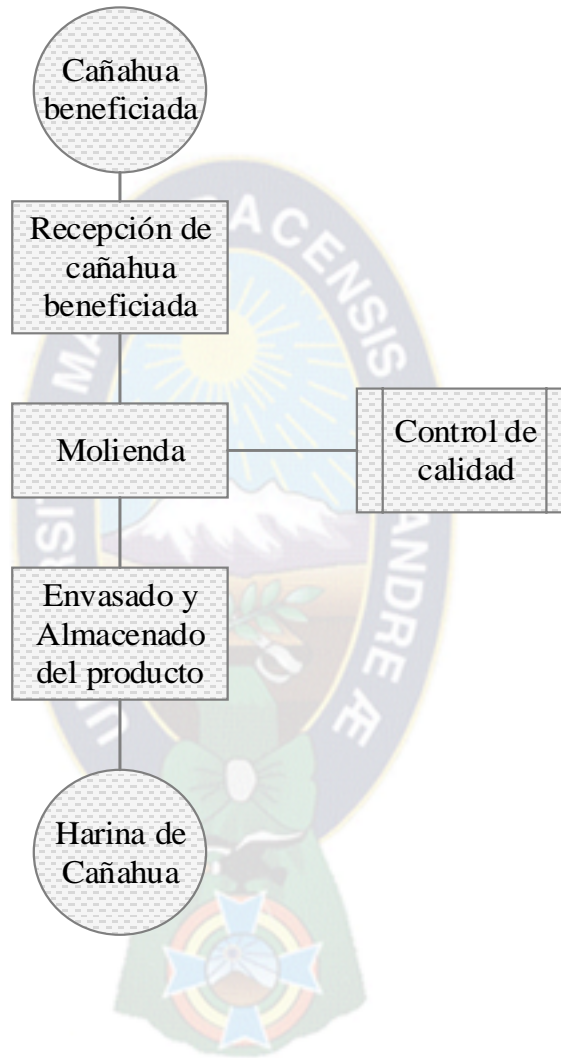
Fuente: (IRUPANA, 2016)

Anexo 2. Beneficiado de Cañahua



Fuente: Elaboración propia en función a capacitación in situ (IRUPANA, 2016)

Anexo 3. Molienda de Cañahua Beneficiada



Fuente: Elaboración propia en función a capacitación in situ (IRUPANA, 2016)

Anexo 4. Cartilla de degustación Hedónica de 5 puntos

Sirvase en proporcionar la siguiente información				
Género:	M	F	Nacionalidad _____	
Edad:	6 a 17	18 a 34	35 a 54	55 o más años
Percepción	Color	Olor	Apariencia	Sabor
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta mucho				
Me disgusta extremadamente				
Comentarios: _____				
Gracias por su tiempo y su participación!				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Cartilla de escala hedónica de nueve puntos para niños

HOLA AMIGUIT@:
 CUANTOS AÑITOS TIENES:
 POR FAVOR MARCA CON UNA "X" SOBRE LA CARITA EN LA QUE TE IDENTIFIQUES, PARA CADA UNO DE LOS TITULOS...GRACIAS (^-^)



Color								
Me gusta muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta medianamente	Me gusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta levemente	Me disgusta medianamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente
Olor								
Me gusta muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta medianamente	Me gusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta levemente	Me disgusta medianamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente
Sabor								
Me gusta muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta medianamente	Me gusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta levemente	Me disgusta medianamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente
Textura crujiente								
Me gusta muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta medianamente	Me gusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta levemente	Me disgusta medianamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente
Aceptabilidad en general								
Me gusta muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta medianamente	Me gusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta levemente	Me disgusta medianamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Gracias amiguit@^-^!

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Resultados de contenido de cenizas y humedad del extruido de Cañahua

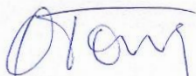
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS		CODIGO: 8217			
Informe N°:		73/17					
Producto:		EXTRUIDO DE CAÑAHUA					
Marca:	S/M	Razón Social	PROYECTO DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO DE CAÑAHUA				
Procedencia	La Paz						
Fecha de recepción muestra:		2017/05/11	Fecha de emisión de resultados:		2017/05/25		
Fecha de inicio de ensayos:		2017/05/12					

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
HUMEDAD	%	7.225.-	GRAVIMETRIA
CENIZAS	%	1.576.-	GRAVIMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Fuente: (SELADIS, 2017)

Anexo 7. Resultados microbiológicos del extruido de Cañahua



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
 ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR UNIVERSIDADES DE CHILE Y EL SISTEMA UNIVERSITARIO NACIONAL



MICROBIOLOGICAL LABORATORY FOODS REPORT OF ASSAY

N° de muestra: 113/17
Producto: Cañahua
Ciente: Extrusado de Cañahua
Condición de la Muestra: Envase de polipropileno
Hora y fecha de Muestreo de la muestra: de 8:00 a 18:00h, Abril/27/17
Hora y fecha de ingreso de la muestra a laboratorio: de 18:00h, Abril/27/17
Hora y fecha de análisis: 8:00h, Mayo/13/17



RESULTADOS

Recuentos

Método de Análisis	Parámetros	Resultados	Límites Aceptados	Norma de Referencia
NB 32003	Bacterias Mesófilas Totales	1,2x10 ³ CFU/g	1x10 ⁶ CFU/g	NB 312004
NB 32006	Levaduras	1x10 ² CFU/g	1x10 ⁴ CFU/g	NB 312004
NB 32006	Mohos	0 CFU/g	1x10 ⁴ CFU/g	NB 312004
NB 32005	Bacterias Coliformes Totales	8x10 ² CFU/g	1x10 ³ CFU/g	NB 0038 - 2007

Investigación

Método de Análisis	Parámetro	Resultado	Límite Aceptado	Norma de Referencia
NB 32004	<i>Staphylococcus aureus</i>	Presencia Negativa en 25 g	Presencia Negativa en 25 g	NB 0038 - 2007

Gonzalo Vargas T.
 Analista

Dra. Gabriela Terrazas Ch.
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

Ing. Cesar Ruiz O.
 Director de la Carrera de Química Industrial



DIRECCIONES: Av. Arce N° 2299 - E-mail: fidecano@correo.umsa.bo - Cajón Postal N° 6911 - Centrales: 2442527 - 2442598 - Fax: 2441992
 CARRERAS: Aeronáutica: 2441154 - Construcciones Civiles: 2440953 - Electricidad: 2443538 - Electrónica y Telecomunicaciones: 2440764 - 2440105
 Electromecánica: 2441098 - Mecánica Automotriz: 2441655 - Mecánica Industrial: 2408847 - Materia Básicas: 2408664
 Química Industrial: 2441520 - Topografía y Geodesia: 2441401 - Curso Pre Facultativo: 2406055 (Calle Potosí esq. Yanacochoa)
 UNIDADES: Dirección Administrativa: 2441599 - Dpto. Computación: 2444278 - Biblioteca y Kárdex: 2441574 - Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas: 2440973 - Unidad de Postgrado: Int. 49 - Administración: 2408186 (Calle Potosí) - UDI: 2445765

Fuente: Servicio Externo de laboratorio de Microbiología

Anexo 8. Resultados de contenido de proteína y almidón de la harina de Cañahua

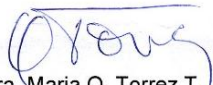
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:	
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		304	
Informe N°:	15/17			
Producto:	HARINA DE CAÑAHUA			
Marca:	S/M	Razón Social	PROYECTO: DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO DE CAÑAHUA	
Procedencia	No indica			
Fecha de recepción muestra:	2017/01/06	Fecha de emisión de resultados:	2017/01/30	
Fecha de inicio de ensayos:	2017/01/09			

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	13.918,-	KJENDHAL
ALMIDON	%	49.599,-	FEHLING

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica) / <LD menor al límite de detección


 Dra. María O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Fuente: (SELADIS, 2017)

Anexo 9. Resultados de contenido de proteína y almidón de la harina de Sémola cruda


FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		CODIGO: 304			
Informe N°:		16/17					
Producto:		HARINA DE SEMOLA CRUDA					
Marca:	S/M	Razón Social	PROYECTO: DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO DE CAÑAHUA				
Procedencia	No indica						
Fecha de recepción muestra:		2017/01/06		Fecha de emisión de resultados:		2017/01/30	
Fecha de inicio de ensayos:		2017/01/09					

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	4.557.-	KJENDHAL
ALMIDON	%	75.144.-	FEHLING

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica) / <LD menor al límite de detección


 Dra. María O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Fuente: (SELADIS, 2017)

Anexo 10. Resultados de contenido de almidón de la harina de Arroz

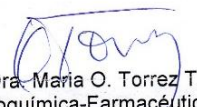
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS		CODIGO: 304			
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA							
Informe N°:	17/17						
Producto:	HARINA DE ARROZ						
Marca:	S/M	Razón Social	PROYECTO: DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO DE CAÑAHUA				
Procedencia	No indica						
Fecha de recepción muestra:	2017/01/06		Fecha de emisión de resultados:	2017/01/30			
Fecha de inicio de ensayos:	2017/01/09						

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
ALMIDON	%	72.363.-	FEHLING

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica) / <LD
 menor al límite de detección


 Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Fuente: (SELADIS, 2017)

Anexo 11. Resultados de la composición nutricional del extruido de cañahua


FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS		CODIGO: 8218			
		LABORATORIO DE BROMATOLOGIA					
Informe N°:		73/17					
Producto:		EXTRUIDO DE CAÑAHUA					
Marca:	S/M	Razón Social	PROYECTO DESARROLLO DE UN CEREAL EXTRUIDO DE CAÑAHUA				
Procedencia	La Paz						
Fecha de recepción muestra:		2017/05/11		Fecha de emisión de resultados:		2017/05/25	
Fecha de inicio de ensayos:		2017/05/12					

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	8.38.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATO	%	70.53.-	FELHING
GRASA	%	0.89.-	BARSHAL
FIBRA	%	2.91.-	HIDROLISIS ACIDO-BASE

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD
 menor al límite de detección


 Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Fuente: (SELADIS, 2017)