



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y CONTENIDO DE PLOMO EN
INSUFLADOS POR EXPLOSIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)”**

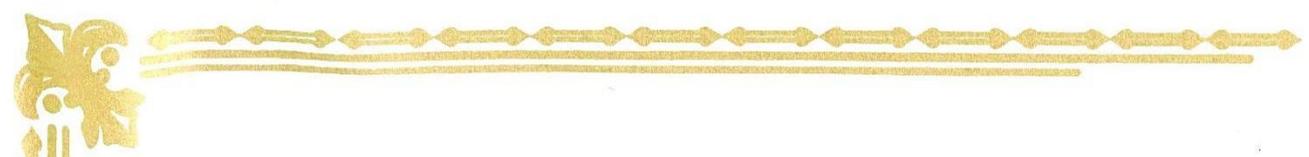
Iván Parillo Gutiérrez

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor: Dra. Sc. Elizabeth Huanatico Suárez

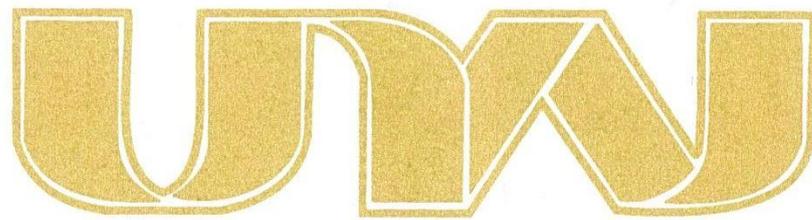


Juliaca, 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y CONTENIDO DE PLOMO EN
INSUFLADOS POR EXPLOSIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)”

Iván Parillo Gutiérrez

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: Dra. Sc. Elizabeth Huanatico Suárez



Juliaca, 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y CONTENIDO DE PLOMO EN
INSUFLADOS POR EXPLOSIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)”

Iván Parillo Gutiérrez

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesora: Dra. Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

Juliaca, 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Parillo, I. (2021). Determinación de parámetros y contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* willd). (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca.

AUTOR: Iván Parillo Gutiérrez

TÍTULO: Determinación de parámetros y contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* willd).

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2021

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (159 pp)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 03-00007-03/P26

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: Dra. Sc. Ing. Elizabeth Huanatico Suárez

PALABRAS CLAVE: Insuflado, plomo, quinua, expansión por explosión, teflón.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y CONTENIDO DE PLOMO EN
INSUFLADOS POR EXPLOSIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentada por:

Iván Parillo Gutiérrez

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:



Mg. Tania Jakeline Choque Rivera
PRESIDENTE DE JURADO



M.Sc. Lenin Quille Quille
2º MIEMBRO



M.Sc. José Manuel Prieto
3º MIEMBRO



Dra. Sc. Elizabeth Huanatico Suárez
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

A la energía suprema, a la inteligencia omni...al que conocemos como Dios, que en parte somos un pequeño reflejo inconsciente de ello y a la Pachamama por sustentar nuestras rutinarias y efímeras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A Miliana Tc. que me apoyó ya, desde mi formación y hoy sólo quedan recuerdos, gracias.

A mi asesora Dra. Elizabeth Huanatico Suárez por su apoyo y guía en este trabajo, a mis jurados y a los docentes de la Universidad Nacional de Juliaca por su esmero y dedicación de formar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Al ingeniero Miguel Sánchez Rodríguez de la Universidad Nacional Agraria la Selva que, pese a la plandemia por el Covid 19, me facilitó y viabilizó los análisis.

A la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda. y directivos, a los ingenieros, planta y producción Edson I.B., Enma V., Rocío L., Maricruz T. También, al ing. Eusebio Chura por facilitarme información y uso de sus equipos de planta y laboratorio; finalmente, a Lourdes M. y Yaneth M.A. por su apoyo.

A mis padres, por su paciencia.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. QUINUA.....	5
2.2. TAXONOMÍA.....	9
2.3. VARIEDADES DE QUINUA.....	9
2.3.1 KANCOLLA.....	10
2.3.2 INIA 420 - NEGRA COLLANA.....	11
2.3.3 INIA 415 – PASANKALLA.....	11
2.3.4 INIA 431 – ALTIPLANO.....	12
2.3.5 ILLPA INIA.....	13
2.3.6 SALCEDO INIA.....	13

2.3.7	BLANCA DE JULI.....	13
2.5	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	15
2.6	PRODUCCIÓN DE QUINUA	16
2.7	INSUFLADO (EXPANDIDO) DE QUINUA	20
2.7.1	PROCESO DE EXPANSIÓN.....	22
2.7.2	CAÑÓN EXPANSOR	25
2.7.3	TEFLÓN	28
2.7.4	ACERO INOXIDABLE	29
2.8	CONTAMINANTE Y CONTENIDO DE PLOMO	30
2.8.1	CONTAMINANTE.....	30
2.8.2	CONTENIDO DE PLOMO	30
2.8.3	TOXICOCINÉTICA DEL PLOMO	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES.....	39
3.1.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	39
3.1.2.	MATERIA PRIMA	39
3.1.3.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	39
3.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	40
3.2.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40
3.2.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	HUMIDIFICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE GRANO DE QUINUA	51
4.2	DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE METAL PESADO (PLOMO) EN QUINUA GRANO Y QUINUA EXPANDIDO	53

4.3	Resultados de metal pesado (pb) en quinua negra collana expandida.....	57
4.2.3	Resultados de metal pesado (pb) en quinua pasankalla roja expandida	60
4.3	DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS PROXIMAL DE QUINUA GRANO Y QUINUA EXPANDIDO	66
4.3.1	Resultado de análisis proximal en quinua kancolla expandida	66
4.3.2	Resultado de análisis proximal en quinua negra collana expandida.....	70
4.3.3	Resultado de análisis proximal en quinua pasankalla roja expandida.....	72
4.4	COMPLEMENTARIO BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS.....	76

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	81
5.2	RECOMENDACIONES	82
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la quinua	9
Tabla 2. Variedades de quinua y su periodo vegetativo (días).....	10
Tabla 3: Análisis físico/químico (g/100g, de muestra).....	16
Tabla 4: Comparación de los valores nutricionales de cereales y quinua (comestibles 100 g).....	16
Tabla 5: Requisitos en análisis físico químico de insuflado de Chenopodium Quinoa	21
Tabla 6: Requisitos en análisis microbiológicos de insuflado de Chenopodium Quinoa	21
Tabla 7. Propiedades que no se ven afectadas por las condiciones de fabricación Politetrafluoroetileno	28
Tabla 8. Composición química acero inoxidable típica (% en peso)	29
Tabla 9: Límites máximos permisibles de concentración de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo humano.	31
Tabla 10: Niveles máximos de plomo establecidos en el Reglamento (CE) nº 1881/2006. Productos alimenticios.....	32
Tabla 11: Concentración de plomo en producto agrícolas	34
Tabla 12: Parámetros de ICP OES en el análisis de Plomo	49
Tabla 13: Relación de porcentaje de agua añadida y humedad de quinua	52
Tabla 14: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad Kancolla a diferentes parámetros de insuflación.	54
Tabla 15: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad negra collana a diferentes parámetros de insuflación.	57
Tabla 16: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad Pasankalla roja a diferentes parámetros de insuflación.	60
Tabla 17: Composición químico proximal de la variedad kancolla grano con la quinua expandida a diferentes parámetros de estudio	66
Tabla 18: Resultados de análisis proximal de grano y expandido de quinua variedad Negra Collana.....	70
Tabla 19: Comparación de resultados de análisis proximal de grano y expandido de quinua variedad Pasankalla roja	72
Tabla 20: Perlado a nivel micro de variedades de quinua trillada orgánica	76
Tabla 21: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad Kancolla.....	78

Tabla 22: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad negra collana.....	78
Tabla 23: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad pasankalla roja	79
Tabla 24: Varianza y desviación estándar en los resultados de Pb	118
Tabla 25: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Kancolla expandida	120
Tabla 26: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Kancolla expandida	121
Tabla 27: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Negra Collana expandida.....	122
Tabla 28: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Negra Collana expandida.....	123
Tabla 29: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Pasankalla roja expandida	124
Tabla 30: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Pasankalla expandida.....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación esquemática de la estructura del grano de quinua	6
Figura 2: Productor de quinua en Cabana, sector de la producción de quinua orgánica – Silarani.....	8
Figura 3: Productor de quinua convencional en Azángaro, distrito de samán comunidad quejón moqo.	8
Figura 4: Quinua blanca variedad kancolla	10
Figura 5: Quinua negra variedad negra collana.....	11
Figura 6 : Quinua roja variedad pasankalla	12
Figura 7. Quinua variedad INIA 431 - Altiplano	12
Figura 8: Estructura general de una saponina.....	14
Figura 9: Siembra de cantidad de hectáreas de quinua en la región de puno y Región Arequipa de las diferentes campañas agrícolas.	17
Figura 10: Rendimiento de la siembra de quinua en las diferentes campañas agrícolas.....	17
Figura 11: Producción de Quinua en Puno y Región Arequipa en las diferentes campañas agrícolas.....	18
Figura 12: Precio de chacra (S/. Kg) de la quinua en la región de Puno y Región Arequipa ...	18
Figura 13: Producción regional de la Quinua (tn) campañas agrícolas 2015-2020.....	19
Figura 14: Índice de sustentabilidad general (ISG) de los sistemas de producción de quinua.	20
Figura 15: Definiciones relativas al proceso de elaboración de expandidos.....	23
Figura 16. Equipos y materiales en un proceso tradicional por batch de expandido de cereales.	
Figura 17: Dibujo esquemático del aparato de inflado.....	26
Figura 18: Equipo expensor de cereales y granos andinos.....	27
Figura 19. Estructuras y nombres comerciales del teflón.....	28
Figura 20: La contaminación como causa el aumento de Plomo (Pb) en grano trigo y cuero cabelludo.....	34
Figura 21: Los efectos directos del cadmio (Cd), níquel (Ni) y Pb (Plomo) en la planta.	36
Figura 22: Diagrama de flujo aplicado para obtención de quinua expandida o insuflada.....	41
Figura 23: Se muestra el diagrama de flujo experimental para el análisis del contenido de plomo en insuflados de quinua.	44

Figura 24: Analizador de humedad o termobalanza.....	46
Figura 25: Cañón expansor utilizado para obtención de muestras de la investigación – instalaciones COOPAIN Cabana Ltda.	47
Figura 26: Curva de absorción de agua de grano de quinua.....	52
Figura 27: Comparación de medias de Pb a diferentes parámetros de expansión de la variedad kancolla.....	55
Figura 28: Comparación de medias de contenido de Pb a diferentes parámetros de expansión variedad negra collana.....	58
Figura 29: Comparación de medias de contenido de plomo a diferentes parámetros de expansión variedad pasankalla roja	61
Figura 30: Comparación de contenido de plomo a diferentes parámetros de expansión de la quinua Kancolla, Negra collana y Pasankalla roja.	62
Figura 31: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua kancolla sin expandir	67
Figura 32: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua Negra Collana sin expandir.....	71
Figura 33: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua pasankalla sin expandir.....	74
Figura 34. Comparación de porcentaje de rendimiento de expandidos en la quinua Kancolla, negra collana y pasankalla roja	79
Figura 35: Proceso de escarificado y obtención de quinua perlada – COOPAIN CABANA...	93
Figura 36: Acondicionamiento y determinacion de humedad.....	93
Figura 37: Cañón expansor por explosión capacidad 1 kg por Bach. De prueba con tapa teflón e interior material acero inox. – Instalaciones de la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda.....	93
Figura 38: Pulido de quinua expandida con una adaptación de una escarificadora.	94
Figura 39: Molienda y ataque de muestra con nítrico-perclórico / 4:1 – En Instalaciones de Universidad Nacional Agraria la Selva	95
Figura 40: Esquema simplificado del análisis con ICP OES	95
Figura 41: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua blanca perlada.....	98
Figura 42: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua negra perlada	99
Figura 43: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua roja perlada.....	100
Figura 44: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Kancolla expandida	121

Figura 45: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Negra Collana expandida.....	123
Figura 46: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Pasankalla roja expandida	125

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Fotografías obtenidas del proceso de obtención de muestras	93
Anexo 02: Fotografías e imágenes del Proceso de análisis de pb en las muestras.....	95
Anexo 03: Ficha técnica del cañón expansor de cereales.....	95
Anexo 04: Hidratación de los granos de quinua.....	97
Anexo 05: Diagramas de flujo de entrada y salida para la elaboración de quinua perlada	98
Anexo 06: Resultado de análisis de laboratorio	101
Anexo 07: Análisis de los resultados de contenido de plomo en los tratamientos.....	118
Anexo 08: NTP que regula los expandidos de quinua en el Perú.....	126

RESUMEN

Actualmente, los Niveles Máximos (NM) para un contaminante presente en alimentos recomendados y normados por el Codex alimentario y la Unión europea en el Plomo es de 0.2 mg/kg para cereales (no especificado para quinua y cañihua). Se conoce que la intoxicación por Pb causa serios problemas degenerativos en la salud pública; por ello, en el presente trabajo, se utilizó una semilla adquirida de productores orgánicos de Coopain Cabana – Puno, uso de las BPMs. Para evitar contaminación en el procesamiento, se usó cañón expansor con tapa de teflón. Esta investigación tuvo el objetivo de determinar los parámetros (humedad y presión) que incidan en el contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*). Las variedades de quinuas, analizados en laboratorio por espectrofotometría de emisión óptica con plasma acoplado, inductivamente, (ICP OES) con mejor resultado en la incidencia y reducción promedio de contenido de plomo (Pb) en la variedad kancolla expandido, fue el tratamiento T1 a 14% humedad y a 150 psi reduciéndose un 0.0367mg/kg promedio respecto con el control (T0), sin expandir (0.0950 mgPb/kg) y con proteína de 12.56 g/100g , grasa 0.81 g/100g y 2.48 g/100g de ceniza y humedad 7.01% de expandido final. Para la variedad negra collana, la mejor reducción promedio de contenido de plomo (Pb) fue el tratamiento T4 a 18% humedad y a 170 psi reduciéndose un 0.0697 mg/kg promedio. Respecto al tratamiento control T0 (0.1505 mgPb/kg), además con proteína 12.87 g/100g, 2.39 g/100g de grasa, 1.49 g/100g de ceniza y 8.5 % de humedad. Para la variedad pasankalla roja expandido fue el tratamiento T3 a 18% humedad y a 150 psi reduciéndose un 0.1037 mg/kg promedio de contenido de Pb, comparado con su T0 (0.1650 mgPb/kg); además con 11.74 g/100g de proteína, 3.17 g/100g grasa, 2.2 g/100g ceniza y 8.04 % de humedad de expandido final. Estos resultados difieren estadísticamente con los tratamientos control (T0). El nivel de significación es de 0.05, el nivel de confianza, correspondiente, es del 95% en las variedades de quinua estudiadas que, además, sufrieron una reducción de contenido de plomo por proceso de expansión por explosión. Los datos analizados están por debajo de los Niveles Máximos (0.2 mg kg⁻¹) en Plomo, conservando buena parte de sus proteínas, grasa y ceniza.

PALABRAS CLAVE: Insuflado, plomo, quinua, expansión por explosión, teflón.

ABSTRACT

Currently the Maximum Levels (ML) for a contaminant present in foods recommended and regulated by the Food Codex and the European Union in Lead is 0.2 mg / kg for cereals (not specified for quinoa and cañihua), it is known that intoxication by Pb causes serious degenerative problems to public health; In this work, a seed acquired from organic producers of C00pain Cabana in Cabana - Puno was used, using GMPs and avoiding contamination in the processing (an expander barrel with a Teflon cap was used); This research had the objective of determining the parameters (humidity and pressure) that affect the lead content in blast insufflates of different varieties of quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd). The varieties of quinoa analysed in the laboratory by inductively coupled plasma optical emission spectrophotometry (ICP OES) with the best results in the incidence and average reduction of lead (Pb) content in the expanded kancolla variety was the T1 treatment at 14% humidity and 150 psi reducing an average 0.0367mg / kg with respect to the unexpanded control (T0) (0.0950 mgPb / kg) and with protein of 12.56 g / 100g, fat 0.81 g / 100g and 2.48 g / 100g of ash and moisture 7.01% of final expanded; For the black variety collana, the best average reduction in lead (Pb) content was the T4 treatment at 18% humidity and 170 psi, reducing an average 0.0697 mg / kg compared to the control T0 treatment (0.1505 mgPb / kg), also with 12.87 g / 100g of protein, 2.39 g / 100g of fat, 1.49 g / 100g of ash and 8.5% moisture; for the expanded red pasakalla variety it was the T3 treatment at 18% humidity and 150 psi, reducing an average 0.1037 mg / kg of Pb content compared to its T0 (0.1650 mgPb / kg), also with 11.74 g / 100g of protein, 3.17 g / 100g fat, 2.2 g / 100g ash and 8.04% moisture of final expanded. These results differ statistically with the control treatments (T0), the significance level is 0.05, the corresponding confidence level is 95% in the varieties of quinoa studied and that also suffered a reduction in lead content due to the explosion expansion process. The data analysed are below the Maximum Levels (0.2 mg kg⁻¹) in Lead and conserving a good part of its proteins, fat and ash.

KEY WORDS: Insufflated, Lead, Quinoa, Explosión Expansión, Teflón.

INTRODUCCIÓN

Perú y Bolivia representan el 90 por ciento de la producción global del llamado “grano de los incas”, que es uno de los productos más necesitados en esta crisis sanitaria. Además, hoy en día, el cultivo de quinua ha cruzado las fronteras continentales para llegar a Europa. Se cultiva en Francia, Inglaterra, Suecia, España, Dinamarca, Finlandia, Holanda e Italia, Estados Unidos, Canadá, Kenia, Himalaya e India (Romano & Ferranti, 2018). Sin embargo, hay ciertas cuestiones que no permiten desarrollar mejor la productividad, como lo indican Pirzadah y Malik (2020). Estos son los factores agronómicos (rendimiento, producción y crecimiento), sociales (baja estima: falta de conciencia), tecnológicos (factores genéticos y procesamiento de semillas), así como económicos (limitaciones de comercialización). A pesar de ser Perú, uno de los primeros productores de quinua en el mundo, aún seguimos cultivando con una tecnología tradicional, es decir, con poca tecnología moderna implementada en la sierra y andes peruanos. Al respecto, la FAO y OMS (2007) nos mencionan que los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas, cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico.

Por otro lado, no toda la producción en torno a la quinua es producida de manera natural o ecológica, esto se debe a varios factores: el cambio climático, la resistencia de las plagas, uso de agroquímicos, los monocultivos, malas prácticas agrícolas, minería irresponsable, pérdida de calidad de aire, etc. (Londoño Franco, Londoño Muñoz, & Muñoz Garcia, 2016). Sin duda, las actividades mineras, la contaminación industrial de suelos, aguas, animales y plantas, fertilizantes, plaguicidas químicos y otras actividades que caracterizan el desarrollo social actual, han provocado un aumento excesivo de metales pesados: mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), entre otros, directamente de la contaminación. Todo esto aumenta el potencial de contaminación por metales pesados en el agua, el suelo y el aire, provocando uno de los problemas más graves que afectan la seguridad alimentaria y la salud pública. Puno es la región que produce más cantidad de volumen de quinua en el Perú, para octubre del 2020, había superado las 39 mil 600 toneladas, pero no todo ese volumen es orgánico. Por ejemplo, de las 793 muestras de alimentos de origen vegetal analizadas, 230 muestras fueron no conformes (10.38 por ciento), dentro de las cuales se reportaron residuos de 230

plaguicidas que superan o no tienen LMR establecidos por el Codex Alimentarius - la mayor parte en frutas y semillas, granos como café, nueces y pallar- (SENASA, 2019). Además, cabe decir que, en Puno, en temas de rendimiento, no supera los 1200 kg/Ha; donde se sigue aplicando, en la mayoría, una tecnología tradicional de la época de los incas, con agricultura natural en comparación con la costa de Arequipa.

En esta investigación se trabajó y adquirió quinua orgánica de Coopain Cabana, una cooperativa de productores (más de 600 unidades productivas) cuyos socios están compuestos del 70 por ciento por mujeres y el 30 por ciento por varones. Esta cooperativa hace transformación primaria de la quinua, cumpliendo con las normas orgánicas de producción para su venta nacional e internacional, siendo un ejemplo de organización y regulador de precios a nivel local. Por otro lado, el procesado de quinua orgánica y su transformación a derivados (expandidos o insuflados) están tomando gran importancia y competitividad por su potencial nutritivo, responsabilidad ambiental productiva y por estar libres de sustancias agroquímicas. En la quinua, el perlado o retiro de la cascarilla y de sus compuestos de saponina en variedades de quinua amarga como en variedades de quinua dulce, es un paso previo para realizar el proceso de expansión de granos de quinua, así como también la humidificación y su acondicionamiento. Como ya lo mencionó Paucar Mejía (2012), el grano totalmente limpio, a temperatura ambiente y humedad de 13 y 14 por ciento, debe pasar por un proceso previo de perlado.

El consumo per cápita anual de granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha y tarwi) llega a los 2 kilos en el Perú y la quinua representa el 78 por ciento de su consumo. Muchos de estos productos aún no están contaminados con metales pesados como el Pb, pero los cereales procesados y especialmente en expansores de hierro fundido, vulnerando la inocuidad alimentaria y sin el adecuado uso de las BPM, posibilitan contenidos altos de metales pesados como el Pb como mencionan Mayta, Iturregui y Bravo (2010). Los granos insuflados en los cañones de expansión de tipo discontinuo convencionales de Puno produjeron un promedio de 2.59 ppm de plomo en la quinua; esto nos indica que hay presencia de plomo que supera los niveles máximos (NM) en insuflados o expandidos de cereales, sin tener en cuenta lo perjudicial que podría significar casos de intoxicaciones para la salud en los adultos (EFSA, 2010). De esta manera, se descubrió que la neurotoxicidad asociada al plomo afecta el procesamiento de la información central, principalmente para la organización visuoespacial y la memoria verbal a corto plazo, causando síntomas psiquiátricos que deterioran la destreza manual. En los niños, un nivel

elevado de plomo en sangre se asocia inversamente con un puntaje de Cociente de Inteligencia (CI) reducido y funciones cognitivas reducidas hasta al menos siete años de edad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Puno contamos con producción orgánica y natural de granos andinos a diferencia de la producción de Arequipa; en ese contexto, hay empresas en el rubro de procesamiento de granos en la región como Fortigrano, Deguste, Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda., Agroindustrias El Altiplano S.A.C., Innova Alimentos E.I.R.L., Bio Orgánicos Alto Andinos S.C.R.L, Agroindustrias Cirma S.C.R.L. Ltda., entre otros (Villanueva, Cuadra, & Heredia, 2016), que procesan quinua perlada, hojuela, otros expandidos, harina y barra de cereales. Pero muchas de estas quinuas procesadas podrían estar contaminadas (SENASA, 2014); por ejemplo, se menciona que La Libertad, Piura y Arequipa registraron el 100 por ciento de muestras con residuos químicos, seguidas por Lambayeque con el 80 por ciento de no conformes. En cambio, para Cusco y Puno no registraron muestras de granos de quinua con residuos de plaguicidas (INACAL, 2016). Se menciona al respecto, en conformidad con una agricultura orgánica, que se excluye el uso de agroquímicos sintéticos cuyos efectos tóxicos afecten la salud y causen deterioro del ambiente.

Sin embargo, los expandidos de cereales y granos están por encima de niveles máximos permitidos por el Codex Alimentarius y FAO en el contenido de metales pesados, como en el caso del plomo, demostrados por (Chancavilca, 2013; Mayta et al., 2010) en arroz, maíz y quinua. Por ello hay la necesidad de investigar el contenido de plomo en quinua orgánica.

A través del Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria, la OMS, según datos del 2017, afirma que la exposición al plomo causó 1.06 millones de muertes y la pérdida de 24.4 millones de años de vida por sus efectos genotóxicos y

acumulativos a largo plazo en la salud por metal pesado (Pb). La intoxicación por Pb causa el 10.3 por ciento, el 5.6 por ciento y el 6.2 por ciento de la carga global de cardiopatía hipertensiva, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, además del 63.2 por ciento de los casos de infertilidad. Siendo los más afectados en el 2016 los países de ingresos bajos y medianos.

En relación a los efectos que causa consumir alimentos contaminados por plomo, López, Núñez, Galán y González (2001) mencionan, en función del período de exposición, que podemos distinguir dos formas de presentación: aguda y crónica. La sintomatología aguda se caracteriza por cólicos abdominales con constipación, crisis hemolíticas y encefalopatía grave. También puede desencadenar en lesión hepática e insuficiencia renal. La intoxicación crónica o saturnismo provoca anorexia, debilidad y es típico el llamado cólico saturnino, que es un cuadro de abdomen agudo con crisis de dolor abdominal intenso y estreñimiento. Por todo ello, a continuación, se presenta el problema.

Este problema está orientado a productos de quinua que han sido sometidos a procesamiento de insuflado o expandido, ya que hay la necesidad de saber el proceso de insuflado o, por defecto, mejorarlo. Así, también saber la cantidad de tóxicos como el plomo, presentes en insuflados de variedades de quinua producidos en la región. Según Nowak, Du y Charrondièrre (2016), se necesitan más análisis de nutrientes y publicaciones accesibles sobre la quinua. Se supone que se han generado algunos datos de composición en diferentes países/regiones, pero solo unos pocos se publicaron en la literatura científica.

1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar los parámetros (humedad y presión) y contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros de humedad y presión del proceso de expandido que incidan en el contenido de plomo.
- Comparar la cantidad de plomo del proceso de expandido en diferentes variedades de grano de quinua sin y con insuflación.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación ampliará el conocimiento sobre el contenido de metal pesado como el plomo (Pb) en el proceso de expandidos de quinua orgánica por cañón expansor. Asimismo, se tendrá parámetros como la humedad y presión que servirán para estandarizar y tener un rango definido en el proceso de insuflados de diferentes variedades de quinua, siguiendo un flujograma adaptado según la NTP 0.11 459 vigente, que está en el anexo 08: NTP que regula los expandidos de quinua en el Perú.

En relación a la quinua, tenemos la convencional (uso intensivo de suelo y agroquímicos), posible fuente de contaminación; y quinua orgánica (cultivo sostenible/certificado orgánico), quinua tradicional (natural) y otros procesados. Entonces, el resultado de esta investigación aportaría a la discusión de si en verdad un producto expandido en buenas condiciones y con materia prima (quinua orgánica) se contamina durante el proceso de expansión (expansores con tapa teflón) o ya están contaminados desde la materia prima o la cosecha, por diversas razones. Según el CAC/RCP 56-2004 del Codex Alimentarius, hay diversas fuentes de contaminación de plomo en alimentos (aire, suelo, agua) y también puede

producirse contaminación de los alimentos por plomo en la elaboración, manipulación y envasado de los productos alimenticios.

Por otro lado, desde el punto de vista de consumidor, según Arturo y Quispe (2014), las decisiones de compra de los consumidores entre productos tradicionales y ecológicos están limitadas por el precio, no por el producto ecológico. Esto significa que lo importante para el consumidor es el costo del producto, independientemente de los efectos nocivos de este al cliente o al medio ambiente.

La contaminación de los alimentos en la cadena de suministro ocurre, y puede producirse, de manera natural, accidental y deliberada (Gil, Manyes, Font, & Berrada, 2019). Los planes de defensa alimentaria son medidas que ayudan a las instalaciones de procesamiento de alimentos a proteger a sus empleados, sus productos y a los clientes de la contaminación intencional. Siguiendo un punto de vista ético, la contaminación del producto con tóxicos como el plomo y su posterior venta en los mercados como un alimento funcional y nutracéutico, estaría muy lejos de la realidad y representaría un tema de seguridad y fraude alimentario.

La OMS, según datos del Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria, afirma que la intoxicación por Pb causa el 10.3, 5.6 y 6.2 por ciento de la carga global de cardiopatía hipertensiva, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, además del 63.2 por ciento de los casos de infertilidad, siendo los más afectados en el 2016, los países de ingresos bajos y medianos, (OMS, 2019). Estos también dijeron que la exposición al plomo puede causar anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva. Los efectos neurológicos y de comportamiento asociados con el plomo se consideran irreversibles.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. QUINUA

La quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) es un cultivo indígena de la región andina de América del Sur. Es uno de los cultivos más antiguos del continente americano. Los hallazgos arqueológicos en el norte de Chile mostraron que la quinua se usaba antes del 3000 a.C. En Ayacucho, Perú, se ha encontrado evidencia de que la quinua se cultivó antes del 5000 a.C. (Chamorro, 2016). Asimismo, es una planta andina de la familia *Chenopodiaceae* del género *Chenopodium*. Es el único alimento vegetal (origen andino) que contiene todos los aminoácidos esenciales (Oliva, Lucia, Cifuentes, & García-alzate, 2018), además de oligoelementos, vitaminas y no contiene gluten. No obstante, la quinua (una planta dicotiledónea) no es un grano verdadero como los cereales (monocotiledóneas); es más bien una fruta, por lo que se le ha llamado pseudocereal e incluso pseudo-oleaginosa. Esto también se debe a su composición inusual y al equilibrio excepcional entre el aceite, las proteínas y las grasas, (Collar, 2016). El periodo vegetativo está entre 150 y 240 días, variable por ecotipo o variedad de quinua (Valdivia, 2020), cuya representación esquemática de la estructura de grano se encuentra en la figura 1. Representación esquemática de la estructura del grano de quinua.

La quinua es un cultivo anual (Ahumada, Ortega, Chito, & Benítez, 2016) cuyas panojas en promedio tienen una altura de entre 1.0 y 2.0 m con una llamativa flor, y producen semillas cilíndricas y lisas con un largo de 2.5 mm y 1.0 mm de diámetro. Según Chamorro (2016), la quinua tolera una amplia gama de condiciones de pH del suelo (de pH 4.8 a 8.5), humedad relativa (de 40 por ciento a 80 por ciento) y distintas temperaturas (de 4 a 38°C). La tolerancia se refiere a la resistencia de los tejidos, células u organelas (Miranda, Caballero, & Cadena, 2017). Al respecto Scanlín y Lewis (2017) mencionan que la quinua es sobre todo resistente a los climas severos y las

condiciones atmosféricas del altiplano andino y tolera temperaturas de -4°C a -8°C . La quinua presenta una serie de estrategias para el control o resistencia de la salinidad (Miranda et al., 2017), tales como la evitación, que incluye el crecimiento de la planta en condiciones favorables, evasión que implica la selectividad contra el cloruro de sodio, lixiviación de las sales fuera de los tejidos asimilatorios, translocación de sales a las raíces y excreción por las mismas, al igual que la eliminación de las partes viejas, etc.

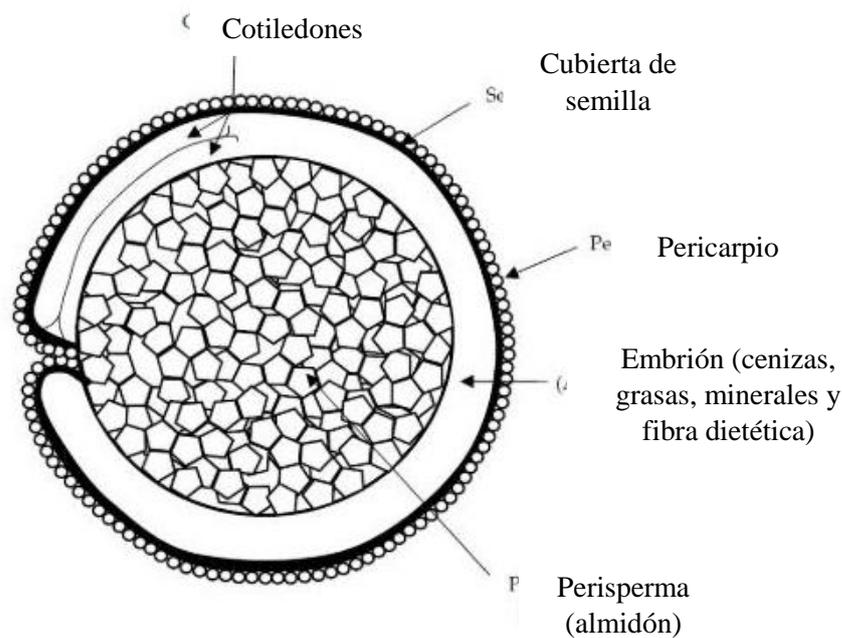


Figura 1: Representación esquemática de la estructura del grano de quinua

Fuente: (O'Mahony, 2018).

a) **Quinua ecológica (orgánica o biológica)**

Cuenta con sistemas estandarizados de producción, conversión o procesamiento, almacenamiento y venta de acuerdo con la agricultura orgánica, con el objetivo principal de cultivar y mantener la biodiversidad, los recursos naturales y la conservación ambiental de cultivos sustentables y diversos. Para la FAO y OMS (2007), orgánico es un término de etiquetado que indica que los productos se han producido con arreglo a las normas de la producción orgánica y están certificados por un organismo o autoridad de certificación debidamente constituido. La agricultura orgánica se basa en la reducción al mínimo del empleo de insumos externos y evita el empleo de fertilizantes y abonos

sintéticos. Para (Quispe, 2016) , la producción orgánica de quinua en ambas variedades (Salcedo INIA y pasankalla) mantiene en el grano andino un mayor porcentaje proteico, así como mayor conservación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en comparación a la agricultura convencional de las tierras arequipeñas.

Las normas de producción orgánica son las siguientes:

- Ley 29196 – Ley de Promoción de la Producción Orgánica o Ecológica (29 enero del 2008), precisa que SENASA es la autoridad nacional competente para el control y supervisión de la producción orgánica nacional.
- D.S. N.º 010-2012-AG, aprueba el Reglamento de la Ley N°29196.
- D.S. N.º 044-2006-AG, aprueba el Reglamento Técnico para Productos Orgánicos (6 de julio del 2006).
- D.S. N.º 061-2006-AG, establece el Registro Nacional de Organismos de Certificación de la Producción Orgánica. (28 de octubre del 2006).
- D.S. N.º 002-2020-MINAGRI, modifica el Reglamento de la Ley N.º 29196 y aprueba el Reglamento de Certificación y Fiscalización de la Producción Orgánica.
- Guía ISO/IEC 65: Organización Internacional de Normalización y Comisión Electrotécnica Internacional.
- ISO/IEC 17011.
- NTP ISO/IEC 17065.
- Codex Alimentarius.

La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo.



Figura 2: Productor de quinua en Cabana, sector de la producción de quinua orgánica – Silarani.

b) Quinua convencional (no ecológica)

Es aquella quinua que no cumple con los requisitos establecidos en la definición de quinua ecológica, donde podría existir un uso intensivo del suelo y utilización de agroquímicos.



Figura 3: Productor de quinua convencional en Azángaro, distrito de Samán, comunidad Quejón Moqo.

2.2 TAXONOMÍA

La taxonomía de la quinua se muestra a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1: Taxonomía de la quinua

Reino	Plantae
Subreino Vegetal	Tracheobionta
Super División	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllaceae
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Género	Chenopodium
Especie	Chenopodium Quinoa Willd

Fuente: Villanueva et al. (2016)

2.3 VARIEDADES DE QUINUA

La NTP 205.062 (INACAL, 2016) nos menciona que una variedad es un conglomerado de plantas con características parecidas que, debido a su morfología y comportamiento, pueden tener un genotipo homogéneo, pero se pueden discriminar o diferenciar de otras variedades dentro de una misma línea de especie.

La quinua es muy diversa y existen muchas variedades diferentes, desde genotipos blancos, amarillos, rojos hasta negros (Schoenlechner, 2017) y se adapta bien a diferentes condiciones agroecológicas, e incluso se puede producir en regiones donde no hay otras fuentes de proteínas vegetales disponibles. Además, de acuerdo a Scanlin y Lewis (2017), las especies de plantas tolerantes al estrés y ricas en proteínas como la quinua pueden desempeñar un papel importante en la agricultura y la seguridad alimentaria futuras para sustentar a una creciente población mundial.

Tabla 2: Variedades de quinua y su periodo vegetativo (días).

Variedades	Ciclo Vegetativo	Variedades	Ciclo Vegetativo
Kancolla	170	Blanca de Junín	160-180
Inia 415 - Pasankalla	144	Rosada de Junín	180-190
Inia 420 - Negra collana	136-140	Blanca de Hualhuas	150-160
Blanca de Juli	160	INIA Quillahuamán	180-200
Cheweca	180-190	INIA 431 Altiplano	150
Salcedo INIA	150	Blanca real boliviana	170
Illpa INIA	150	Sajama	140-170
Amarilla Marangani	190-210	Ecotipo Blanca Locrahuanca	240
INIA -427 Amarilla	160-170	Ecotipos locales	240
Sacaca			

Fuente:(Apaza, Cáceres, Estrada, & Pinedo, 2013; Valdivia, 2020)

2.3.1 KANCOLLA

Se liberó en el altiplano puneño la década de 1975 (ver Figura 4: quinua blanca variedad Kancolla). Se adapta en la zona Suni, entre los 3 mil 800 y 3 mil 900 m.s.n.m. en cercanías del lago Titicaca, adaptado a clima frígido y humedad baja (seco), precipitación de lluvias de 4.5 a 6.0 cm², con 4 a 15 grados Celsius de temperatura. Se desarrolla en tierras franco y marga-arenoso (5.5 a 8.0 de pH), la coloración es rojo claro del perigonio y crema el color del pericarpio (Apaza et al., 2013).



Figura 4: Quinua blanca variedad Kancolla

Fuente: Tomado de Apaza et al. (2013).

2.3.2 INIA 420 - NEGRA COLLANA

Su mejor desarrollo se alcanza en la zona ecosistémica Suni del Altiplano (Pando & Castellanos, 2016), adaptada entre 3 mil 815 a 3 mil 900 m.s.n.m. a climas frío y seco, precipitaciones hasta los 5.5 cm², temperaturas de 4 a 15 grados Celsius. La altura de la planta varía de 0.9 a 1.10 metros y el período de vegetación (mayor a 4 meses) varía de 136 a 140 días. El cereal tiene una cáscara de color plomo y una piel negra que se puede ver en la Foto 5: quinua negra variedad negra collana. Además, se ha reportado un rendimiento medio de 3000 kg/ha para la quinua convencional (Apaza et al., 2013).

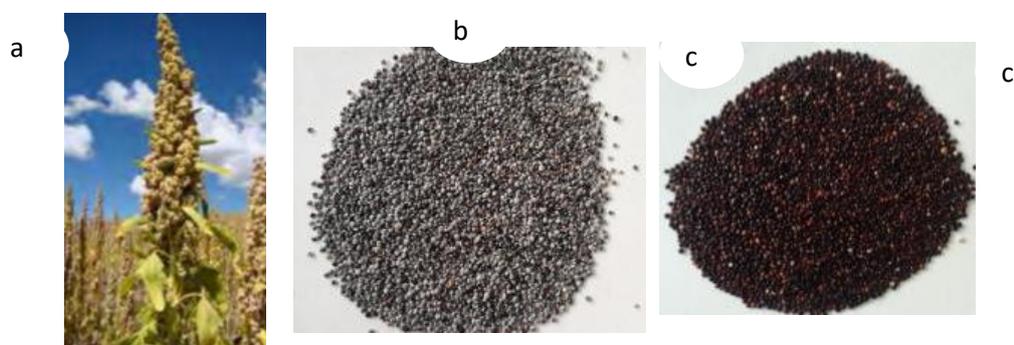


Figura 5: Quinua negra variedad negra collana

Fuente: Adaptado a Apaza et al. (2013) y figuras b. y c. de granos propios.

2.3.3 INIA 415 – PASANKALLA

Las semillas rojas de pasankalla INIA 415 fueron cultivadas y recolectadas en el distrito local de Caritamaya (Puno) en 1978. Tienen un ciclo vegetativo de 140 a 144 días, la altura alcanza los 1.2 metros y los colores característicos de panoja y perigonio, generalmente púrpura (rojo claro), representados en la Figura 6: con mínimo porcentaje de saponina (es una semilla dulce) y resistente al mildiu. Además, tiene un rendimiento aplicando las BPA entre 3000 y 3536 kg/ha en promedio para la quinua común o convencional (Apaza et al., 2013; INIA, 2006).



Figura 6 : Quinoa roja variedad Pasankalla

Fuente: Adaptado (Apaza et al., 2013) y figura derecha de grano es propia.

2.3.4 INIA 431 – ALTIPLANO

Esta variedad surgió de la cruce de Illpa INIA (004) (A) y de la variedad Salcedo INIA (001) (B) realizado por el INIA en los años de 1997. Adaptada en zona ecológica Suni del altiplano puneño y periferias del lago Titicaca, a una altitud entre los 3800 y 3950 m.s.n.m. Representada en la Figura 7: quinoa variedad INIA 431 – Altiplano, (INIA, 2013b) tolera precipitación de lluvias anual de 6.16 a 8 cm², con 6 a 17 grados Celsius de temperatura, adaptada en clima semi seco frío, en tierras franco y franco arenoso (5.5 a 7.8 pH). Tiene una madurez fisiológica a los 150 días con altura de planta de 1.2 a 1.5 metros, además de poseer bajo contenido de saponina 0.03 por ciento, con rendimiento promedio de 2 mil 860 kg/ha de la quinoa común (Apaza et al., 2013).



Figura 7: Quinoa variedad INIA 431 - Altiplano

Fuente: Recuperado de INIA (2013b).

2.3.5 ILLPA INIA

Se liberó en el altiplano puneño en el año 1997. Es una variedad cultivada de la mezcla de Sajama con la variedad Blanca de Juli, según Villanueva et al. (2016). Se adapta a la zona circundante al lago Titicaca, a altitudes de 3 mil 800 a 3 mil 900 m.s.n.m. de la zona agroecológica Suni. Tiene una altura de 1.07 metros, desarrollándose en un clima frío seco, con precipitación de lluvias de 4.5 hasta 6 cm², con 4 a 15 grados Celsius de temperatura y suelos de textura marga-marga arenoso con rangos 5.5 a 8.0 de pH, con rendimiento promedio de 3.1 Tm/ha. Además, la variedad Illpa INIA tiene color del pericarpio crema y el sabor dulce (Apaza et al., 2013; INIA, 2013a).

2.3.6 SALCEDO INIA

Insertada en Puno en la década de 1989. Cultivada y mejorada en Patacamaya (estación experimental); salida del cruce de las variedades Real Boliviana y Sajama, La altura de la planta se estima alrededor de 1.64 metros y de diámetro, 1.8 a 2 mm. De grano de color blanco y sabor dulce, el ciclo vegetativo de esta variedad es de 150 a 160 días (precoz), con rendimiento comercial reportado por el INIA de 2.5 Tm/ha en quinua convencional (INIA, 2013c; Pando & Castellanos, 2016).

2.3.7 BLANCA DE JULI

Originaria de Juli, Puno, desarrollada a partir del ecotipo de la zona, con periodo vegetativo (mayor a 5 meses) de 160 días. Con 0.8 metros de altura, en su madurez la panoja adquiere coloración claro blanquecino (Villanueva et al., 2016). Se puso a disposición en la región Puno en el año 1974. Se adapta en zona agroecológica Suni del altiplano y cercanías del lago Titicaca a altitud 3 mil 800 y 3 mil 900 m.s.n.m., con clima andino frío seco, precipitación de lluvias de 4.5 a 6.0 cm², de 4 a 15 grados Celsius de temperatura, en suelos de formación marga y marga arenosa (pH de 5.5 a 8.0), (Apaza et al., 2013).

2.4 COMPUESTO ANTINUTRICIONAL: SAPONINA

La mayoría de las variedades de quinua (Latinreco, 1992) contienen saponinas, glucósidos triterpenoides de sabor amargo que se concentran en la cubierta de la semilla y que deben eliminarse antes del consumo. Al respecto, Gómez-caravaca, Iafelice, Verardo, Marconi y Fiorenza (2014) resumen que la cantidad de saponinas es muy variable entre las diferentes variedades de quinua y, de acuerdo con la concentración de saponina, la variedad de quinua se distingue en: quinua dulce que tiene < 0.11 por ciento de saponinas y quinua amarga que contiene > 0.11 por ciento de saponinas (ver Figura 7: estructura general de una saponina). Se indica el enlace glucosídico entre la aglicona y un glucósido. La concentración de saponinas en la semilla de quinua (Kayeth, Torrado, & Parra, 2018) se ve influenciada por las características agroclimáticas de la zona de producción, principalmente por los cambios de temperatura, que inciden en la acumulación de bioactivos en los diferentes órganos de la planta, la disponibilidad de agua y el fotoperiodo, puesto que tienen un efecto sobre la actividad metabólica de las plantas y la síntesis de estas sustancias que se da por efectos del estrés.

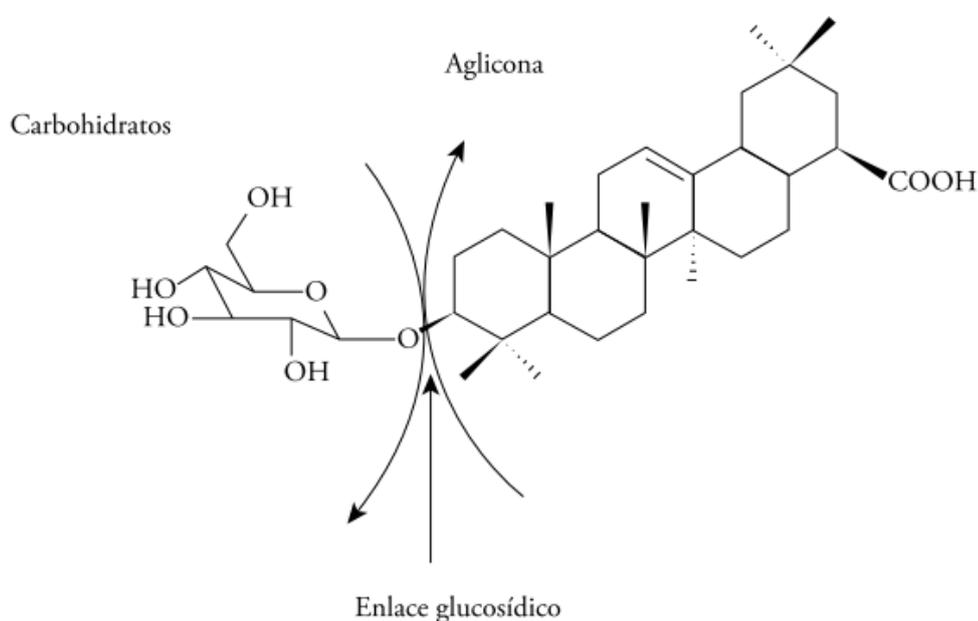


Figura 8: Estructura general de una saponina. Se indica el enlace glucosídico entre la aglicona y un glucósido.

Fuente: Ahumada et al. (2016)

De otra parte, los suelos con contenidos de salinidad afectan el potencial agroindustrial de las semillas de quinua porque estimulan la concentración de compuestos saponínicos. Sin embargo, Ahumada et al. (2016) mencionan que su presencia no se restringe a las semillas: también se ha detectado en las hojas de la planta (9 g/1000 g), y en menor proporción en las flores y frutos.

2.5 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

El cereal de quinua posee bajo contenido de humedad, de forma que se considera como un producto seco (Oliva et al., 2018). Nos aclara Schoenlechner (2017) que generalmente alcanza entre 0.5 y 1.5 metros de altura, pero puede alcanzar hasta 2.5 metros de altura en los valles interandinos. Los granos (semillas) tienen forma cilíndrica-lenticular y miden aproximadamente entre 1.5 a 2.5 mm con un peso de mil granos que aproximadamente están por 1.9 a 4.3 gramos. Asimismo, el almidón de quinua tiene propiedades fisicoquímicas (como viscosidad, estabilidad a la congelación) que le confieren propiedades funcionales con nuevos usos, según Lilian F. Abugoch James (2009), quien menciona que el almidón de quinua se compone de dos polisacáridos: amilosa y amilopectina. En los almidones nativos, el contenido de amilasa es del 20 a 30 por ciento y el contenido de amilopectina es del 70 a 80 por ciento. En sus propiedades físicas (Vilche, Gely, & Santalla, 2003) destaca un intervalo de humedad de 4.6 a 25.8 por ciento en base seca, una esfericidad de 0.77 a 0.80, la densidad de 928 a 1180 Kg/m³, la porosidad de 0.19 a 0.44; pero Li, Wang y Zhu (2015) nos aclaran que varía de acuerdo a la variedad de quinua, tales como la textura del gel, los parámetros térmicos y de pegado, que están fuertemente correlacionados respecto al almidón del grano de quinua.

En comparación con otros granos de cereales, es más alto en contenido de proteínas (14-18 por ciento) y tiene un equilibrio de aminoácidos nutricionalmente atractivo (Collar, 2016). El componente principal de la quinua son los carbohidratos, que varían del 67 por ciento al 74 por ciento de la materia seca. El almidón oscila aproximadamente entre 52 y 60 por ciento (Chamorro, 2016). En general, menciona Nowak et al. (2016) que se observaron altas variaciones en el contenido de nutrientes de la quinua por cada porción comestible de 100 g en peso fresco; por ejemplo:

proteína (9.1-15.7 g), grasa total (4.0-7.6 g) y fibra dietética (8.8-14.1 g). Recientemente se informó que una porción de quinua (aproximadamente 40 g) cumple con una parte significativa de las recomendaciones diarias (RDA) de nutrientes esenciales, principalmente vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales (Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017).

Tabla 3: Análisis físico/químico (g/100g de muestra)

Ensayo	Unidad	Pasankalla	Negra collana	Kancolla
Humedad	(%)	9.62	9.88	8.12
Proteína	(%)	17.83	17.62	16.11
Fibra	(%)	3	2.1	2.09
Ceniza	(%)	2.83	2.13	2.04
Grasa	(%)	6.29	5.94	5.84
ELM	(%)	60.43	62.33	71.64
Energía	(Kcal/100 g)	364.68	368.61	399.56

Fuente: Adaptado de Apaza et al. (2013)

Tabla 4: Comparación de los valores nutricionales de cereales y quinua (100 g).

Composición	Quinua	Arroz	Cebada	Trigo	Maíz	Centeno	Sorgo
Lípido (g)	6.07	0.55	1.3	2.47	4.74	1.63	3.46
Proteína (g)	14.12	6.81	9.91	13.68	9.42	10.34	10.62
Ceniza (g)	2.7	0.19	0.61	1.13	0.67	0.98	0.84
Fibra (g)	7	2.8	15.6	10.7	7.3	15.1	6.7
Carbohidrato (g)	64.16	81.68	77.72	71.13	74.26	75.86	72.09
Energía (Kcal)	368	370	352	339	365	338	329

Fuente: Navruz-Varli & Sanlier (2016)

2.6 PRODUCCIÓN DE QUINUA

Según (Pinedo, Gomez, & Julca, 2018)(Pinedo et al., 2018), en los últimos años, los altos precios y el aumento de la demanda del mercado nacional e internacional han ocasionado el crecimiento de la superficie cultivada de quinua y la introducción de tecnologías con insumos externos que incrementaron el rendimiento y cambios en el

sistema de cultivo. Hoy, el cultivo de quinua ha cruzado las fronteras continentales para llegar a Europa. Se cultiva en Francia, Inglaterra, Suecia, España, Dinamarca, Finlandia, Holanda e Italia. Su cultivo se ha extendido, de igual manera, en Estados Unidos y Canadá, así como en Kenia, el Himalaya e India (Romano & Ferranti, 2018).

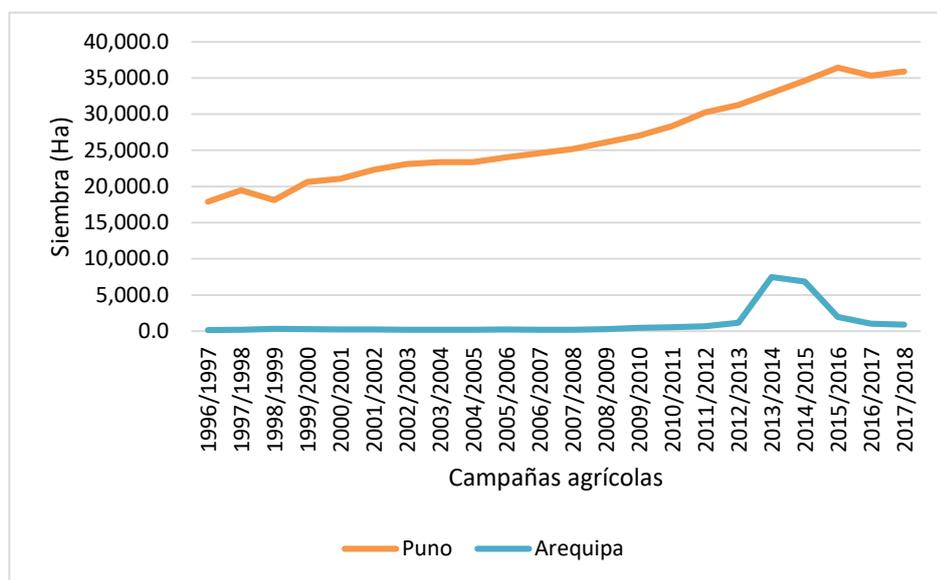


Figura 9: Siembra de cantidad de hectáreas de quinua en la región Puno y región Arequipa de las diferentes campañas agrícolas.

Fuente: Adaptado de (Dirección Regional de Agricultura, 2021; DRA, 2021).

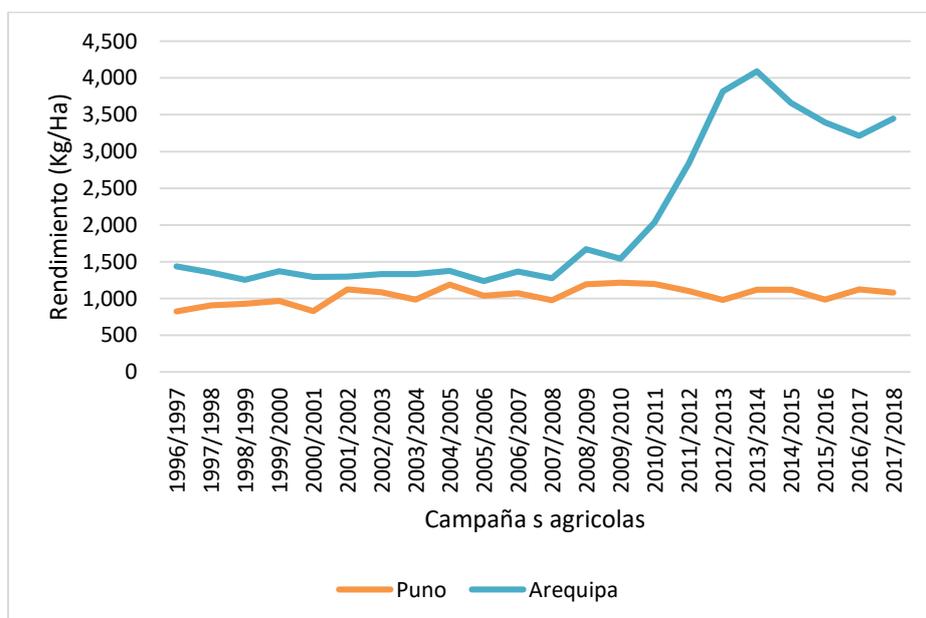


Figura 10: Rendimiento de la siembra de quinua en las diferentes campañas agrícolas

Fuente: Adaptado de (Dirección Regional de Agricultura, 2021; DRA, 2021).

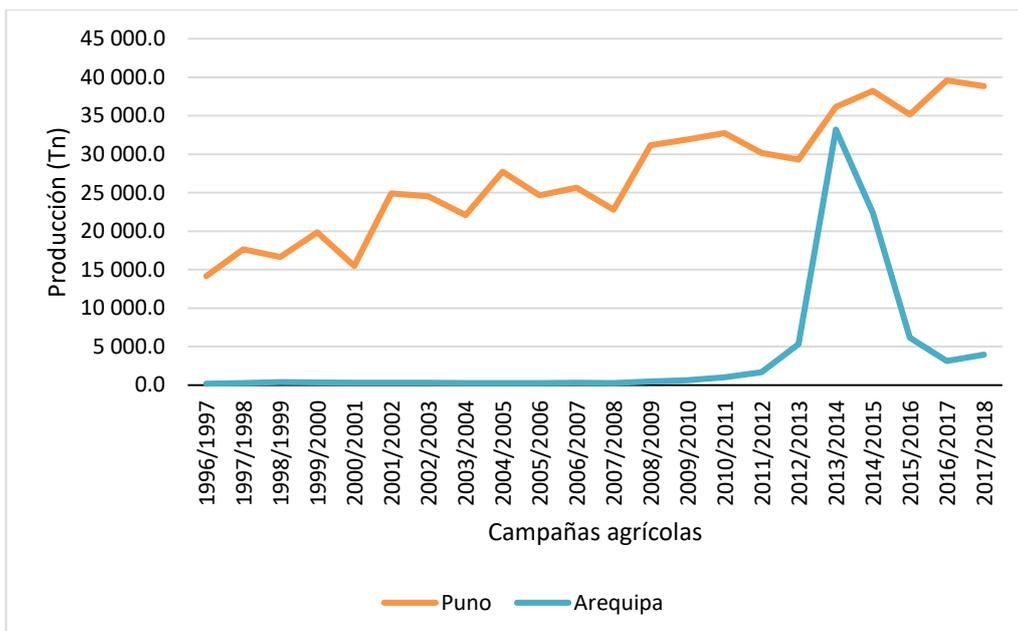


Figura 11: Producción de quinua en las regiones Puno y Arequipa, en las diferentes campañas agrícolas.

Fuente: Adaptado de (Dirección Regional de Agricultura, 2021; DRA, 2021).

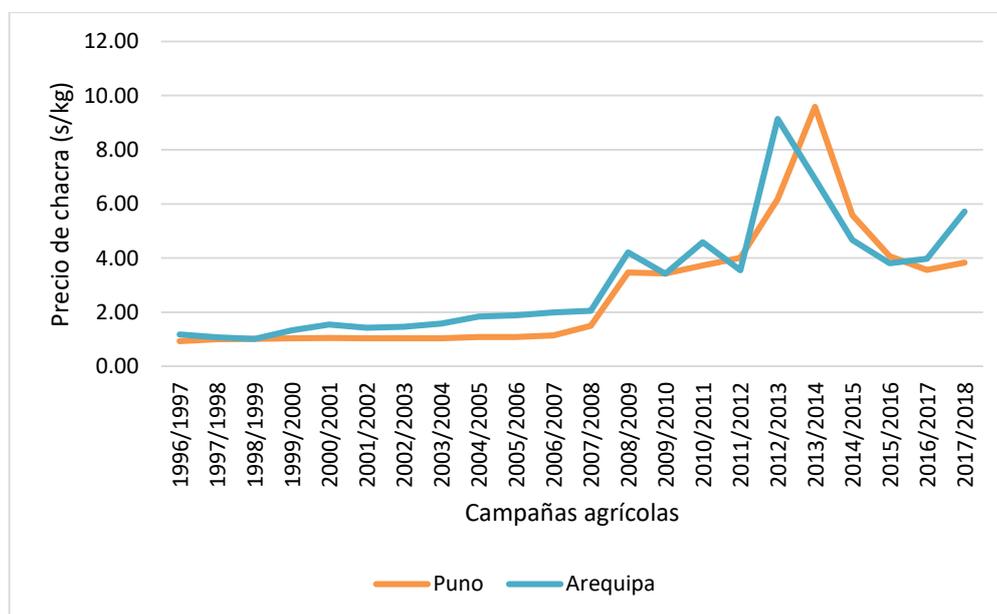


Figura 12: Precio de chacra (S/. Kg) de la quinua en la región Puno y región Arequipa.

Fuente: Adaptado de (Dirección Regional de Agricultura, 2021; DRA, 2021).

La región Puno, que se representa en la figura 13, según datos del Minagri alcanzó 42.5 por ciento de la producción nacional, liderando el año 2020 con 39 mil 600 toneladas, seguida por Ayacucho con 18 por ciento que representa 23.1 mil toneladas, y Apurímac con 12.9 por ciento de la producción cultivada de quinua con 11 mil 900 toneladas.

Los sistemas de mayor productividad (Pinedo et al., 2018) son el orgánico, mixto y el convencional, que en algunos casos superan las 3 Tm/ha con ingresos mensuales que oscilan entre 299.10 y 1,496.71 dólares; mientras en el sistema tradicional, la productividad no alcanza una tonelada, lo que reduce el ingreso mensual; Pinedo et al., (2018), en su trabajo *Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*, que encuestó a 92 productores de quinua en los distritos de Ayacucho represento estos resultados en la figura 14: Índice de sustentabilidad general (ISG) de los sistemas de producción de quinua.

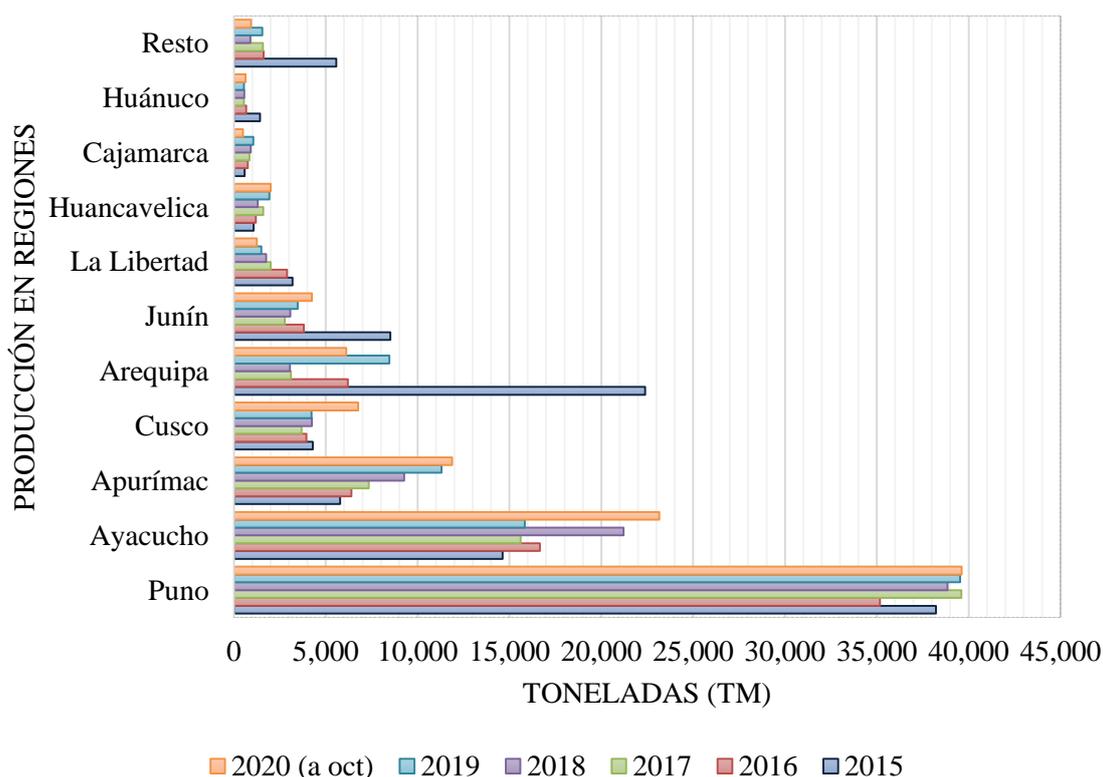


Figura 13: Producción Regional de la Quinua (Tm): campañas agrícolas 2015-2020

Fuente: Adaptado y recuperado de *Sierra y selva exportadora* (2021). Análisis de mercado 2015-2020, quinua.

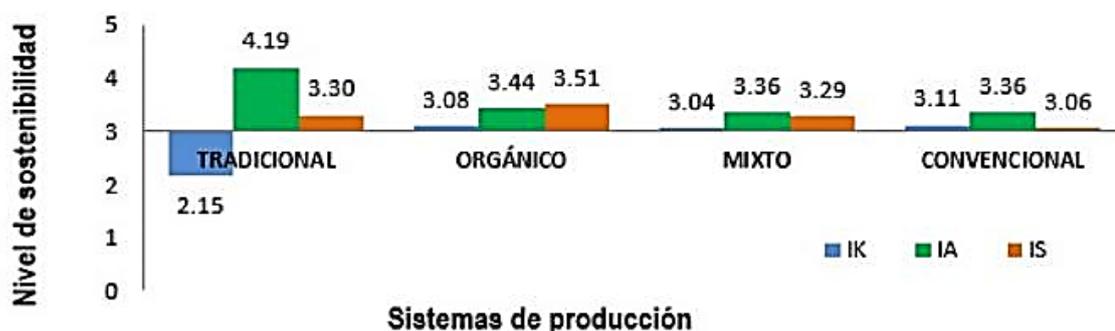


Figura 6. Indicadores de sustentabilidad económica (IK) ambiental (IA) y social (IS) en sistemas de producción de quinua.

Figura 14: Índice de sustentabilidad general (ISG) de los sistemas de producción de quinua.

Fuente: (Pinedo et al., 2018).

2.7 INSUFLADO (EXPANDIDO) DE QUINUA

El proceso de inflado por cañón expansor es un proceso conocido y ampliamente utilizado para hacer snacks, que consta de la liberación repentina de vapor sobrecalentado acumulado. El cambio de la presión da como resultado la expansión de la matriz y la formación de una estructura porosa (Hui & Ozgul Evranuz, 2016, como se citó en Zapana et al., 2019). Según la NTP 011.459 (INACAL, 2016), se menciona que el insuflado es la operación física (proceso de expansión) mediante el incremento de temperatura y presión controlada, con el objetivo de expandir los granos procesados. Cuyos requisitos físico químico de expandido de quinua está en la Tabla 5 y los requisitos microbiológicos de expandido de quinua en la Tabla 6.

Los cereales en copos o expandidos son alimentos preparados con granos limpios, con remoción de su cascarilla o perigonio por medios mecánicos de fricción (Alexandra, Restrepo & Martínez, 2005); por lo tanto, el insuflado fue el resultado de las partículas que se hincharon repentinamente debido a la exposición a altas temperaturas y una intensa compresión (Meyhuay & FAO, 2013). Esto se obtiene de la quinua perlada, aunque también se puede obtener de la quinua natural.

Tabla 5: Requisitos en análisis físico químico de insuflado de *Chenopodium Quinoa*

Requisitos	Unidad	Valores		método de ensayo
		mínimo	máximo	
Humedad	%		8.5	AOAC 945.15
Proteína	%	4.5		ISO 1871, AOAC 992.23
Cenizas	%		1.2	ISO 2171, AOAC 923.03
Grasa	%		2.5	AOAC 945.38

Fuente: (INACAL, 2016). NTP. Granos andinos. Expandidos de quinua. Requisitos.

Tabla 6: Requisitos en análisis microbiológicos de insuflado de *Chenopodium Quinoa*

Carga microbiana	Categ oría	Clas e	N	C	Límite por g		Método de ensayo
					m	M	
Mesophilic aerobes (cfu / g)	3	3	5	1	10	10	AOAC 990.12
Mohos (ufc/g)	2	3	5	2	10	10	ISO 21527, AOAC 997.02
Coliformes (NMP/g)	5	3	5	2	10	10	ISO 4831
Bacillus cereus (ufc/g)	8	3	5	1	10	10	AOAC 980.31
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25g	...	ISO 6579, AOAC 978.24

Fuente: (INACAL, 2016). NTP. Granos andinos. Expandidos de quinua. Requisitos.

Para terminar esta sección, Menacho, Dueñas, Peñas, Frias y Villaluenga (2018) demostraron que, a pesar de la degradación de contenido de aminoácidos esenciales (EAA), se observó que “la composición de aminoácidos de proteínas era de calidad adecuada [...] inflar granos de kiwicha y quinua es un método de procesamiento alternativo para obtener productos expandidos o harinas precocidas de valor nutricional adecuado”.

2.7.1 PROCESO DE EXPANSIÓN

Según Alexandra et al. (2005), del grano perlado es posible obtener harina, hojuelas, extruidos, expandidos y granola. Paucar Mejía (2012) menciona que se debe someter a un tratamiento previo de perlado. En el caso del arroz, el grado de perlado debe ser alto; en trigo o maíz este grado es más ligero, con objeto de que mantenga la mayor parte de la piel, para que el calor y el vapor penetren en el interior del grano, pero manteniendo la fibra muy apreciada por el consumidor.

Durante el inflado por explosión a una presión elevada y en una corriente de vapor sobrecalentado (Sullivan, Konstance, Aceto, Heiland & Craig, 1977), el agua dentro de las piezas parcialmente secas se lleva rápidamente a una temperatura por encima de su punto de ebullición atmosférico (García, 2014); de ahí el cereal ingresa a una cámara presurizada, que se conoce como “expansores batch de acero”, donde se eleva la temperatura a unos 210 grados Celsius a razón de la vaporización a elevada presión. En el proceso de expansión, existe la pérdida de humedad por cambio de fase de agua libre a vapor del cereal por aplicación de calor externo dentro del expansor (Singh & Heldman, 2009). La aportación de energía térmica (en forma de calor latente) produce un cambio de fase del agua que pasa del estado líquido al estado vapor, donde se evidencia una relación entre la presión, la temperatura y la entalpía del agua; estos modificarán evidentemente las características del insuflado. El principio es una explosión de vapor interna de partículas (Chancavilca, 2013). En otras palabras, en este proceso, el agua (estado gaseoso) contenida en las partículas se difunde y expande, provocando que la presión caiga repentinamente y las partículas se agranden. El producto llega a ser menos húmedo y más poroso que el original. También se menciona que la estructura y la textura de los granos cambian con una liberación repentina de la presión interna y el vapor de agua (Lee, Kim, Suh, & Ryu, 2019).

Para mejor control de parámetros en expandidos, Lovatón (1999) nos aclara que:

1. La humedad (inicial de ingreso del producto o muestra) se destaca porque nos indica la cantidad de pérdida de vapor de agua que sufrirá en el proceso y la humedad final que tendrá al inflar el cereal.

2. La temperatura, para un proceso discontinuo (batch), se relaciona con la presión porque tiene una influencia directa con la temperatura; controlando la presión del proceso de expansión se controla la temperatura, puesto que el proceso es a un volumen de carga constante.
3. La presión permite que la humedad restante en el producto alcance una temperatura por encima de la presión atmosférica por calentamiento.

En el caso de quinua expandida existe en el Perú una NTP 011.459, que en términos generales explica el proceso de insuflado de quinua que se aprecia en la Figura 15.

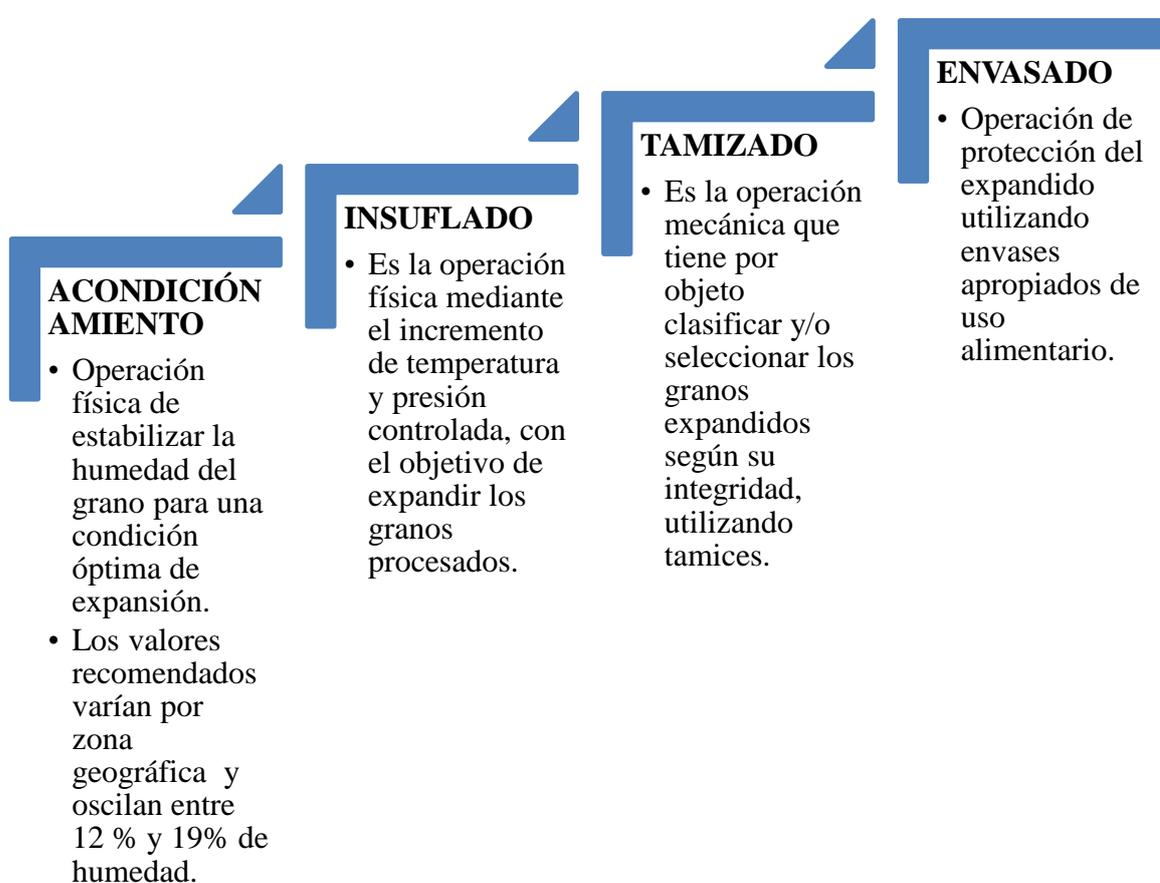


Figura 15: Definiciones relativas al proceso de elaboración de expandidos.

Fuente: Adaptado de NTP 011.459, (INACAL, 2016).

Según la NTP 011.459 (INACAL, 2016), se indica que el insuflado es la operación física (proceso de expansión) mediante el incremento de temperatura y presión controlada, con el objetivo de expandir los granos procesados. Por ejemplo, Hoke, Hous y Gabrovska (2007) dicen: se obtuvo una cebada desnuda expandida de calidad a la temperatura de funcionamiento de 550 ° C y una presión de 0,9 a 1,0 MPa con un contenido de humedad de la carga de alrededor del 16,5 por ciento”. Otro ejemplo: en la cañihua, según Mercado, Portocarrero, Mayta y Yucra (2010), se calentó bajo presión hasta alcanzar el nivel necesario de presión (120, 140 y 160 Lbf pulg⁻²), luego se abrió la tapa del cañón que provoca una caída de presión y las partículas explotan. Por otro lado, Oscco Quispe (2013) trabajó con valores de humedad en el expansor de 25 por ciento - 30 por ciento y 1300 g – 1500 g de carga de maíz; y 160 psig – 180 psig de presión al equipo, siendo los valores óptimos de las variables de entrada y salida, en el proceso de expansión del maíz amarillo, los siguientes: presión 160 (Psi), humedad (30 por ciento) y cantidad Bach (1.5 kg). En cambio, para Lee et al. (2019), el contenido de humedad de los insuflados de arroz y avena estaba en el rango de 5 - 8 por ciento base seca (bs) y 6 - 10 por ciento bs, respectivamente, y el contenido de humedad en los productos inflados disminuyó con el aumento de la presión.

Respecto al índice de hinchado, o denominado índice de expansión, Hoke et al. (2007) afirman que es el índice de la densidad aparente de la materia prima y la densidad aparente del producto. Cuanto mayor es el índice de hinchado, mayor es el volumen de los granos hinchados. Hemos probado los siguientes parámetros que influyen potencialmente en el índice de hinchado: la masa de la carga introducida en el barril, la humedad de la carga, la temperatura del barril (la temperatura de funcionamiento), la presión de trabajo y la cantidad de agua añadida al barril después de cargarlo con la materia prima. También, en base a Ramirez Yupanqui (2012), quien estudió dos variedades de quinua expandida: Blanca de Juli y Pasankalla roja, se resalta que la variedad de quinua Pasankalla posee características morfológicas adecuadas para los procesos de expansión por explosión a comparación de la variedad Blanca de Juli. Asimismo, ambas son influenciadas por el calor y la presión en sus compuestos físicos y químicos. Por su parte, Zapana et al. (2019) indican que el proceso térmico con cañón expansor alcanzó la mayor expansión volumétrica de los granos de quinua recubiertos con

una película de quitosano, almidón de maíz y sorbitol. También menciona que los insuflados de quinua presentaron formas de prolato esferoide con tamaños que oscilaron entre 1.6 y 4.8 mm.

Por otro lado, la expansión de cereales actualmente es elaborada de manera artesanal y por batch, como se muestra en la Figura 16. Aún prevalece el uso de expansores de hierro fundido y tapa de plomo, y de equipos como se detalla en la imagen.

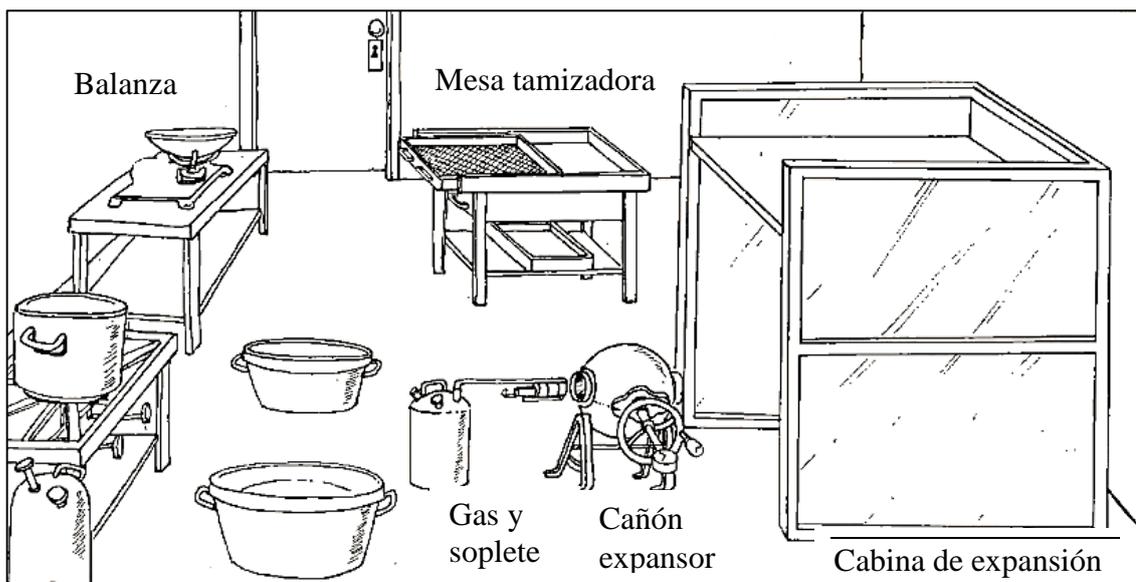


Figura 16: Equipos y materiales en un proceso tradicional por batch de expandido de cereales.

Fuente: Adaptado de Montero (1992). <<Serie de procesamiento de alimentos 3. Expandidos>>.

2.7.2 CAÑÓN EXPANSOR

Un expansor eléctrico es descrito por Hoke et al. (2007). La parte principal del aparato es su barril, un recipiente a presión horizontal que tiene un volumen de 30 litros. El barril está suspendido en un marco para que pueda girar y girar durante la operación. Este se calienta mediante un elemento eléctrico fijado al barril junto con un sensor de temperatura Pt100, cuya representación se observa en la Figura 17.

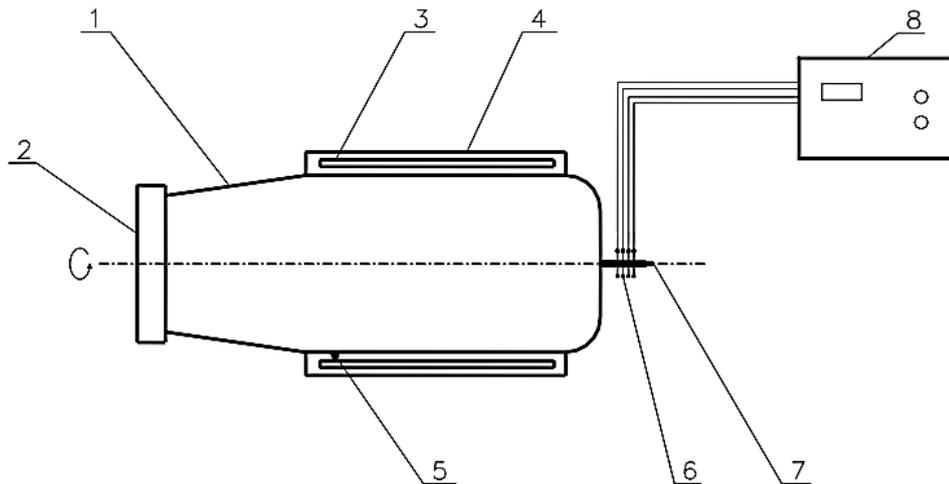


Figura 17: Dibujo esquemático del aparato de inflado.

Fuente: (Hoke et al., 2007)

Nota: 1 - Tambor giratorio, 2 - tapa, 3 - barras calefactoras, 4 - aislamiento, 5 - sensor de termómetro, 6 - colectores, 7 - sensor de presión y 8 - unidad de control).

Los materiales de su prototipo rediseñado (Mayta et al., 2010), representados en la Figura 18, constan de hierro fundido (2 medias tapas, 2 soportes laterales, volante), acero inoxidable 300 (tapa porta sello, horquilla con tuerca central, eje central roscado, eje lateral, palanca de ajuste de 5/8 pulgadas de diámetro, palanca de seguro de 1/2 pulgadas de diámetro), acero inoxidable 304-2b (cámara receptora), teflón para sellado hermético, que soporta temperaturas superiores a 300°C, y otros (manómetro con glicerina, fuente de suministro de calor a base de gas licuado de petróleo). Los accesorios están compuestos por una boquilla, válvula, manguera y regulador de gas. Respecto a la tapa para generar hermeticidad en el ajuste, se ha estado usando la tapa de plomo, un elemento tóxico. Por eso, para el uso de estos equipos es necesario el cambio de la tapa de plomo por una de resina termoestable.

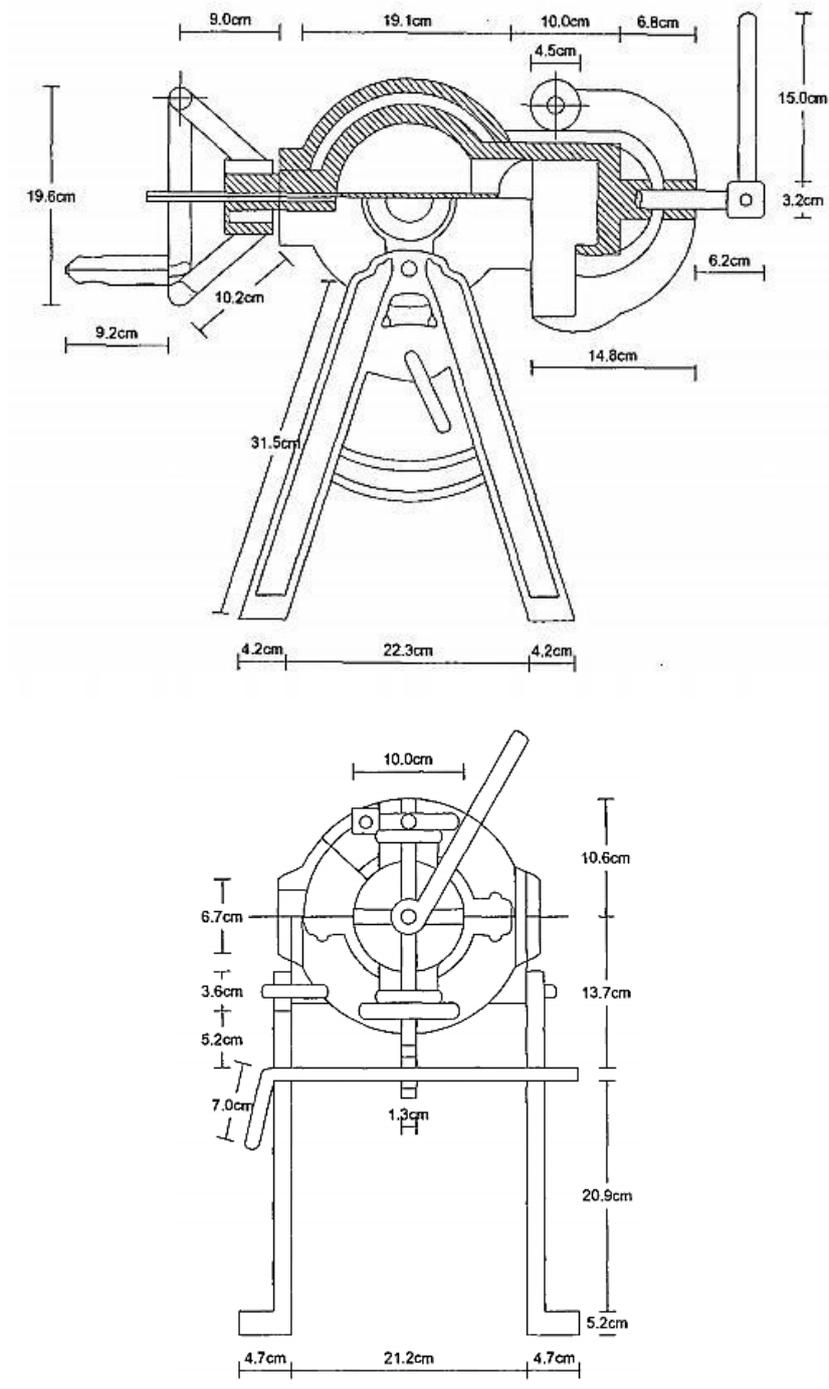


Figura 18: Equipo expensor de cereales y granos andinos.

Fuente: Tomado de Mayta et al. (2010). Superior: Plano de expensor vista frontal; inferior: plano expensor vista perfil.

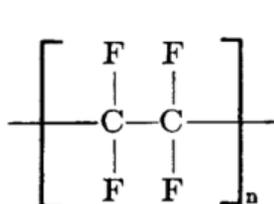
2.7.3 TEFLÓN

El tetrafluoroetileno (TFE), representado en la Figura 19, es un monómero a base de flúor, (Sergi, 2019) que pertenece a la familia de los fluorocarbonos. Tiene la fórmula química C_2F_4 , que es como etileno o eteno (C_2H_4 o H_2C doble enlace CH_2). TFE es el alqueno perfluorado más simple. En la industria, el TFE se utiliza principalmente en la preparación de polímeros, como el teflón, que es politetrafluoroetileno (PTFE). El teflón tiene un alto peso molecular, baja densidad de 2.1 a 2.2 g/cm^3 , más baja que el aluminio y tiene menor resistencia mecánica (Casaburi, Flamini, Lettieri, Therisod, & Stambullian, 2019).

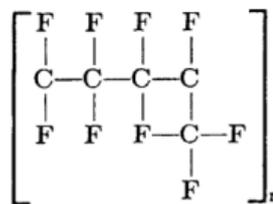
Tabla 7: Propiedades que no se ven afectadas por las condiciones de fabricación Politetrafluoroetileno

Mecánico	Eléctrico	Químico
1. Flexibilidad a bajas temperaturas.	1. Constante dieléctrica baja.	1. Insolubilidad.
2. Bajo coeficiente de fricción.	2. Factor de disipación bajo.	2. Resistencia química.
3. Estabilidad a altas temperaturas.	3. Alta resistencia al arco.	3. Resistencia a la intemperie.
	4. Resistividad de alto volumen.	4. Superficie de baja energía.
	5. Alta resistividad superficial.	5. No inflamabilidad.

Fuente: Rescatado de Ebnesajjad (2000). Propiedades de los homopolímeros de tetrafluoroetileno.



TFE (tetrafluoroethylene)



FEP (fluorinated ethylenepropylene)

Figura 19: Estructuras y nombres comerciales del teflón.

Fuente: (Harper & Petrie, 2003). Plastics materials and processes. A Concise Encyclopedia.

Según Jankowski y Tully (2013), la inhalación de gases fluorados presentes en el aire surgen como resultado del calentamiento del politetrafluoroetileno (PTFE), por encima de 240 ° C (464 ° F). A 240 ° C (464 ° F), el PTFE emite partículas tóxicas, mientras hay una descomposición significativa del compuesto a 340 ° C (680 ° F). Los vapores generados causan un síndrome similar a la influenza (fiebre por vapores de polímeros) o causan efectos tóxicos graves como edema pulmonar, neumonitis y muerte en el individuo expuesto (Son et al., 2006).

2.7.4 ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable es una aleación en base al Fe, que contiene por lo menos 10.5 por ciento de cromo y un máximo de 1.2 por ciento de carbono (Casaburi et al., 2019). El carbono, en pocas concentraciones, aporta fuerza y dureza, así como puede evitar la corrosión y la oxidación por procesos químicos (Rodríguez, Figueroa, & Prin, 2013). Los aceros inoxidables austenítico 304L y 316L contienen un porcentaje en masa de cromo entre 16 y 18 por ciento, 10 y 14 por ciento de níquel, y entre un 2 y 3 por ciento de molibdeno, entre los elementos más comunes. Las características las observamos en la Tabla 8: composición química acero inoxidable típica (por ciento en peso).

Tabla 8: Composición química acero inoxidable típica (% en peso).

N° AISI	303	304	304L	310	316	316L
Carbono	0.15 máx.	0.08 máx.	0.03 máx.	0.25 máx.	0.08 máx.	0.03 máx
Cromo	17.0-19.0	18.0-20.0	18.0-20.0	24.0-26.0	16.0-18.0	16.0-18.0
Níquel	8.0-10.0	8.0-11.0	8.0-12.0	19.00-22.0	10.0-14.0	12.0-16.0
Mangane so	2 máx.	2 máx.	2 máx.	2.0 máx.	2 máx.	2.0-3.0
Silicio	1 máx.	1 máx.	0.75 máx.	1.5 máx.	1 máx.	1 máx.
Fósforo	0.20 máx.	0.04máx.	0.04 máx.	0.045 máx.	0.04 máx.	0.04 máx.
Azufre	0.15 mín.	0.03 máx.	0.03 máx.	0.030 máx	0.03 máx.	0.03 máx.

<<Continuación>>

Otros	Mo. 0.6	Mo. 2-3	Mo. 2-3
Elemento	máx.		
s	Se 0.07		
	mín.		

Fuente: La Paloma Compañía de Metales S.A. de C.V. (2021).

El acero inoxidable AISI 304H es un metal empleado para procesos de elevada temperatura a 650 Celsius, por su alta resistencia a esfuerzos de deterioro como stress, fragilización por fase sigma, corrosión, cracking, creep, corrosión por ácidos poliónicos, etc. (Acevedo & Sáenz, 2018).

2.8 CONTAMINANTE Y CONTENIDO DE PLOMO

2.8.1 CONTAMINANTE

Sustancias que se agregan inadvertidamente a los alimentos y están presentes en los alimentos como resultado de la producción (incluidas las actividades realizadas en la agricultura, la ganadería, la medicina veterinaria), el procesamiento, la preparación, la manipulación, el envasado, el transporte o el almacenamiento. Este término no incluye restos de insectos, piel de roedores u otros cuerpos extraños (FAO & OMS, 2015).

El Nivel Máximo del Códex (NM) de contaminantes en alimentos o piensos es la concentración máxima de sustancias que la Comisión del Códex Alimentarius recomienda como legalmente permitida para sus productos (FAO & OMS, 2015).

2.8.2 CONTENIDO DE PLOMO

El plomo es un elemento natural que pertenece al grupo 4A de la tabla periódica y tiene un número atómico de 82 y una masa atómica de 207.2 g / mol. Es un metal blanco azulado plateado que se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre, aunque rara vez se encuentra naturalmente como metal. Presentes, por ejemplo, en baterías de almacenaje, soldaduras, aleaciones metálicas, plásticos,

vasos plomados, cristales de cerámica, pinturas residenciales, gasolinas y munición (Mendiola & Torres-canero, 2014).

El Nivel Máximo (NM) en cereales es 0.2 (mg/kg). Se puede visualizar mejor los límites máximos permisibles de concentración de metales pesados como el plomo en la Tabla 10 y 11 (FAO & OMS, 2015).

Tabla 9: Límites máximos permisibles de concentración de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo humano.

ALIMENTO	UNIDAD	Hg	As	Cd	Pb
Legumbres	mg/kg	Nnm	Nnm	0.1	0.2
Raíces y tubérculos	mg/kg	Nnm	Nnm	0.1	0.1
Fruta en conserva (producto tal como se consume)	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.1
Confituras (conservas de frutas) y jaleas	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	1
Hortalizas en conserva (productos tal como se consumen)	mg/kg	Nnm	Nnm	0.1	0.1
Aceitunas de mesa	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	1
Concentrado de tomates elaborados	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	1.5
Zumos (jugos) de fruta	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.03
Cereales	mg/kg	Nnm	0.2*	0.1**	0.2*
Carne de bovinos, porcinos y ovinos	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.1
Carne y grasa de aves de corral	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.1
Grasas y aceites comestibles	mg/kg	Nnm	0.1	Nnm	0.1
Leche	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.02
Productos lácteos secundarios	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.02
Pescado	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.3
Aguas minerales naturales	mg/kg	0.001	0.01	0.003	0.01
Sal, calidad alimentaria	mg/kg	0.1	0.5	0.5	2

<<Continuación>>

Vino	mg/kg	Nnm	Nnm	Nnm	0.2
------	-------	-----	-----	-----	-----

Nota: Nnm significa no tiene Límite Máximo (NM). *Aplica solamente a arroz pulido; no aplica a trigo sarraceno, cañihua y quinua. **Para otros cereales, no aplica a trigo sarraceno, quinua, cañihua y en arroz pulido es 0.4 mg/kg y para trigo 0.2 mg/kg

Fuente: Adaptado de (FAO & OMS, 2015)- CÓDEX STAN 1993-1995.

Según el CAC/RCP 56-2004, resumimos que el plomo es un metal pesado tóxico con numerosos usos industriales, pero sin beneficios nutricionales conocidos. La contaminación de los alimentos con plomo procede de numerosas fuentes, tales como el aire, suelo y el agua. Del mismo modo, puede producirse contaminación de los alimentos por plomo en la elaboración, manipulación y envasado de los productos alimenticios.

Tabla 10: Niveles máximos de plomo establecidos en el Reglamento (CE) N° 1881/2006. Productos alimenticios.

Productos alimenticios	NM (mg / kg de peso húmedo)
Leche cruda, leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0.02
Fórmula infantil y fórmula de continuación	0.02
Carne (excepto despojos) de bovinos, ovinos, porcinos y aves de corral	0.10
Despojos de bovinos, ovinos, porcinos y aves de corral	0.50
Carne de pescado	0.30
Crustáceos, excepto la carne marrón de cangrejo y excluida la carne de cabeza y tórax de langosta y grandes crustáceos similares	0.50
Moluscos bivalvos	1.50
Cefalópodos (sin vísceras)	1.00

<<Continuación>>

Cereales, legumbres y leguminosas	0.20
Hortalizas, excepto hortalizas de brassica, hortalizas de hoja, hierbas frescas y hongos. Para las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas.	0.10
Brassica, hortalizas de hoja y los siguientes hongos: Agaricus bisporus (hongo común), Pleurotus ostreatus (hongo ostra), Lentinula edodes (hongo shiitake)	0.30
Fruta, excepto bayas y frutas pequeñas	0.10
Bayas y frutos pequeños	0.20
Grasas y aceites, incluida la grasa láctea	0.10
Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas	0.05
Vino (incluido el vino espumoso, excluido el vino de licor), sidra, perada y vino de frutas	0.20
Vino aromatizado, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles de productos vitivinícolas aromatizados	0.20
Suplementos alimenticios	3.00

Fuente: Adaptado y traducido (Union European, 2017)

Se debe considerar que las prácticas de cultivo (Yulieth C. Reyes & González, 2016) utilizan comúnmente abonos orgánicos, agroquímicos y plaguicidas en gran cantidad y se ha determinado que la aplicación de fungicidas, pesticidas y fertilizantes presentan sobredosificación en cantidad y frecuencia de aplicación que incrementan la probabilidad de presencia de metales pesados en suelos agua y alimentos. También el plomo tiene la capacidad de bioacumularse (Rubio et al., 2004), por lo que su concentración en plantas y animales se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria.

Tabla 11: Concentración de plomo en producto agrícolas.

Alimento	Contenido en plomo (ug/kg)
Champiñón	1.28
Harina (trigo)	213
Papa	5500
Haba	12240
Cebolla	600-25400
Alfalfa	600-25400
Maíz	600-25400
Cereales	1400

Fuente: (Rubio et al., 2004)

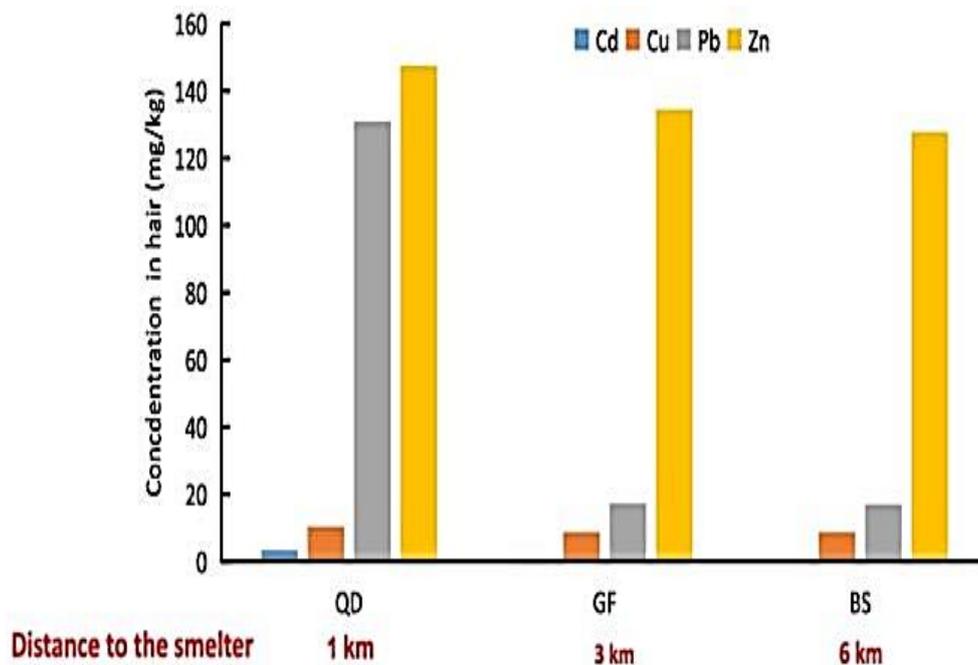


Figura 20: La contaminación como causa del aumento de plomo (Pb) en grano de trigo y cuero cabelludo.

Fuente: Liping et al. (2019). <<Lead smelting effects heavy metal concentrations in soils, wheat, and potentially humans>>.

2.8.3 TOXICOCINÉTICA DEL PLOMO

El plomo es reconocido mundialmente como un metal venenoso (Korn et al., 2006). Por lo tanto, la determinación de este elemento a menudo se requiere en muestras ambientales, biológicas, alimentarias y geológicas. Menciona en referencia Yulieth C. Reyes y González (2016) que en cultivos expuestos al aire libre se encuentran bajas concentraciones de As, Cd, Cu, Hg y Zn, pero con elevadas concentraciones de Pb, siendo la deposición atmosférica la principal causa de esta contaminación. Mientras que, en cultivos en condiciones de invernadero, las concentraciones son bajas. La presencia de actividades industriales en las vecindades de las zonas de cultivo influye en la presencia de altas concentraciones de Cu y Zn.

El Cd, Ni y Pb, explican Amari, Ghnaya y Abdelly (2017), son absorbidos por las plantas a través del sistema de raíces y en cantidades menores mediante las hojas. En las plantas pueden acumularse dentro de las raíces, pero una parte de ellas se traslada a los brotes. Ni, Cd y Pb pueden dañar directa y/o indirectamente varios procesos fisiológicos/bioquímicos. Por ejemplo, García-Gallegos, Hernández-Acosta, García-Nieto y Acevedo-Sandoval (2010) hicieron un experimento en invernadero que se estableció para determinar la concentración de plomo (Pb) en suelo, raíz y parte aérea de haba y avena. Se calculó el factor de bioconcentración y traslocación en las dos especies. Se probaron 50, 100 y 150 mg·Pb·kg⁻¹ de suelo, incluyendo un control, resultando en que las plantas de haba y avena absorbieron un total de 55 mg·kg⁻¹ y 45.3 mg·kg⁻¹, respectivamente, las cuales se consideran tóxicas para plantas cultivadas. También afirman Sánchez Rodríguez y Rengifo Trigozo (2017) que se pudo demostrar que la concentración de cadmio y plomo en almendras depende de la concentración de estos metales en las hojas. En la Figura 21 se observan los efectos directos del cadmio (Cd), níquel (Ni) y plomo (Pb) en la planta.

Según Bradl, Kim, Kramar y StÜben (2005), el Pb inorgánico se inhala e ingiere principalmente y no sufre transformación biológica, mientras que el Pb orgánico como el tetraetil Pb (que se utiliza como agente antidetonante en la gasolina) ingresa al cuerpo por contacto con la piel e inhalación y se metaboliza en el hígado.

Por ejemplo, Aranguren Zuleta, Burguera, Burguera y Montilla (2003) aluden que se extrajo muestras de sangre y orina a siete trabajadores de una gasolinera en Trujillo (Venezuela). Sus resultados analizados señalan que la cantidad (mg/L) de plomo en sangre promedio de la Estación es de 179.71 mg/L y la concentración plomo en orina es de 36.00 ± 8 mg/L.

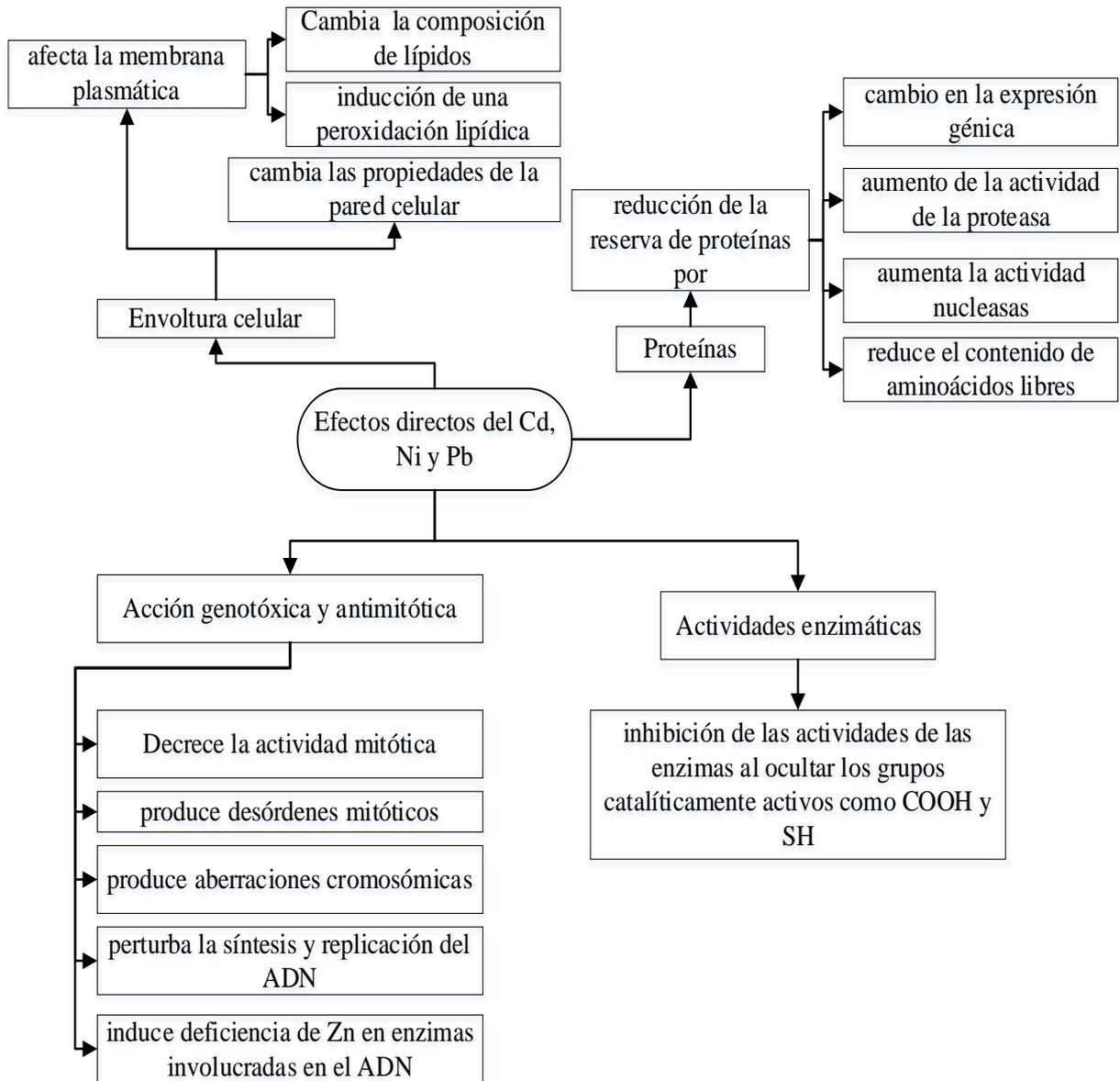


Figura 21: Los efectos directos del cadmio (Cd), níquel (Ni) y plomo (Pb) en la planta.

Fuente: Amari et al. (2017)

El nivel "aceptable" de plomo en sangre total se define como la concentración por encima de la cual afecta negativamente a la salud humana. Este nivel "aceptable" para niños y adultos ha variado de 80 mg pb/dL de sangre, respaldado en 1970, reduciéndose a 40 mg pb/dL (1972), asumido por el comité sobre los efectos médicos y biológicos de los contaminantes del aire y los 25 mg/dL (Centro para el Control de Enfermedades de EE. UU., 1985) hasta los 10 mg pb/dL de sangre total sugeridos por este organismo 6 años después (Centros de Estados Unidos para el Control de Enfermedades, 1991), (Aranguren Zuleta et al., 2003).

En los consumidores adultos promedio, la exposición al plomo en la dieta varía de 0.36 a 1.24, hasta 2.43 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal (p.c.) por día en los consumidores adultos mayores de Europa. La exposición de los lactantes oscila entre 0.21 y 0.94 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal por día, y en niños, de 0.80 a 3.10 (consumidores promedio), hasta 5.51 (consumidores altos) $\mu\text{g} / \text{kg p.v.}$ por día (EFSA, 2010).

Igualmente, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, mediante el Panel de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (CONTAM), concluyó que la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) actual de 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal ya no es apropiada porque no hay evidencia de un umbral para los efectos críticos inducidos por el plomo (EFSA, 2010).

La presencia de metales pesados en el ambiente y los alimentos pueden desencadenar diversas intoxicaciones, causando daños irreparables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte (Londoño Franco et al., 2016). Ya fue explicado por (Rubio et al., 2004) que el plomo puede penetrar en el organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y cutánea, siendo esta última de escasa entidad. El plomo que atraviesa la piel pasa a través de los folículos pilosos y glándulas sebáceas y sudoríparas directamente al torrente circulatorio. En la especie humana, la absorción de plomo por vía inhalatoria es mínima en comparación con la vía digestiva.

Tras ser absorbido, el plomo en el organismo sigue un modelo tricompartmental (Rubio et al., 2004):

- El sanguíneo (el 2 por ciento del contenido total, cuya vida media es de 36 ± 5 días).
- El de los tejidos blandos (cuya vida media es algo más prolongada).
- El óseo (que representa el 90 por ciento del contenido total con una vida media entre 10 y 28 años).

Los niños menores de 6 años se ven especialmente afectados por la intoxicación por Pb, y hasta ahora no se ha encontrado un nivel seguro (Bradl et al., 2005). En un paciente con intoxicación por plomo, con niveles séricos moderados o altos y debilidad, el diagnóstico diferencial debe ser amplio y considerar causas neurológicas y musculares (Becerra et al., 2016). La intoxicación aguda se acompaña de alteraciones digestivas, dolores epigástricos y abdominales, vómitos, alteraciones renales y hepáticas, convulsión y coma. En tanto, la intoxicación crónica puede implicar neuropatías, debilidad y dolor muscular, fatiga, cefalea, alteraciones del comportamiento y renales, aminoaciduria, glucosuria, nefritis crónica, encefalopatía, irritabilidad, temblor, alucinaciones con pérdida de memoria, cólicos y alteraciones hepáticas, entre otros (Heredia, 2017).

La exposición a múltiples sustancias químicas (Mendiola & Torres-cantero, 2014), incluyendo metales pesados y plaguicidas, se ha relacionado con efectos adversos sobre la función reproductiva masculina. Por tanto, en animales, describe Meligy, Waheed y El-bahr (2019), las concentraciones plasmáticas y séricas relativamente mayores de As, Cd y Pb se asocian con valores menores para las variables de calidad del semen y la infertilidad en los dromedarios.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El lugar donde se realizó el perlado de quinua y expansión de quinua por cañón expansor fue ejecutado en el distrito de Cabana, en la planta procesadora de granos andinos Coopain Cabana Ltda., que accedió a facilitarnos quinua orgánica, información y la ejecución de la investigación. Cabana está ubicado a unos 30 km de la ciudad de Juliaca de la región de Puno.

3.1.2. MATERIA PRIMA

El presente trabajo de investigación tiene como muestras las variedades de quinua orgánica (negra collana, pasankalla roja y kancolla) de productores del distrito de Cabana, que fueron adquiridos a la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda., dicha empresa trabaja desde el 2011 con producción orgánica de quinua, cañihua y papa; y además cuenta con certificación de campo (cultivo), planta (proceso) y comercialización (exportación) que lo realizan cada campaña agrícola.

3.1.3. EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales y equipos utilizados se apuntan a continuación:

- Escarificadora y pulidora de granos (Planta Coopain Cabana)
- Zarandas de 1.2 a 2.1 mm
- Caja plástica container 31.5x19.5x14 cm

- Cañón expansor de cereales capacidad 1 kg x Bach (Acero inoxidable y tapa teflón).
- Gas y soplete para gas.
- Guantes para horno (aislante de calor).
- Bolsas cierre hermético ziploc.
- Vernier digital, balanza analítica y cronómetro digital.
- Analizador de humedad o estufa (XM60, marca precisa).
- Cámara fotográfica de celular (Samsung J7).
- Espectroscopio de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) – Horiba expert

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En una investigación experimental consiste en someter un objeto en estudio a la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que la variable produce en el objeto.

Para que una investigación sea experimental (un experimento), Hernández, Fernández, y Baptista (2014) nos explican que la variable independiente se manipula X tratamientos con distintos niveles de variación y la variable dependiente por ser un cuantificable se mide.

3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

En la figura 22: diagrama de flujo aplicado para obtención de quinua expandida o insuflada. Se describe y luego se detalla el proceso de obtención de quinua expandido de quinua y en la Figura 23 se explica el diagrama de flujo experimental, los parámetros (humedad y presión) y los análisis que guiaron este trabajo de tesis.

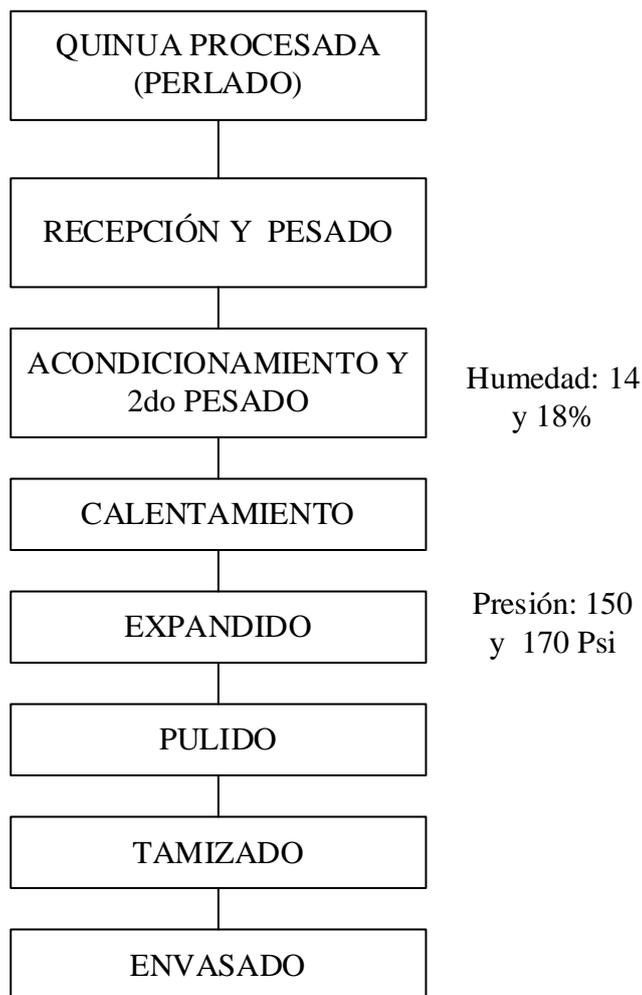


Figura 22: Diagrama de flujo aplicado para obtención de quinua expandida o insuflada.

El procedimiento que se siguió en este trabajo se describe a continuación:

A. Diagrama de flujo de proceso y flujo experimental

Para la obtención de expandido se llevó a cabo operaciones detalladas en la Figura 22: diagrama de flujo aplicado para obtención de quinua expandida o insuflada, y en la Figura 23 se muestra el diagrama de flujo experimental para el análisis del contenido de plomo en insuflados de quinua. Los procesos lo describiremos a continuación:

- 1. Recepción y pesado:** Se recibe la quinua y se mide la humedad inicial del grano para saber cuánto de agua se debe agregar para llegar a la humedad requerida (se usa un analizador de humedad o termobalanza), luego se hace el pesado de 1000 gramos, que es la capacidad del expansor con el que se trabaja.
- 2. Acondicionamiento y 2do pesado:** Consiste en añadir el agua necesaria para llegar a la humedad con el que se desea trabajar (14 por ciento y 18 por ciento, según el tratamiento T1, T2 y T3, T4 respectivamente), se usa un aspersor para la distribución homogénea de agua y luego se deja reposar dentro de bolsas herméticas para su correcta absorción homogénea de la humedad (según el procedimiento del anexo 4: prueba de humidificación de la quinua), se vuelve a pesar la cantidad de quinua según capacidad batch de expansor. En nuestro caso, 1000 gramos y sellados en una bolsa de polietileno, de ser necesario medir la humedad nuevamente con un analizador de humedad de granos.
- 3. Calentamiento:** Se hace con soplete a gas que entra la flama por el orificio del expansor (ver Figura 23: Cañón expansor utilizado para obtención de muestras de la investigación – instalaciones COOPAIN Cabana Ltda.), durante unos 12 minutos dando movimientos giratorios al expansor, ya sea a motor o manualmente para homogenizar el calor en las paredes de nuestro

expansor con la tapa ligeramente cerrada, cuando el cañón expansor esté caliente se alimentará con la materia prima.

4. **Expandido:** Una vez alimentado con la quinua con humedades acondicionadas de 14 por ciento y 18 por ciento, según sea el parámetro usado y dando rotación al armazón o cámara interno giratorio. Se espera hasta la presión requerida 150 Psi y 170 Psi según sea la variedad de quinua y el parámetro o tratamiento para luego hacer la descompresión, y que los granos salgan bruscamente por la explosión e hinchados por la pérdida brusca de humedad en un ambiente acondicionado para evitar pérdidas másicas.
5. **Pulido:** esta operación se realiza porque aún queda cascarilla o perigonio adherida en la quinua pop que no se desprendió totalmente, y se hace generalmente en una pulidora de quinua expandida o una escarificadora graduando los rodamientos de la fricción y el tamaño de malla.
6. **Tamizado:** es la selección homogénea de gránulos de expandido que se puede realizar con zarandas milimétricas, acoplando mallas en la misma pulidora o escarificadora para separar los granos por tamaños, descartándose así los expandidos que pudieran tener defectos (materia residual, quebrados, polvillo, menor tamaño u otros).
7. **Envasado:** se realiza en bolsas de polietileno de alta densidad y herméticas selladas con una selladora manual rotuladas e identificables.

DIAGRAMA EXPERIMENTAL DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

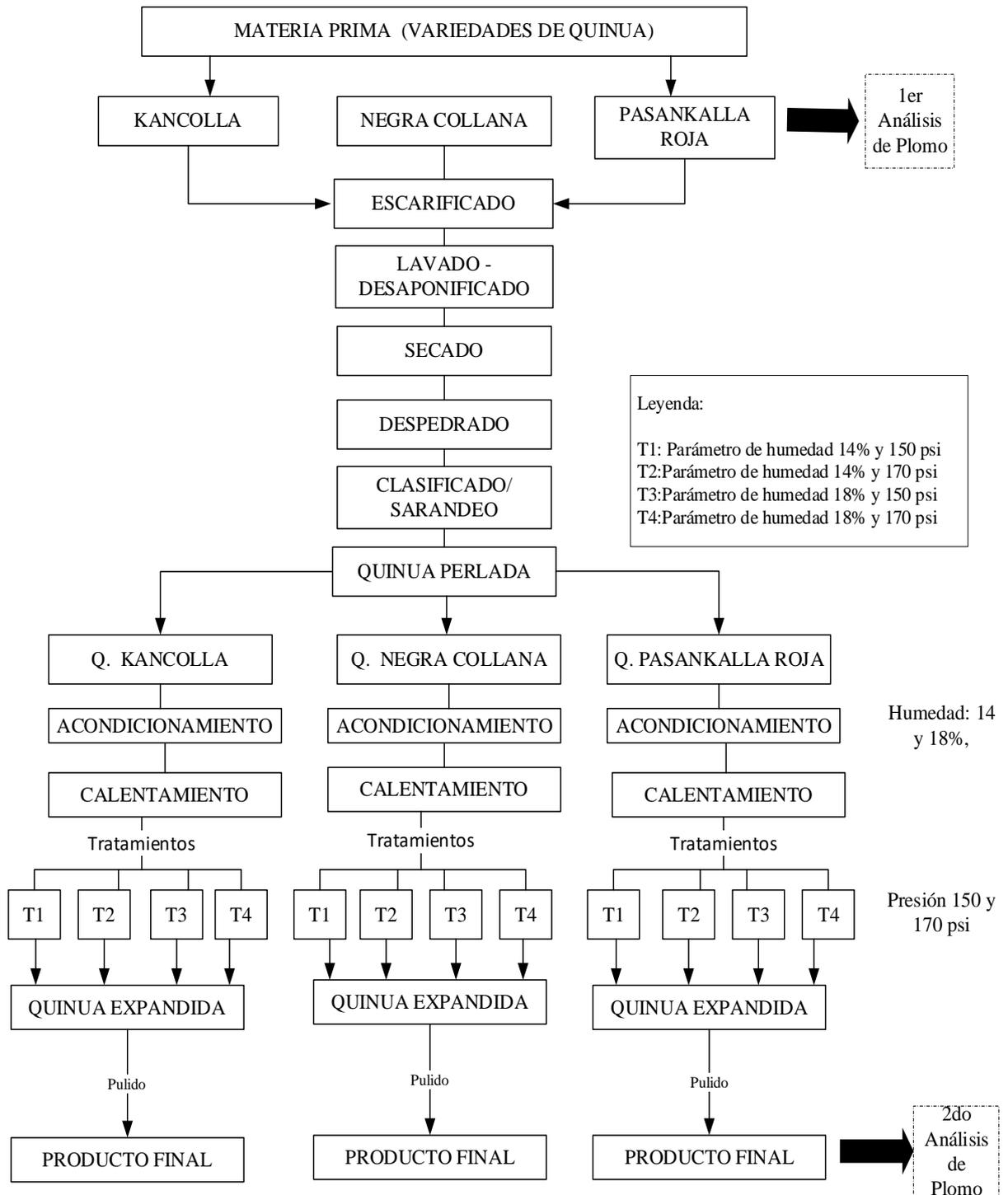


Figura 23: Se muestra el diagrama de flujo experimental para el análisis del contenido de plomo en insuflados de quinua.

B. Preparación de la muestra

Los granos de quinua fueron comprados a la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda. Las variedades son Kancolla, Negra collana y Pasankalla roja. Todas estas quinuas son orgánicas y con descartes de aplicación de pesticidas, según el control interno de Coopain Cabana Ltda.; además, por cada variedad se compró 25 kg y otra cantidad de quinua que sirvió para inducir y realizar pruebas preliminares de inducción.

Con la preparación de la quinua para el proceso de expandido nos referimos a que la quinua grano (semilla o quinua trillada) de tipo orgánico sin remoción de su cascarilla ni de sus compuestos tóxicos como la saponina, pasan a un proceso de desaponificado (escarificado o pelado por fricción), lavado (en tanques o por vapor), secado y selección de impurezas (ya sean orgánicos: eses de roedores que aún persisten, pajillas u otras semillas o pueden ser inorgánicos: polvillo, cuarzo o piedrecillas) para llegar a obtener una quinua perlada que no contenga saponina y que su dura cáscara sea permeable a la hidratación.

C. Acondicionamiento y proceso de insuflado de la quinua

Con el acondicionamiento nos referimos al tratamiento de condiciones y/o parámetros, a los cuales hay que preparar la quinua perlada para su proceso de obtención de quinua expandida (insuflada). Estos parámetros son la humedad del grano a ingresar en el cañón expansor y la presión de salida del expansor, como se visualiza en el anexo 1. En esta investigación, la quinua es hidratada a parámetros de 14 y 18 por ciento de humedad de grano (para ello se utilizó equipos de la Cooperativa Agroindustrial Cabana, Figura 20, una termobalanza o analizador de humedad y analizador de humedad portátiles) y con presiones de (150 y 170 psi), las variaciones entre estos dos (humedad y presión de salida) son los tratamientos (T1 al T4) para cada variedad de quinua (Kancolla, Negra collana y Pasankalla roja) y uno de control sin tratamiento en cada variedad (T0) para hacer las comparaciones con los demás tratamientos y observar que el parámetro incide mejor en la reducción del Pb para evitar contaminantes en el experimento. Se evitó realizar el proceso de expandidos en un cañón expansor con tapa de plomo u otro

material que pudiera contaminar las muestras. Asimismo, se evitó trabajar con quinua convencional que pudiera tener trazas de pesticidas o de metales pesados como el plomo u otros. También se tuvo los cuidados en las BPM para que no influyan en el contenido de plomo a condiciones normales.



Figura 24: Analizador de humedad o termobalanza

Fuente: Equipo de la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda.

La capacidad del cañón expansor por explosión es de 1 kg por Bach. Y es calentado usando gas (GLP) con llama de combustión azul y tiene la característica de poseer una tapa teflón, y la parte que entra en contacto con el alimento es acero Inox. AISI 304. Además, se comprobó con la prueba de un imán de neodimio y presentando un ligero magnetismo, el cañón expansor se puede observar en la Figura 25: Cañón expansor utilizado para obtención de muestras de la investigación – instalaciones COOPAIN Cabana Ltda. Por otro lado, siguiendo la recomendación (Chancavilca, 2013), el sello de teflón es una alternativa de replazo en estos cañones de hierro fundido, pero deben ser utilizados en cañones de expandido nuevos. Este tipo de sello, además, genera ahorros, por su mayor tiempo de duración (aprox. 8 meses), por sus propiedades de hermeticidad, inerte, antiadherente y por su alta temperatura de fusión, en comparación con los sellos de plomo que semanalmente se tienen que llevar al tornero para fundir y recubrirlo, por el desgaste del trabajo constante, las altas presiones y temperaturas que soporta la tapa del expansor.

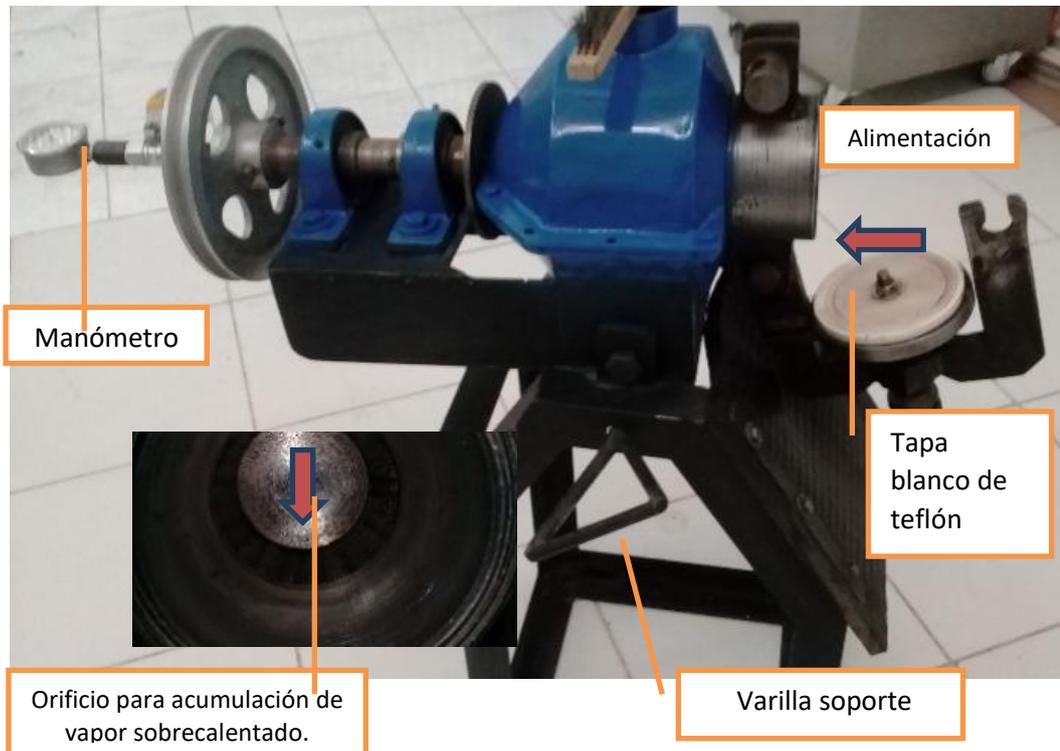
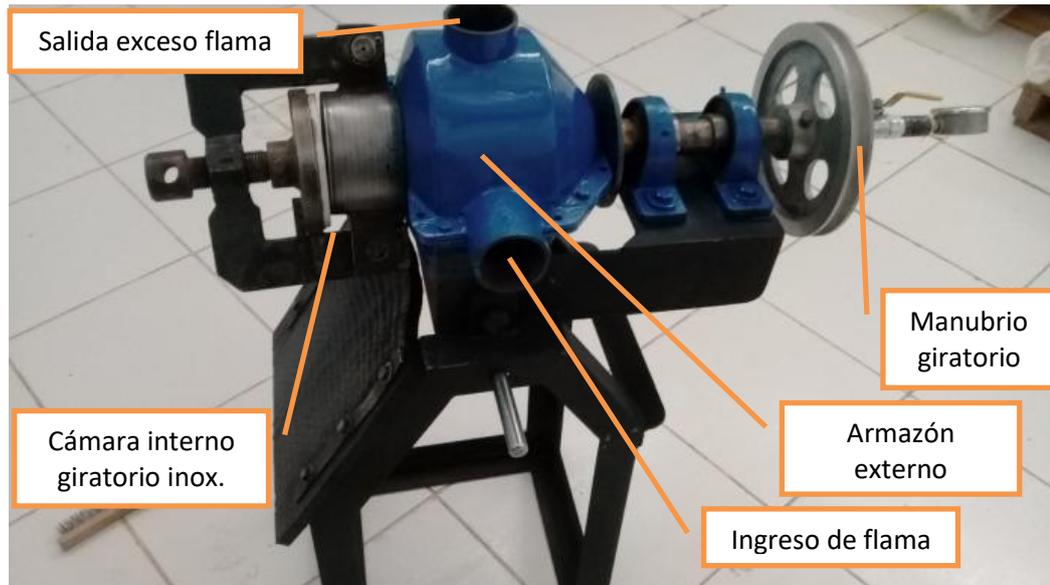


Figura 25: Cañón expansor utilizado para obtención de muestras de la investigación – instalaciones COOPAIN Cabana Ltda.

Fuente: Fotografía de Cañón expansor de prueba en instalaciones de Coopain Cabana Ltda.

Por cada tratamiento se hizo 5 explosiones con el cañón expansor, es decir 5 kg, esto con la finalidad de homogenizar las muestras y poder realizar un análisis del rendimiento. Una vez expandida la quinua de los diferentes tratamientos, se pasó a la operación de pulido por fricción y obtener expandidos con características en apariencia, color, textura y consistencia típicos a insuflados o pipocas.

Finalmente, una vez homogenizado se separó y rotuló con códigos las muestras de las variedades (Ejemplo: 14-170QB, significa humedad 14 por ciento, presión 170 psi y quinua blanca (QB) estudiada que es la T2) con la menor cantidad de aire en bolsas de polipropileno y llevadas posteriormente al laboratorio para su análisis respectivo.

D. Método de análisis

Los análisis físicos y químicos que se realizaron en este trabajo se describen a continuación.

1. Humedad

Realizado por un analizador de humedad (Termobalanza) de granos de laboratorio modelo XM60 marca precisa en planta Coopain Cabana Ltda. para acondicionamiento de granos de quinua a 14 por ciento y 18 por ciento de humedad para su expansión y en laboratorio de la humedad final de expandido según método NTP 205.002:1 979 (revisado el 2016), para observar si cumple con la normativa NTP 011.459 Granos Andinos. Expandidos de quinua requisitos.

2. Contenido de plomo

Se realizó análisis de metal pesado de los diferentes tratamientos con el método de espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP OES), se realizó la molienda de muestras y el método de digestión ácida con ataque de nítrico-perclórico 4:1, en la Universidad

Nacional Agraria de la Selva. Las imágenes están representadas en el anexo 2. Fotografías e imágenes del proceso de análisis de pb en las muestras.

Estos análisis refiere (Korn et al., 2006) son difíciles porque tales muestras contienen concentraciones relativamente bajas de plomo, que caen por debajo del límite de detección de las técnicas analíticas convencionales como la espectrometría de absorción atómica de llama y la espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente.

Sin embargo, detallamos la sensibilidad del equipo que está en el límite de detección para el análisis de Pb es 3.238 ug/kg (ppb) ó 0.003238 mg/kg (ppm), detallados en la Tabla 12.

Tabla 12: Parámetros de ICP OES en el análisis de plomo

Elemento	Longitud de onda de detección (nm)	Coefficiente de correlación (R2)	Límite de detección (µg/L)	Rango de linealidad (mg/L)
Pb	220.352	0.999617	3.238	Y=0.0001409x-0.02265

Fuente: Laboratorista del área ICP OES –UNAS - Miguel Sánchez Rodríguez

3. Complementario análisis proximal

Los análisis se hicieron según requerimientos de la NTP Granos andinos. Expandidos de quinua. Requisitos 011.459 (2016), que recomienda análisis físico químico en humedad, proteína, ceniza y grasa. En tal sentido se determinó el contenido proteico mediante el método Micro Kjeldahl (fases digestión, destilación y titulación.), (% N x factor 6.25), según cereales y menestras NTP 205-005 (1979) (Rev, 2011), cuya fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCL} \times \text{Meq del } N_2}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

Para calcular la cantidad de contenido de proteína bruta, se multiplica por el factor de 6.25.

Asimismo, se realizó un análisis proximal de manera complementaria para enriquecer el trabajo los siguientes puntos:

- Grasa: se utilizó el método gravimétrico según cereales y menestras NTP 205, 005 (1980) (Rev 2011)
- Cenizas: se utilizará el método gravimétrico según cereales y menestras NTP-004 (1979) (Rev, 2011)
- Humedad: Según NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016).

Los resultados de análisis de contenido de humedad, contenido de proteínas, ceniza y grasa están en el anexo 6: Resultado de análisis de laboratorio.

E. Análisis estadístico

Para este trabajo de investigación, los análisis de tratamientos (Pb) de los resultados se realizaron por triplicado, usando un DCA (diseño completamente al azar), con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar si existen diferencias significativas de los tratamientos en comparación con el tratamiento control (T0). Asimismo, se realizaron pruebas de comparación de Dunnett con un 95 por ciento de confianza ($p < 0.05$), a fin de precisar diferencias entre tratamientos. Los resultados de análisis estadísticos están en el anexo 7: análisis de los resultados de contenido de plomo en los tratamientos. También cabe mencionar que los análisis de resultado se realizaron con el software Excel versión 2016 y software Spss 22.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 HUMIDIFICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE GRANO DE QUINUA

Se aplicó el método de secado con una termobalanza y se midió la humedad inicial y a partir de eso se agrega un porcentaje de agua (gramos) a la quinua teniendo los datos para realizar una progresión lineal en Excel y aproximarnos a la humedad porcentual 14 y 18 que deseamos obtener, para ello se realizaron siete pruebas con peso constante de la muestra y el tiempo de hidratación por tres horas, en cada prueba con variación del porcentaje del agua agregado en relación al peso de muestra; además ya que se trabaja con granos de quinua y no otro grano que tenga características muy diferentes a esta (cañihua o trigo) se aplicó esta misma técnica para las tres variedades de quinua (kancolla, pasankalla y negra collana) en referencia a (Huamani, 2019) que también aplicó la misma metodología (técnica de aproximación de mínimos cuadrados) que seguimos para las tres variedades de quinua de este trabajo descritos en el anexo 4. Hidratación de los granos de quinua.

Las mediciones y la representación gráfica está en la Tabla 13: Relación de porcentaje de agua añadida y humedad de quinua y en Figura 26: Curva de absorción de agua de grano de quinua.

Tabla 13: Relación de porcentaje de agua añadida y humedad de quinua

Muestra (gramos)	Agua añadida (gramos)	Humedad (gr de agua/gr muestra seca)
100	0	9.8
100	2	11.36
100	4	12.89
100	6	14.46
100	8	16
100	10	17.51
100	12	19.1
100	14	20.8

Nota: La muestra fue analizada y validado con un analizador de humedad (termobalanza).

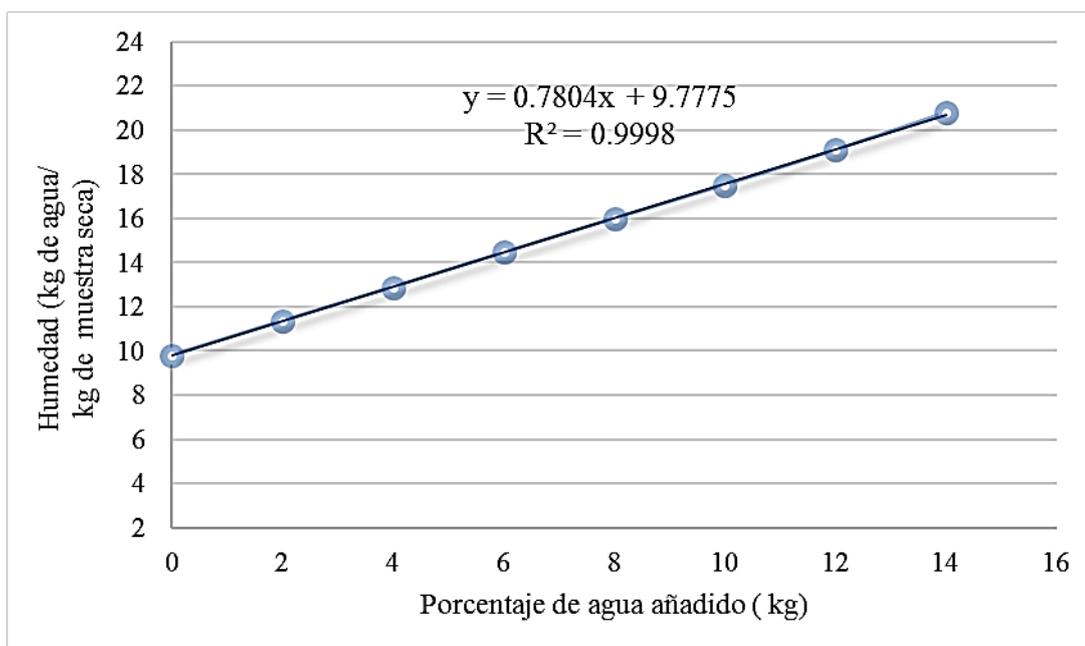


Figura 26: Curva de absorción de agua de grano de quinua.

Teniendo la ecuación:

$$y = a + bx$$

$$y = 9.7775 + 0.7804x$$

x = porcentaje de agua a añadir

y = porcentaje de humedad que se desea obtener

Despejando x de la fórmula:

$$x = \frac{y - a}{b}$$

Ejemplo: Tenemos quinua 1 kg con humedad de 9.8 por ciento, deseamos subirle el porcentaje de humedad a 14 por ciento ¿Qué porcentaje de agua debo agregar?

$$x = \frac{14\% - 9.7775}{0.7804} = 5.411\%$$

A la quinua le agregaremos el 5.411 por ciento de su peso (gramos), para nuestro ejemplo de 1 kg quinua le agregamos 0.05411 litros o 54.11 ml para llegar a una humedad calculado del 14 por ciento.

4.2 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE METAL PESADO (PLOMO) EN QUINUA GRANO Y QUINUA EXPANDIDO

Según los resultados de análisis y la prueba de Dunnett, se ha rechazado estadísticamente la hipótesis nula; la hipótesis nula $H_0: \mu_i = u_k$, que plantea que la media de cada una de los tratamientos es igual a la media del tratamiento control y que la hipótesis alterna $H_A: \mu_i \neq u_k$, plantea que por lo menos la media de un tratamiento es diferente a la media del tratamiento control. Trabajados a un nivel de significación de alfa 0.05 y el nivel de confianza correspondiente es del 95 por ciento. Además, se rechaza la hipótesis nula si la diferencia de la media de por lo menos uno de los tratamientos experimentales con el tratamiento control sea mayor que el parámetro de comparación de Dunnett. Ver anexo 7: Análisis de los resultados de contenido de plomo en los tratamientos, tabla 27: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua kancolla expandida, tabla 29: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua negra collana expandida y tabla 31: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua pasankalla roja expandida donde se ha rechazado estadísticamente la hipótesis nula en las tres variedades de quinua expandida con el que se trabaja (kancolla, negra collana y pasankalla roja) y se acepta la hipótesis alterna $H_A: \mu_i \neq u_k$.

4.2.1 Resultados de metal pesado (pb) en quinua kancolla expandida

Tabla 14: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad Kancolla a diferentes parámetros de insuflación.

Contenido de plomo en mg.kg⁻¹.

Componente (mg.kg ⁻¹)	Kancolla sin expandir (T0)	Kancolla expandida (T1)	Kancolla expandida (T2)	Kancolla expandida (T3)	Kancolla expandida (T4)
Pb	0.0950 ± 0.0018	0.0583 ± 0.00126	0.0915 ± 0.00084	0.0755 ± 0.0015	0.0617 ± 0.00104

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

Según los resultados de la tabla 14: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad Kancolla a diferentes parámetros de insuflación, tenemos que para la quinua orgánica variedad kancolla del tratamiento T0 (Sin tratamiento o muestra control) la media del análisis de contenido de plomo en la quinua orgánica sin expandir es de 0.0950 mg/kg de plomo cuyas desviaciones estándar es ± 0.0018 mg/kg que están en el anexo 7 y Tabla 25: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua kancolla expandida. Estos resultados están muy por debajo de los límites máximos permitidos en metal pesado plomo (Pb) que es de 0.2 mg/kg de Pb para cereales. Concuenda con estudios similares según (Huamaní, 2018), datos experimentales para los mismos metales (Arsénico, cadmio, mercurio y plomo) indican valores inferiores a 0.1 mg/kg; por lo que podemos afirmar que nuestras muestras son aptas para su consumo.

Según la tabla 14 y representada en la figura 27: Comparación de medias de Pb a diferentes parámetros de expansión de la variedad kancolla, los resultados en el T1 y T2 se refiere a la expansión del grano de quinua kancolla a una humedad de 14 por ciento y una presión de 150 psi y 170 psi, respectivamente. En el tratamiento T1 (

Humedad a 14 por ciento y presión de expansión a 150 psi) se tiene un media de 0.0583 ± 0.00126 mg/kg de Pb y en el tratamiento T2 (Humedad a 14 por ciento y presión de expansión 170 Psi) se obtuvo un 0.0915 ± 0.00084 mg/kg de Pb, así mismo los resultados del tratamiento T3 y T4 que fueron expandidos a una humedad de 18 por ciento y presión de 150 y 170 psi respectivamente, donde los resultados para el T3 (humedad a 18 por ciento y presión de expansión a 150 Psi) son de 0.0755 ± 0.0015 mg/kg de Pb y para el T4 (humedad a 18 por ciento y presión de expansión a 170 Psi) es de 0.0617 ± 0.00104 mg/kg de Pb. Estos datos también están detallados en la Tabla 25: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua kancolla expandida; por lo tanto, se difiere de los trabajos. Por ejemplo, (Mayta et al., 2010) menciona que la quinua a 15 por ciento humedad y a presión de expansión 160 Psi contienen en promedio 5.4 mg kg^{-1} de quinua expandida realizados con expansores tradicionales y con su prototipo rediseñado con tapa teflón tiene un contenido $< 0.1 \text{ mg kg}^{-1}$ de plomo, con el cual nuestro trabajo es concordante, puesto que tenemos valores menores a 0.1 mg.kg^{-1} de Pb.

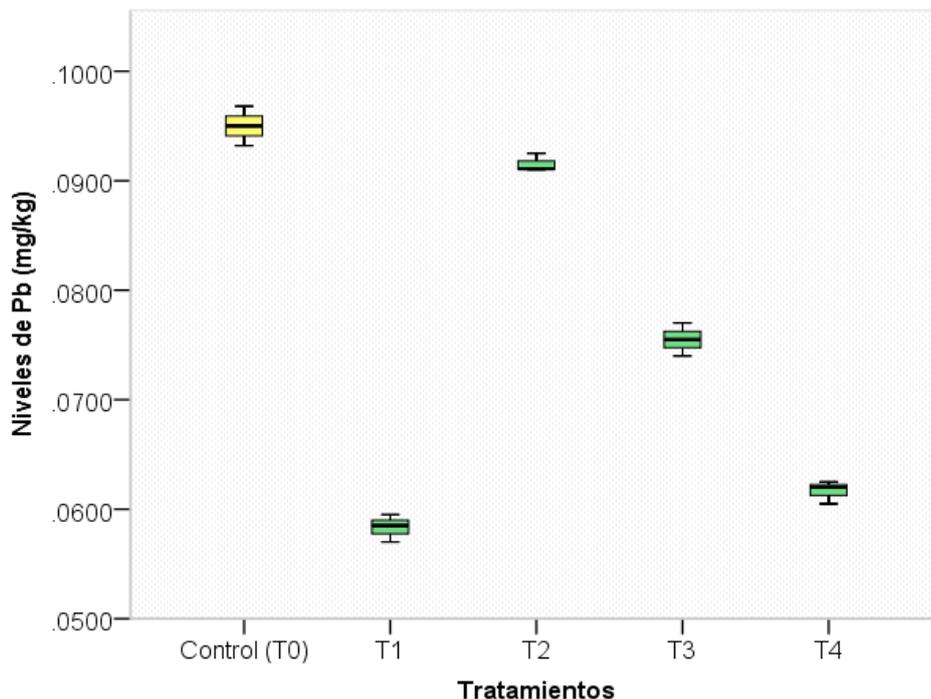


Figura 27: Comparación de medias de Pb a diferentes parámetros de expansión de la variedad kancolla

Los resultados según la figura 27: Comparación de medias de Pb a diferentes parámetros de expansión de la variedad kancolla, más destacados que incidieron en la reducción del nivel de plomo comparado con la muestra control (T0) en la variedad

Kancolla fue el tratamiento de expansión con una humedad de grano de ingreso al expansor de 14 por ciento y a una presión de salida de expansor de 150 Psi, cuyo resultado estadístico promedio es de 0.0583 mg.kg-1 de Pb y desviación estándar \pm 0.00126 mg/kg. Esto nos indica que hay, incluso, una reducción de contenido de plomo si lo comparamos con el T0 sin expandir (0.0950 mg/kg de Pb) y haciendo una resta entre estos, tenemos 0.0367 mg/kg de Pb que se ha reducido en el proceso de expansión con expansora de acero inoxidable ASI 304 y con tapa teflón sometidos por igual a los diferentes tratamientos y cambiando solamente las variables como la humedad y presión para expandir, situación que ya fue observado por (Mayta et al., 2010), pero no cuantificado a una sensibilidad de 0.003238 mg/kg (mg.kg-1 ó ppm) por método análisis de laboratorio ICP OES (Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente) según tabla 12: Parámetros de ICP OES en el análisis de plomo y a diferentes parámetros de expansión que se realizó en este trabajo.

También destacar que, a una misma presión de expansión de 150 Psi, variando la humedad acondicionada del grano de quinua de 14 por ciento a subirle a 18 por ciento, los resultados son muy diferentes. Figura 27, observamos el T2 cuyo contenido de plomo es de 0.0915 mg/kg de Pb muy cercano al tratamiento control T0 (0.0950 mg/kg), cuyo límite inferior y superior estadísticamente están desde 0.090529 a 0.099471, respectivamente. Entonces, se notará que el T2 es significativa a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba Dunnet, pero en el T2 no se aprecia una reducción de contenido de plomo que sea óptimo respecto a los demás tratamientos. También, destacamos los tratamientos a una humedad alta de 18 por ciento y a una presión de 150 psi de expansión, es menos óptima la incidencia de estos parámetros en la reducción de contenido de plomo en expandidos.

4.3 Resultados de metal pesado (pb) en quinua negra collana expandida

Tabla 15: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad negra collana a diferentes parámetros de insuflación.

Componente (Contenido mg.kg ⁻¹)	Negra collana sin expandir (T0)	Negra collana expandida (T1)	Negra collana expandida (T2)	Negra collana expandida (T3)	Negra collana expandida (T4)
Pb	0.1505 ±0.002	0.1663 ±0.00362	0.1477 ±0.00301	0.1073 ±0.00825	0.0808 ±0.00126

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

Según los resultados de la tabla 15, tenemos que para la quinua orgánica variedad negra collana del tratamiento (T0) la media del análisis de contenido de plomo en el grano sin expandir es de 0.1505 mg/kg de plomo cuyas desviaciones estándar es ± 0.002 mg/kg que están detallados en la Tabla 27: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua negra collana expandida. Estos resultados están muy por debajo de los límites máximos permitidos por el Codex Stan y la unión europea en metal pesado plomo (Pb) que es de 0.2 mg/kg para cereales. Los resultados encontrados, según las investigaciones, (F. R. Sánchez, Peláez, & Sánchez, 2019) menciona que se recolectó, de cada cultivo, 54 muestras georreferenciadas en las zonas de impacto a la exposición de la minería informal, obteniéndose un promedio de 3.33 mg/kg , 27,29 mg/kg y 4.21 mg/kg de Pb en cultivos de papa, trigo y tarwi. Con esto se observa que la quinua orgánica con el que se ha trabajado en el distrito de Cabana, aún mantiene intacto la naturaleza y no evidencia un impacto ambiental significativo; los resultados directos de contenido de Pb en semilla grano lo confirman. Por otro lado, según (Huamaní, 2018) datos experimentales de metales pesados en cañihua roja (Condor saya) indican valores < 0.1 mg/kg de plomo, cadmio, mercurio y arsénico, cuya muestra fueron obtenidas en Ayaviri – Puno.

En la tabla 15, cabe mencionar y hacer notar que la muestra de quinua negra collana, pese a ser cultivada en los mismos suelos de Cabana-Puno y por los mismos productores conocedores de normas orgánicas de producción, no es similar el resultado en contenido de plomo en semilla de quinua grano en la variedad blanca con 0.0950 ± 0.0018 mg/kg de Pb, detallados en la tabla 15, con respecto a la variedad negra collana es de 0.1505 ± 0.002 mg/kg de Pb (ver tabla 16) y la quinua roja Pasankalla 0.165 ± 0.0011 mg/kg de Pb (ver tabla 17). Esto nos lleva a afirmar, sin duda, que la variedad negra collana y variedad pasankalla roja tienen más predisposición y asimilación de compuestos como el Pb disponibles en el suelo que se tendrá que corroborar en otra investigación a nivel de análisis de suelo, tallo, hoja y grano. Como lo hizo (M. Sánchez & Rengifo Trigozo, 2017), que realizó la evaluación de parámetros del suelo, de hojas y de la almendra del cacao en cuatro parcelas de agricultores de cacao orgánico pertenecientes a la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo, en la región de Huánuco almendras de cacao pudo demostrar que la concentración de cadmio y plomo en almendras depende de la concentración en cadmio y plomo en las hojas; además que los valores de cadmio y plomo disponible estaban por debajo de los límites máximos permisibles.

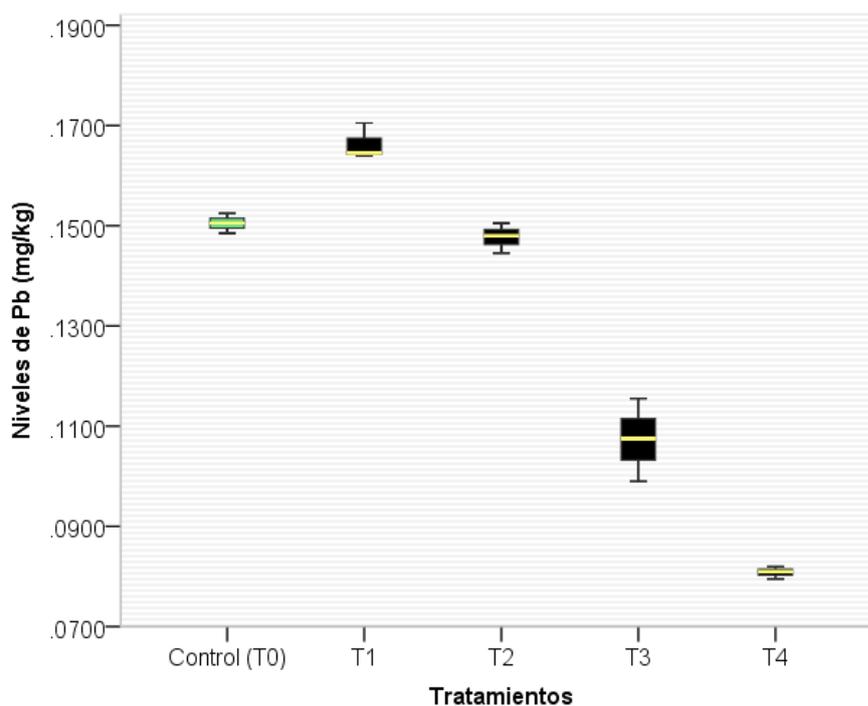


Figura 28: Comparación de medias de contenido de Pb a diferentes parámetros de expansión variedad negra collana.

Según la tabla 15: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad negra collana a diferentes parámetros de insuflación y figura 28. Los resultados en el T1 y T2 se refiere a la expansión del grano de quinua a una humedad de 14 por ciento y una presión de 150 psi y 170 psi, respectivamente. En el tratamiento T1 tenemos 0.1663 mg/kg de Pb y en el tratamiento T2 tenemos 0.1477 mg/kg de Pb; así mismo, los resultados del tratamiento T3 y T4 que fueron expandidos a una humedad de 18 por ciento y presión de 150 y 170 psi, respectivamente, donde se observa que los resultados para el T3 son de 0.1073 mg/kg de Pb y para el T4 es de 0.0808 mg/kg.

Los resultados, según figura 28, más destacados que incidieron en la reducción del nivel de plomo comparado con la muestra control (T0) fue el tratamiento expandido T4 a 18 por ciento de humedad a una presión de salida de expansor de 170 Psi, cuyo resultado estadístico promedio, es de 0.0808 mg kg⁻¹ de Pb y desviación estándar ± 0.00126 mg kg⁻¹, con una reducción óptimo de plomo de 0.0697 mg/kg comparado con el tratamiento control T0. En cambio, cuando se redujo la humedad de 18 por ciento a 14 por ciento, los resultados fueron diferentes; por ejemplo, a una humedad de 14 por ciento y a una presión de 150 Psi (T1) no se evidencia reducción de contenido de plomo. Es más, en comparación al tratamiento control existe una elevación promedio del contenido de plomo en 0.0150 mg/kg, asimismo, a la humedad de 14 por ciento, pero con un incremento de la variable presión de 150 a 170 psi (T2). El resultado de reducción de plomo es de 0.0028 mg/kg no siendo significativa, estadísticamente. Por lo tanto, a humedades de 14 por ciento y a presiones de 150 y 170 psi no existe cambios significativos que favorezcan la reducción de contenido de plomo en expandidos de esta variedad, esto debido a que se observó en este trabajo que los expandidos en esta variedad negra collana no se expanden al 100 por ciento por la aparente dureza del perigonio y la baja presión de expansión, y respecto al incremento de contenido de plomo es atribuido a las condiciones de procesamiento como indica (Ochoa et al., 2021) que realizó su estudio en la ciudad de Arequipa y de acuerdo a los resultados, se encontraron concentraciones elevadas de Pb de 0.55 mg kg⁻¹ para productos de quinua. Finalmente, para mejorar el índice de expansión a razón de bajar la calidad nutricional, se debe añadir aditivo (recubrimiento) para reducir pérdida de agua de

las paredes internas durante el proceso de tostado y más bien evaporarlos un porcentaje mayor justo al abrir la tapa de cañón.

4.2.3 Resultados de metal pesado (pb) en quinua pasankalla roja expandida

Tabla 16: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad pasankalla roja a diferentes parámetros de insuflación.

Contenido de plomo en mg.kg⁻¹.

Componente	Pasankalla Grano sin expandir (T0)	Pasankalla expandida (T1)	Pasankalla expandida (T2)	Pasankalla expandida (T3)	Pasankalla expandida (T4)
Pb	0.165 ± 0.0011	0.062 ± 0.00087	0.077 ± 0.00132	0.0613 ± 0.00076	0.0628 ± 0.00095

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

Según los resultados de la tabla 16, tenemos que para la quinua orgánica variedad pasankalla del tratamiento (T0) la media del análisis de contenido de plomo en el grano sin expandir es de 0.1650 mg/kg de plomo, cuyas desviaciones estándar es ± 0.0011 mg/kg que están detallados en la tabla 29: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua pasankalla roja expandida. Estos resultados están muy por debajo de los límites máximos permitidos en metal pesado plomo (Pb) que es de 0.2 mg/kg para cereales del Codex Stan 193-1995 y la unión europea. Además, se concuerda con datos similares (Huamaní, 2018) con relación a los análisis de metales pesados tóxicos en cañihua, arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Se encuentran en concentraciones a niveles trazas (< 0.1 mg/kg) y diferimos con (Alcocer & Huamán, 2018) que analizó muestras de quinua vendidas en los mercados de La victoria teniendo el valor promedio de Plomo en las muestras de 0.20 mg/kg con cifras extremas de 0.11 y 0.36 mg/kg de Pb.

Los resultados en la tabla 16: Media y desviación estándar de análisis de contenido de plomo en expandido de quinua variedad Pasankalla roja a diferentes parámetros de insuflación y figura 29. En el tratamiento T1 que se refiere a parámetros de 14 por ciento de humedad a 150 Psi de expansión se tiene promedio de 0.062 ± 0.00087 mg/kg de Pb y en el tratamiento T2, a una humedad de 14 por ciento y a 170 psi de expansión el resultado es de 0.077 ± 0.00132 mg/kg de Pb; así mismo, los resultados del tratamiento T3 y T4 que fueron expandidos a una humedad de 18 por ciento y presión de 150 y 170 psi, respectivamente, se observa los resultados para el T3 son de 0.0613 ± 0.00076 mg/kg de Pb y para el T4 es de 0.0628 ± 0.00095 mg/kg de Pb.

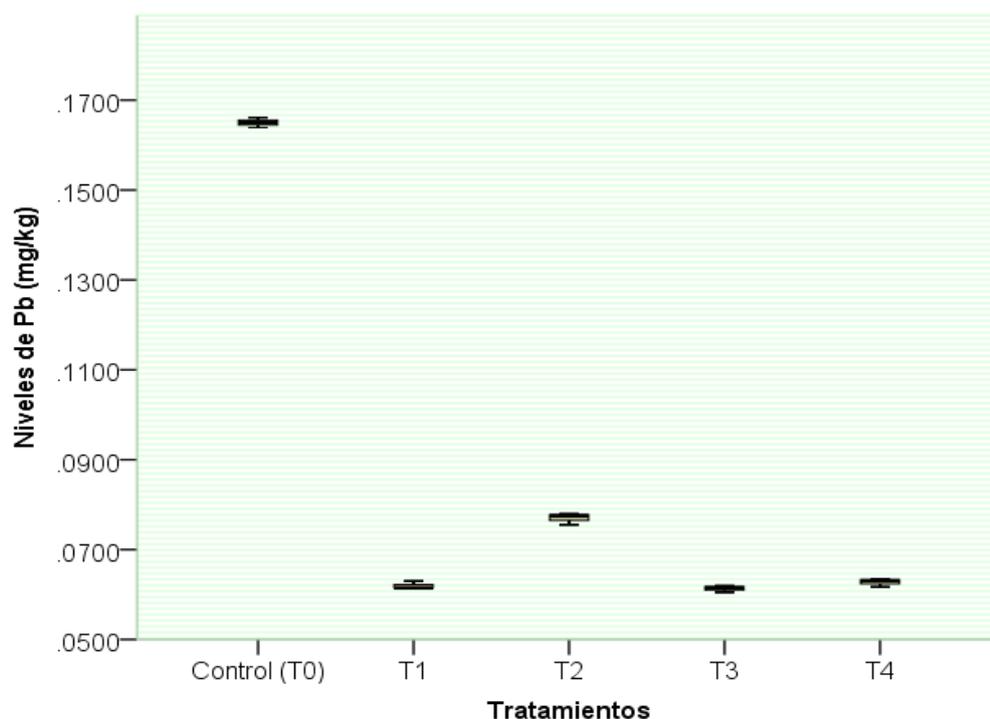


Figura 29: Comparación de medias de contenido de plomo a diferentes parámetros de expansión variedad pasankalla roja.

En esta variedad de quinua pasankalla, la mejor influencia, según figura 29, de los parámetros humedad y presión en la reducción del contenido de plomo está en el T1 que también está muy cerca los datos del T3 y T4; estadísticamente, no hay diferencia significativa entre los resultados de estos 3 tratamientos. En tal caso, se resaltaré el tratamiento T3 de los parámetros de 18 por ciento de humedad a 150 psi de expansión que tuvo un rendimiento de 59.06 por ciento, inferiores al rendimiento másico, según (Huamani, 2019) se tiene como resultado promedio

65,14 por ciento en quinua roja Pasankalla. Además, menciona que existe mejores niveles de aceptación a 225 psi y 16 por ciento de humedad en los atributos de color y apariencia. En relación al Pb el T3 la incidencia de una humedad de 18 por ciento del grano y a una presión de 150 psi tiene una reducción significativa de 0.1037 mg/kg de Pb en relación al tratamiento control T0. Esta reducción también es significativa de manera similar en el tratamiento T1 de 0.103 mg/kg y en el tratamiento T4 una reducción de 0.1022 mg/kg.

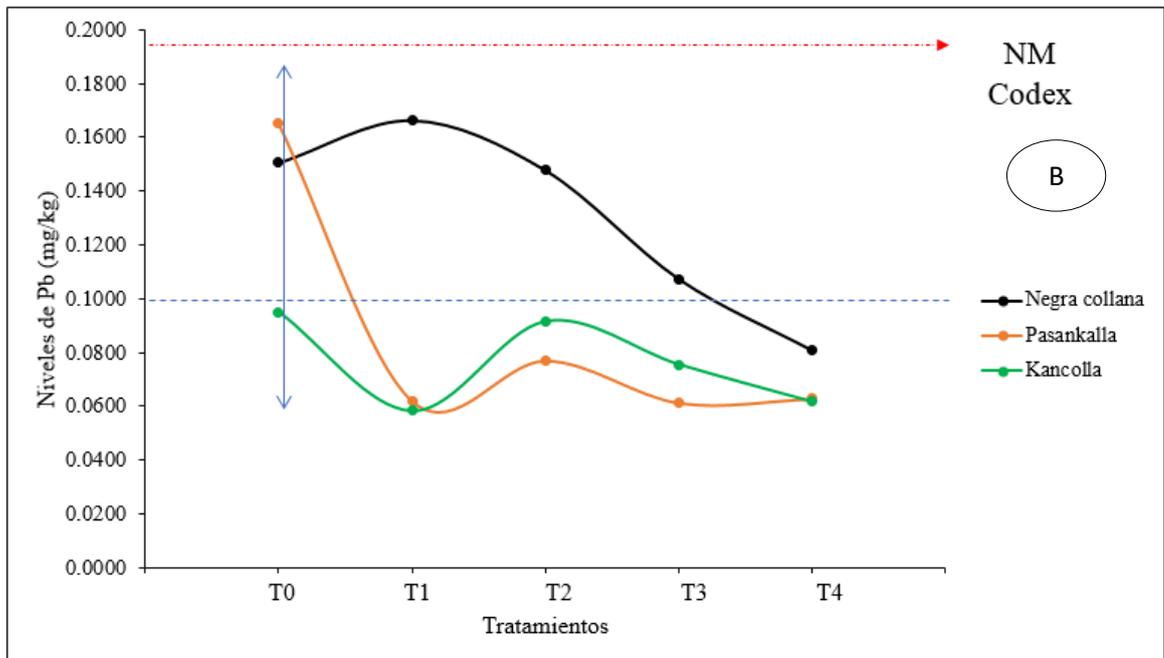
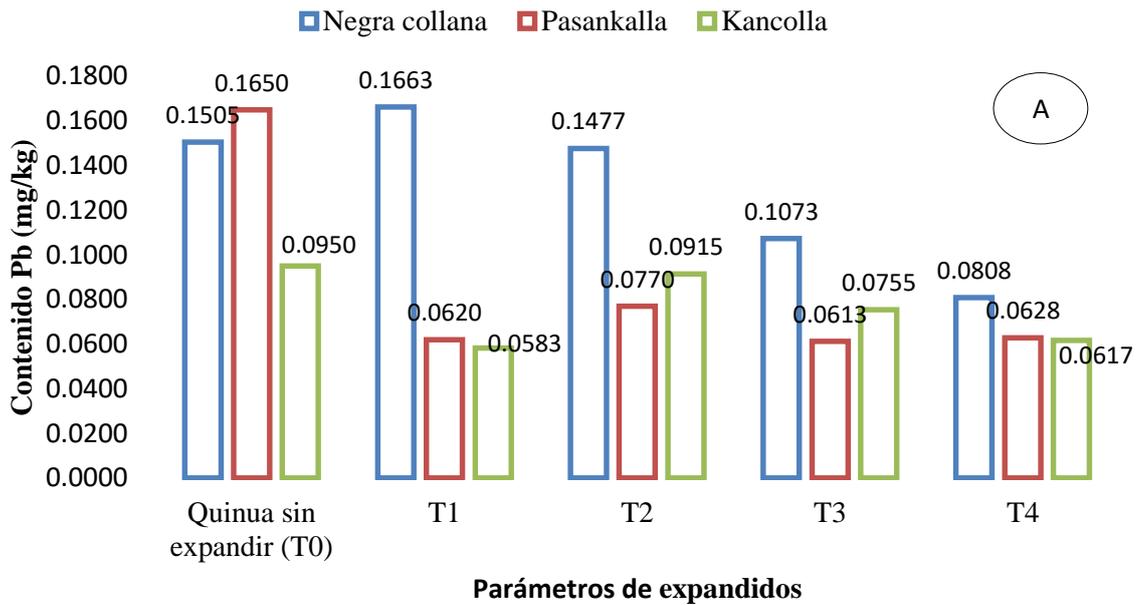


Figura 30: Comparación de contenido de plomo a diferentes parámetros de expansión de la quinua Kancolla, Negra collana y Pasankalla roja (A y B).

En la Figura 30, se observa que para la variedad de quinua Kancolla de con 0.0950 mg/kg de Pb en comparación de los datos de contenido de plomo de la quinua negra collana con 0.1505 mg/kg de Pb y la quinua pasankalla roja con 0.1650 mg/kg de Pb 16 pertenecientes a los tratamientos de control (T0), en los tres casos difieren significativamente y posee menor cantidad de Pb, la quinua Kancolla; pese a que las muestras son de los mismos productores orgánicos y sembrados en el mismo suelo de Cabana, se evidencia mayor concentración de plomo en la variedad negra collana y la pasankalla roja.

Según la figura 30: Comparación de contenido de plomo a diferentes parámetros de expansión de la quinua Kancolla, Negra collana y Pasankalla roja. En este trabajo, todos los resultados de las muestras de grano de quinua orgánica (Kancolla, negra collana y pasankalla roja) de quinua sin expandir y quinua expandida a diferentes parámetros, están por debajo de los Niveles Máximos (0.2 mg/kg en Pb) establecidos por el Codex alimentario y la unión europea; es más, se evidenció reducción de contenido de plomo (Pb) en los tratamientos a diferentes parámetros de expansión por cañón expansor figura 30. En comparación con la quinua sin expandir; la mejor reducción de contenido de plomo en la variedad Kancolla expandido fue el tratamiento T1 (humedad a 14 por ciento y a una presión de 150 psi) con 0.0367mg/kg comparado con el control (T0) sin expandir (0.0950 mgPb/kg) y con un rendimiento másico de expandido producto final del 57.7 por ciento .Para la variedad negra collana, expandida la mejor reducción significativa de contenido de plomo (Pb) fue el tratamiento T4 (con humedad del 18 por ciento y a 170 psi de presión) con 0.0697 mg/kg respecto al tratamiento control T0 (0.1505 mgPb/kg), además con un rendimiento masico de expandidos del 49.72 por ciento. Para la variedad pasankalla roja expandido fue el tratamiento T3 (humedad 18 por ciento y a una presión de 150 psi) con reducción de 0.1037 mg/kg de contenido de Pb comparado con su T0 (0.1650 mgPb/kg) y con un rendimiento masico de expandido producto final del 59.06 por ciento.

Sin embargo, hay estudios para la discusión que tratan de esta misma temática refiriéndonos a expandidos de cereales que demostraron que hay riesgo para la salud si el contenido de Pb en expandidos supera los niveles máximos (0.2 mg/kg), que, por cierto, no están claros para el trigo, quinua y cañihua por no haber una larga data de

información respecto al tema. (FAO & OMS, 2015) afirma que se puede establecer un NM (Niveles Máximos) para grupos de productos si se dispone de información suficiente sobre los patrones de contaminación dentro del grupo o si existen otros argumentos a favor de la extrapolación, referido al tema. Por ejemplo, (Mayta, 2009) nos explica que los alimentos expandidos procesados en expansores tipo Bach comunes contienen promedios de 2.59 mg kg⁻¹ para expandido de quinua y los alimentos expandidos en su prototipo rediseñado con tapa teflón y acero AISI 304-2b. Tuvieron promedios de 0.15 mg kg⁻¹ para quinua insuflada que no difieren estadísticamente y se encuentran dentro de los Niveles Máximos que establece el Codex Alimentarius, pero que se notó una reducción con el cual concuerda este trabajo. Otro estudio con un expansor de hierro fundido y con tapa teflón según (Chancavilca, 2013) las cantidades de plomo reportadas en los tres productos expandidos para maíz promedio fueron de 0.3525 mg/kg de Pb, para arroz promedio de 0.40497 mg/kg de pb y para fideo promedio 0.33972 mg/kg de pb; a pesar de contar con una tapa teflón los NM son superados largamente, por experiencia de este trabajo puedo indicar que se deben al material del cañón expansor y la tapa, la contaminación del producto (materia prima), la contaminación en el proceso del expandido y los parámetros de expansión (humedad y presión) que como se notó inciden en el nivel de contenido de pb. A lo que menciona (Alcocer & Huamán, 2018) las concentraciones de plomo, cadmio, arsénico y mercurio en muestras de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) comercializados en los centros de abasto de La Victoria, se cuantificó las muestras y el resultado promedio de Pb fue de 0.20 mg/kg con límite inferior y superior de 0.11 y 0.36, reportándose que el 45 por ciento de los muestras analizadas sobrepasaron el NM. Mientras (Huamán, 2018) , en relación a los metales pesados tóxicos, menciona que el arsénico, cadmio, mercurio y plomo se encuentran en concentraciones a niveles trazas (< 0.1 mg/kg). Y con respecto a la contaminación en el proceso (Ochoa et al., 2021) que realizó recientemente su estudio en la ciudad de Arequipa y de acuerdo a los resultados, se encontraron concentraciones elevadas de Pb de 0.55, 0.75 y 5.08 mg kg⁻¹ para productos de quinua, maíz y arroz, respectivamente.

Sin embargo, según la (EFSA, 2010) en los consumidores adultos promedio, la exposición al plomo en la dieta varía de 0,36 a 1,24, hasta 2,43 µg / kg de peso corporal (p.c.) por día en los consumidores adultos mayores de Europa. La exposición de los lactantes oscila entre 0,21 y 0,94 µg / kg de peso corporal por día y en niños de

0,80 a 3,10 (consumidores promedio), hasta 5,51 (consumidores altos) $\mu\text{g} / \text{kg p.v.}$ por día. Así mismo la (OMS, 2019) afirma que los niveles de concentración de Pb en sangre no pueden considerarse segura, incluso, los niveles en sangre de $5 \mu\text{g} / \text{dl}$ pueden afectar la inteligencia de un niño, causando problemas de comportamiento y dificultades de aprendizaje. Cuanto mayor sea el nivel de exposición, mayor será la variedad y gravedad de los síntomas y los efectos asociados.

Por otro lado, los resultados confirman el uso de las BPMs y el adecuado equipo con el que se trabaja un cañón expansor (grado alimentario) de acero inoxidable AISI 304 con tapa teflón que entrarán en contacto con el alimento. Además, los parámetros estudiados de insuflación y sumado a esto, la quinua orgánica y el suelo, según (M. Sánchez & Rengifo Trigozo, 2017), la materia prima orgánica y de calidad garantiza que no nos generarán riesgo a la salud de personas vulnerables (niños y adultos mayores) por consumo de expandidos o pipocas de quinua o de otro cereal que se producen diariamente.

La normativa de inocuidad alimentaria ya está hecha, sólo falta un poco de vigilancia sanitaria en temas de contaminantes de metal pesado y apelar a la conciencia del empresario o, en todo caso, no a la creatividad de los ingenieros alimentarios, sino a su carácter de garantizar la calidad e inocuidad del producto en este rubro de la industria alimentaria como los expandidos, que claro, como es conocido, comienza con su trazabilidad desde la selección de semilla en la campaña de siembra, el procesamiento en planta y su comercialización.

4.3 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS PROXIMAL DE QUINUA GRANO Y QUINUA EXPANDIDO

4.3.1 Resultado de análisis proximal en quinua kancolla expandida

Tabla 17: Composición químico proximal de la variedad kancolla grano con la quinua expandida a diferentes parámetros de estudio.

Contenido en (g/100g).

Componente	Kancolla (sin expandir)	Kancolla Expandida (T1)	Kancolla Expandida (T2)	Kancolla Expandida (T3)	Kancolla Expandida (T4)
Humedad	10.30	7.01	6.62	7.45	7.65
Proteínas	16.77	12.56	9.67	10.52	8.64
Grasa	7.83	0.81	2.49	2.72	2.50
Cenizas	4.85	2.48	1.87	1.98	2.07

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

En la tabla 17, se puede apreciar la humedad de la quinua kancolla sin tratamiento (T0) es del 10.3 por ciento sin acondicionamiento, pero los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fueron acondicionados a diferente humedad (14 por ciento y 18 por ciento) y presión (150 y 170 psi) de salida de expansión como se ve en la gráfica. Sin embargo, la diferencia de porcentajes de humedad de salida del cañón expansor en los tratamientos T1=7.01 por ciento y T2=6.62 por ciento que se humidificó a 14 por ciento y el tratamiento T3=7.45 y T4=7.65 por ciento que se humidificó a 18 por ciento; entre estos dos grupos sólo difiere la humedad menos del 1 por ciento. Esto nos indica que el porcentaje de humedad inicial de entrada no guarda una relación de equivalencia directa a la hora de salida del cañón expansor, es decir, el incremento de la humedad no afecta en demasía a la humedad de salida final, considerando pequeñas variaciones al momento de expandir (en humedades entre 14 por ciento y 18 por ciento) que involucra también el rápido enfriamiento del expandido al momento de salir de la cámara a alta presión a condiciones similares

(volumen constante), pero en términos prácticos a mayor humedad de ingreso sale con mayor humedad de salida como se aprecia las variaciones en la figura 31: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua kancolla sin expandir.

Tal como menciona (Huamaní, 2019), el porcentaje de humedad del insuflado se ve directamente afectada por la humedad del grano, alcanzando un máximo de 8.13 por ciento para la quinua roja Pasankalla y 6.32 para la quinua blanca Junín. Cuanto mayor sea el contenido de agua de la semilla, mayor será el contenido de agua de la semilla en expansión. Por otro lado, la presión no tiene un efecto significativo.

En cambio, se deduce que una humidificación baja o muy baja para luego llegar a una presión alta llevará, consecuentemente, a la reducción en la humedad de salida. Puesto que, la poca humedad vaporizada del producto dentro del expansor tiene que cubrir la misma área en la cámara del expansor, pero con menos humedad contenida y sobrecalentándolo, afectando durante la explosión al índice de expansión y dejando defectos de expansión que afecta también a la reducción en los compuestos nutricionales del grano de quinua.

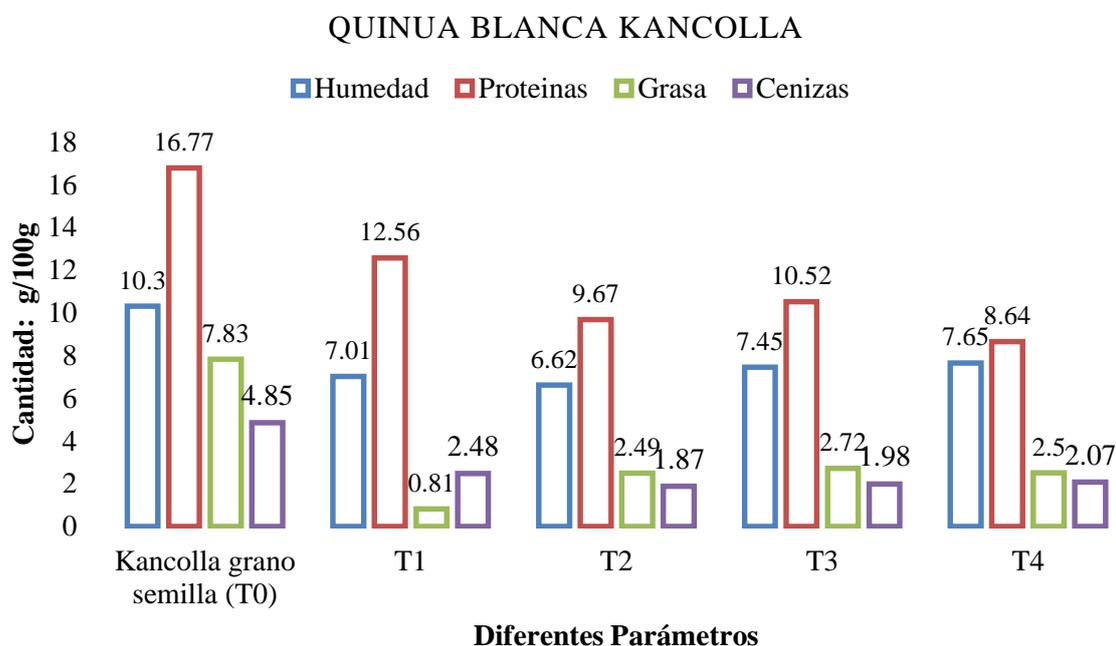


Figura 31: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua kancolla sin expandir.

Así mismo en la figura 31, las humedades de los tratamientos T1, T2, T3, T4 con humedades de 7.01, 6.62, 7.45 y 7.65 por ciento, respectivamente, no sobrepasan los límites máximos de 8.5 por ciento de humedad que debe tener un producto de quinua expandida recomendadas según la NTP 011.459.

Respecto a las proteínas que observamos en la figura 31, la quinua normal, grano variedad Kancolla, tiene un 16.77g/100g de proteína, 7.83 g/100g de grasa y 4.85 g/100g de ceniza. En comparación, los tratamientos con parámetros de expandido de (14 por ciento de humedad a 150 psi) arrojan un 12.56, 0.81 y 2.48 g/100g y los expandidos a (14 por ciento de humedad a 170 psi) con 9.67, 2.49. 1.87 g/100g, de proteína, ceniza y grasa respectivamente. Así, también, los expandidos (18 por ciento de humedad a 150 psi) con 10.52, 2.72, 1.98 g/100g y los expandidos (18 por ciento de humedad a 150 psi) tienen un 8.64, 2.5 y 2.07 g/100g en proteína, grasa y cenizas, respectivamente.

Estos resultados figura 31: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua kancolla sin expandir, nos indican en el tratamiento T1 y T2 que se ha expandido a una misma humedad (14 por ciento), pero a una presión de 150 psi y 170 psi, respectivamente, se aprecia que hay una reducción aceptable del contenido de proteína respecto al grano sin expandir en un 4.21, 7,02 y 2.37 g/100g de proteína, grasa y ceniza, quedando 12,56, 0,81 y 2.48 g/100g que sería el contenido proximal en el T1, para el T2 (Humedad 14 por ciento a 170 psi). Hay también una reducción por incremento de presión en un 2.89 de proteína y 0.61 de ceniza, quedando 9.67 y 1.87 g/100g de proteína y ceniza, respectivamente. Entonces, se comprueba que, si se expande el grano de quinua a una humedad cercana al 14 por ciento, los expandidos son afectados por la elevación de la presión incidiendo en su reducción de sus propiedades nutricionales del alimento, como son la proteína, grasa y ceniza; se entiende que no se toma en cuenta los granos que no lograron su hinchamiento o expansión porosa. Estos resultados son semejantes a (Ramírez Yupanqui, 2012) - realizó su expansión a 150 psi y humedad de 25 por ciento (alta) - para la variedad Blanca de Juli humedad 8 por ciento, 11.8 por ciento de proteínas, grasa 4.8 por ciento, fibra 4.7 por ciento, cenizas 2.3 por ciento y 68.4 por ciento de carbohidratos.

En cambio, observamos en la figura 31, en los tratamientos T2 y T3 que se refieren a parámetros de expandido a una humedad de 18 por ciento alto y a una presión de 150 y 170 psi, respectivamente, tienen un comportamiento similar en la reducción de los compuestos nutricionales difieren entre estos un 1.88 y 0.22 g/100g de proteína y grasa, no ajustándose en esto la ceniza, pero la humedad no difiere significativamente, es decir que a una misma humedad de 18 por ciento y a una salida de 150 psi y 170 psi la humedad de salida se pierde casi de la misma manera (7.45 y 7.65 por ciento para el T2 y T3). También aquí se vuelve a comprobar que a una humedad cercana de 18 por ciento los insuflados o quinua pop son afectados por la elevación de la presión incidiendo en su reducción de sus propiedades nutricionales del alimento como son la proteína y grasa, más la ceniza es cuestionable ya que pudo haber granos que no lograron su hinchamiento o expansión porosa adecuado que pudo ser una de las causantes a este comportamiento.

Entonces a una humedad de 14 por ciento y a presiones de expansión de 150 y 170 psi reduce los compuestos nutricionales en menor proporción que uno sometido a una humedad de 18 por ciento y a las misma presiones de 150 y 170, por ejemplo teniendo una humedad de 14 por ciento y 150 – 170 psi tenemos un 12.56 g/100g y 9.67 g/100g de proteína y por otro lado a una humedad alta de 18 por ciento a las mismas presiones tenemos un 10.52 y 8.64 g/100g de proteína respectivamente en ambos casos, de ahí viene la importancia de los parámetros (humedad y presión) de insuflación. El proceso de expansión (Mercado et al., 2010) por explosión a diferentes presiones (120, 140 y 160 Lbf.pulg.⁻²) a medida que incrementa la presión se evidencia un efecto positivo en las características físico químicas y funcionales de la cañihua en las variedades Illpa INIA 406 y Cupi.

Así mismo estos resultados de los compuestos nutricionales acondicionados a 14 por ciento y 18 por ciento de humedad y presiones de 150 y 170 psi, de la quinua pop tiene una alta concentración de proteínas, grasa y ceniza mayores a las recomendadas según la NTP 011.459, que son de (proteína > 4.5 por ciento, ceniza máxima 1.2 por ciento y grasa máxima 2.5 por ciento y humedad máxima 8.5 por ciento) por lo que puede ser recomendable de ser caso, en mejoras del rendimiento elevar ligeramente las presiones de expansión para esta variedad de quinua kancolla.

4.3.2 Resultado de análisis proximal en quinua negra collana expandida

Tabla 18: Resultados de análisis proximal de grano y expandido de quinua variedad Negra Collana.

Contenido en (g/100g).

Componente	Negra collana (sin expandir)	Negra collana Expandida (T1)	Negra collana Expandida (T2)	Negra collana Expandida (T3)	Negra collana Expandida (T4)
Humedad	10.70	7.12	6.78	8.40	8.50
Proteínas	16.84	10.11	8.56	11.22	12.87
Grasa	8.08	2.81	1.97	3.64	2.39
Cenizas	5.28	2.00	1.87	2.58	1.49

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

En la tabla 18. Se puede observar que la muestra sin tratamiento tiene una humedad de 10.7 por ciento 16.84 g/100g de proteína, 8.08 g/100g de grasa y 5.28 g/100g de cenizas tomados como base para conocer el comportamiento de los compuesto físico químicos se observa que en la quinua negra collana en los tratamientos T1 (Humedad 14 por ciento de ingreso a 150 Psi) salen con humedad de 7.12 por ciento y 6.78 por ciento con poca incidencia presión a 150 y 170 Psi respectivamente; en los tratamientos T2 (Humedad 18 por ciento a 170 Psi) se percibe imperceptible incidencia de la aplicación de presiones de 150 y 170 psi. Ya que hay una salida similar en las humedades perdidas por el proceso de expansión 8.4 por ciento y 8.5 por ciento.

Respecto a la disminución de compuestos nutricionales en el T1 (Parámetro de insuflado 14 por ciento de humedad a 150 psi de salida), tenemos un 10.11 g/100g de proteína, 2.81 g/100g de grasa y un 2.00 g/100g de cenizas; en el tratamiento T2 (Parámetro de insuflado 14 por ciento de humedad a 170 psi de salida) hay una reducción de estos compuestos en 1.55 g/100g de proteína, 0.84 g/100g de grasa y

0.13 g/100g de ceniza. En cambio, en los tratamientos T3 y T4 (Parámetro insuflación 18 por ciento de humedad a 150 y 170 psi de salida respectivamente) tenemos para T3 un 11.22 g/100g, 3.64 g/100g y 2.58 g/100g comparados con el T4 este aumento 1.65 g/100g de proteína, una disminución de 1.25 g/100g de grasa y 1.09 g/100g de ceniza, respectivamente. Estos datos coinciden con (Mamani, 2015) en la quinua negra collana sometido a una presión de 165 lb/plg² dieron resultado en proteína 10.29 por ciento, grasa 4.5 por ciento y ceniza 2.31 por ciento, además fibra 2.06 por ciento y carbohidratos 72.46 por ciento

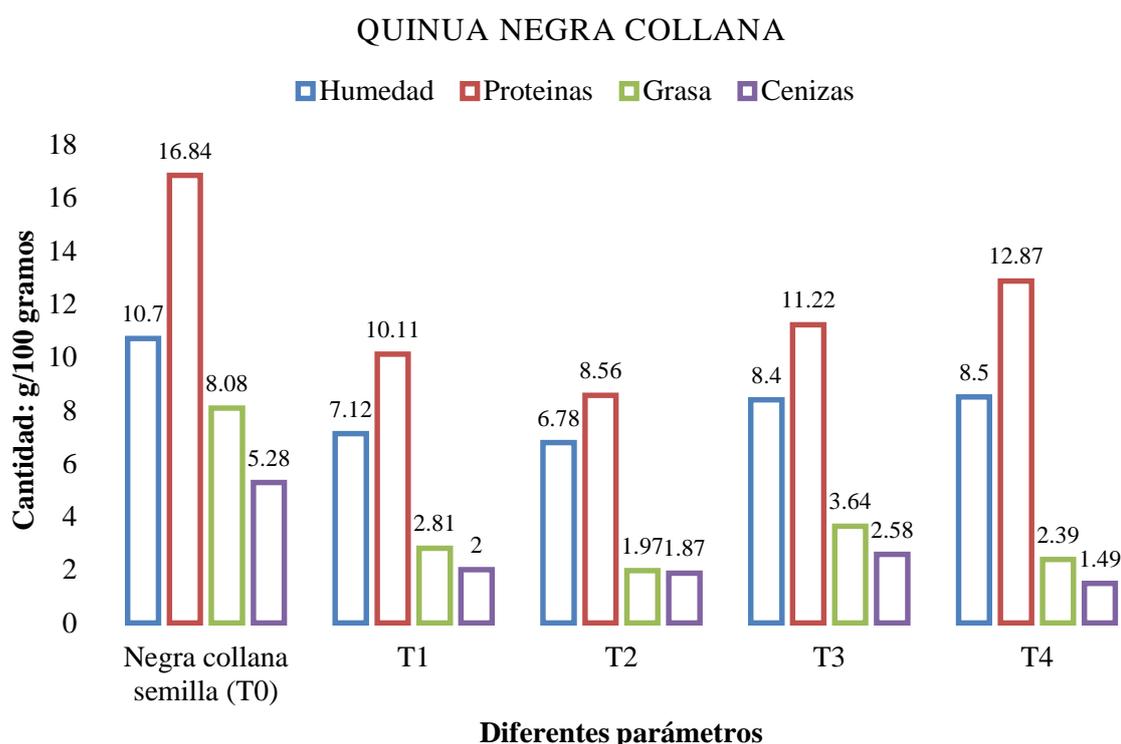


Figura 32: Comparación de la composición química proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua Negra Collana sin expandir.

Se destaca en la figura 32, que a una humedad de ingreso de quinua 14 por ciento y presión de expandido a 150 y 170 Psi influye la presión en la reducción de las proteína, grasa y ceniza del alimento; en cambio, a una humedad de ingreso de quinua por ejemplo 18 por ciento y a la misma presión de expandido 150 y 170 Psi hay también un comportamiento similar en la reducción de grasa y ceniza, pero un aumento de la proteína en esta variedad de quinua negra collana. Así mismo, se aprecia mayor cantidad de compuestos nutricionales a comparación de un tratamiento a 14 por ciento humedad y presiones 150 y 170. Este fenómeno se

puede explicar, según lo apreciado durante el proceso de expansión, que a una mayor humedad o una cercana al 18 por ciento del grano y considerando presiones bajas de 150 y 170 Psi, la explosión no sufre una descompresión brusca y genera granos defectuosos e incompletos en su fase dispersa de burbujas de aire y porosidad; así mismo, la quinua negra collana tiene una cascarilla dura que para mejorar el rendimiento se debe aumentar las presiones para su insuflado mayor a 200 Psi.

4.3.3 Resultado de análisis proximal en quinua pasankalla roja expandida

Tabla 19: Comparación de resultados de análisis proximal de grano y expandido de quinua variedad Pasankalla roja.

Contenido en (g/100g).

Componente	Pasankalla (sin expandir)	Pasankalla Expandida (T1)	Pasankalla Expandida (T2)	Pasankalla Expandida (T3)	Pasankalla Expandida (T4)
Humedad	9.80	7.05	7.30	8.04	8.10
Proteínas	16.38	15.81	10.89	11.74	9.44
Grasa	7.91	4.36	3.38	3.17	3.06
Cenizas	6.85	2.99	2.09	2.20	1.84

Nota: T1: Parámetro de 14 % humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 % humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 % humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

En la tabla 19, encontramos que la quinua sin tratamiento de la variedad pasankalla roja tiene una humedad de 9.9 por ciento, que al momento de la insuflación fue acondicionado a 14 por ciento y 18 por ciento de humedad a unas presiones de 150 y 170 Psi; observamos que la humedad final en los tratamientos T1 y T2 solo varía de diferencia 0.25 por ciento y del tratamiento T3 y T4 hay una diferencia 0.06 por ciento; por lo tanto, a estas presiones no hay relación directa entre la humedad de ingreso al cañón expansor del cereal (14 por ciento y 18 por ciento) con la humedad de salida del expansor y tampoco influye a estas humedades la

presión aplicada de 150 y 170 Psi en ambos casos, considerando un expansor de Bath de prueba de 1 kg.

La variedad quinua roja sin tratamiento (ver tabla 20) tiene una cantidad de proteína de 16.38 g/100g de proteína, 7.91 g/100g de grasa y 6.85 g/100g ceniza. Los tratamientos T1 (expandidos a 14 por ciento de humedad y 150 Psi) muestra 15.81 g/100g, 4.36 g/100g y 2.99 de proteína, grasa y ceniza respectivamente. Para el tratamiento T2 (expandidos a 14 por ciento de humedad y 170 psi) resulta un 10.89 g/100g, 3.38 g/100g y 2.09 g/100g de proteína, grasa y ceniza; en cambio, para los tratamientos T3 (expandidos a 18 por ciento humedades y 150 psi) tenemos un 11.74 g/100g de proteína, 3.17 g/100g de grasa y 2.2 g/100g de ceniza y para T4 (expandido a 18 por ciento de humedad y 170 Psi) un 9.44 g/100g, 3.05 g/100g y 1.84 g/100g de proteína, grasa y ceniza, respectivamente. Los expandidos para (Mamani, 2015) sometidos a una presión de 165 lb/plg² en la quinua Pasankalla roja dieron como resultado una media de proteína 9.21 por ciento, grasa 3.81 por ciento, ceniza 2.29 por ciento y fibra 1.98 por ciento y carbohidratos 75.8 por ciento.

En la tabla 19 y la figura 33 los tratamientos T1 y T2 ambos fueron expandidos a una misma humedad 14 por ciento, pero a diferentes presiones de 150 y 170 psi; por ello, notamos que a mayor presión los compuestos de proteína, grasa y minerales dentro de la ceniza disminuyen. En el T1 tenemos 14.81, 4,36 y 2.99 g/100g de proteína, grasa y ceniza, respectivamente comparando con el T2 hay una disminución de 4.92 g/100g de proteína, 0.98 g/100g de grasa y volatilización de 0.9 g/100g de cenizas del grano expandido; las reducciones por elevación de presión de expansión están mayormente en la concentración de proteína.

QUINUA ROJA PASANKALLA

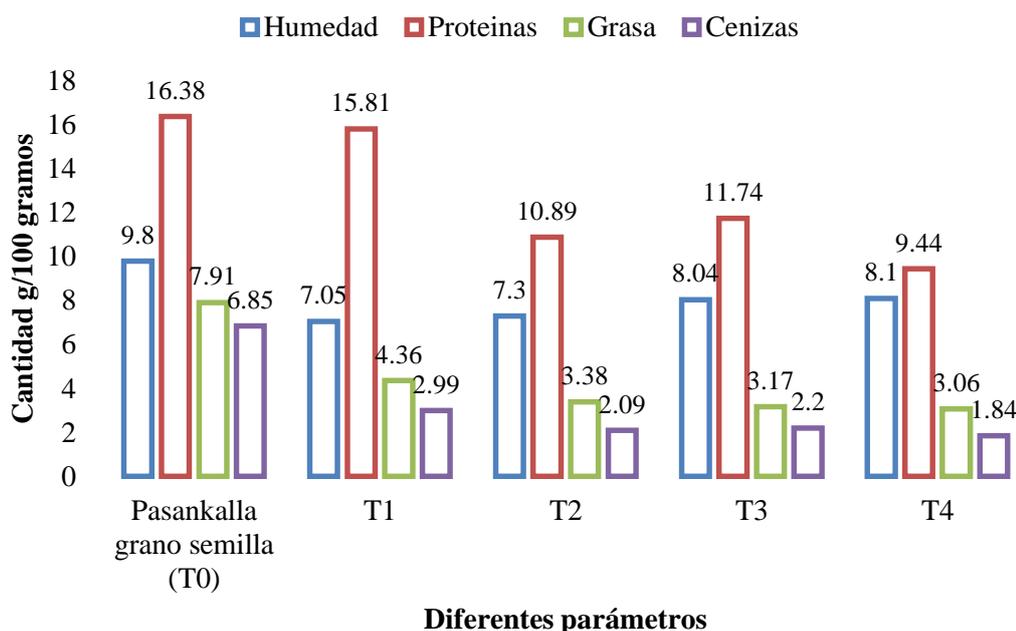


Figura 33: Comparación de la composición químico proximal de los diferentes parámetros expandidos con la quinua pasankalla sin expandir.

En el tratamiento T2 y T3 ambos fueron expandidos a una humedad de grano elevado de 18 por ciento de humedad y a diferentes presiones 150 y 170 psi, respectivamente (figura 33). El tratamiento T2 tiene una concentración de 11.74 g/100g de proteína, 3.17 g/100g de grasa y 1.14 g/100g de ceniza; en cambio, el T2 con una elevación de 20 Psi, reduce en 2.3 g/100g, 0.112 g/100g y 0.36 g/100g de proteína, grasa y ceniza. Se evidencia también que la presión tiene que ver con la reducción de compuestos nutricionales, incidiendo notablemente en la proteína que están compuestos por aminoácidos. Estos resultados son semejantes a (Ramirez, 2012) que realizó su expansión a 150 psi y humedad de 25 por ciento (alta); resultando la variedad Pasankalla, se tuvo los siguientes valores: humedad 5.5 por ciento, 1 0.2 por ciento de proteínas; grasa 5.1 por ciento, fibra 4.8 por ciento; cenizas 2.1 por ciento y 70.3 por ciento de carbohidratos.

Si comparamos los resultados que está representado en la figura 33, los tratamientos T1, T2, T3 y T4, con los requisitos de la NTP 011.459, todas las humedades están por debajo de los límites máximos (8.5 por ciento), y todos los tratamientos tienen un nivel mayor a 4.5 g/100g de proteína. in embargo, no cumplen con la grasa límite máximo (2.5 por ciento) pues, lo superan y tampoco

todos cumplen con el límite máximo de cenizas (1.2 por ciento). Cabe mencionar que con los parámetros trabajados con un rendimiento que no es el óptimo por las bajas presiones aplicadas en esta variedad Pasankalla, ya que el perigonio y la cascarilla es dura. Las presiones óptimas de la quinua Pasankalla expandido en relación a volumen de hinchado superan los 200 psi para un mayor rendimiento y también consecuentemente se notará muy probable la reducción de sus compuestos de aminoácidos, grasas y vitaminas.

Se difiere con resultados de cañihua (Mercado et al., 2010) por explosión a diversas presiones (160,140 y 120 Psi) que reporta que a medida que se incrementa la presión se evidencia un efecto positivo en las características físico químicas y funcionales de la cañihua en las variedades Illpa INIA 406 y Cupi. Sin embargo, hay concordancia con (Ramírez Yupanqui, 2012) - realizó su expansión a 150 psi y humedad de 25 por ciento (alta) - menciona que los granos de quinua fueron influenciados por el calor y la presión producidos durante el proceso de expansión, Así para la variedad Pasankalla se tuvo los siguientes valores: humedad 5.5 por ciento, 10.2 por ciento de proteínas; grasa 5.1 por ciento, fibra 4.8 por ciento; cenizas 2.1 por ciento y 70.3 por ciento de carbohidratos.

4.4 COMPLEMENTARIO BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS

En el presente trabajo se tuvo que comprar quinua trillada de la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda., productor de quinua orgánica con sus más de 600 productores que certifican anualmente sus cultivos de campo (quinua, cañihua y papa), procesos de planta y comercialización. Se compró quinua para poder hacer primero un perlado a nivel micro (reduciendo ciertos procesos) y ver su rendimiento real con el proceso normal que se realiza en Coopain como se describió un bosquejo en el anexo 8, figuras 41,42 y 43.

El perlado o retiro de la cascarilla de compuestos de saponina en variedades de quinua amarga, como en variedades de quinua dulce con cascarilla dura o perigonio, favorecen la humidificación adecuada e influye en la expansión del grano. Por eso, es importante el paso previo de perlar mínimamente el grano de quinua. Como ya lo mencionó (Paucar Mejía, 2012) el grano perfectamente limpio a temperatura ambiente y humedad del 13-14 por ciento se debe someter a un tratamiento previo de perlado.

Tabla 20: Perlado a nivel micro de variedades de quinua trillada orgánica

Variedad	Ingreso		Salida (Kg)			Merma		Rendimiento
	Cantidad	Escarificado	Lavado	Clasificado (>1.1mm)	Perlado	Cantidad	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Kancolla	25	23.174	23.114	22.434	22.434	2.57	10.26	89.74
Pasankalla	25	22.79	22.7	21.35	21.35	3.65	14.60	85.40
Negra collana	25	22.58	22.46	20.62	20.62	4.38	17.51	82.49

En la tabla 20, observamos un proceso mínimo de obtención de quinua perlada en las variedades de Kancolla, Pasankalla y Negra Collana; la quinua Kancolla es el que tiene mayor rendimiento a pesar que no es un grano grande como la Pasankalla o salcedo Inia. Sin embargo, al tener bajo contenido de saponina y perigonio suave, el rendimiento es de 89.74 por ciento. En cambio, en la quinua roja Pasankalla 85.4 por ciento y quinua negra de 82.49 por ciento, pese a que ambos no presentan contenido de saponina en alto porcentaje, pero que tienen como repelente tóxico ante plagas una leve acumulación de otros compuestos como el Pb, este recubrimiento de plomo en la semilla necesita un escarificado y fricción más pronunciada para llegar al color característico, además es observable que la quinua tiene impurezas y quinua menuda (tercera), esto lógicamente va depender de cómo se acopio la quinua trillada (calidad) y de las maquinarias de procesamiento que afectaran al rendimiento. Por ejemplo, se hizo un balance de materia referencial de un día común en Coopain Cabana que está en el anexo 05: Diagramas de flujo de entrada y salida para la elaboración de quinua perlada, por colores de quinua (negra, roja y blanca).

En los procesos observados en Coopain Cabana Ltda. las pérdidas por perlado de granos de quinua blanca son un 10 por ciento en promedio, sin embargo la humedad de salida por contar con lavado a vapor y secado natural en el piso no es homogéneo, la humedad al momento de pasar, por ejemplo, a la siguiente etapa final (etapa iii ó iv) de selector óptico o envasado, la humedad del producto terminado esta entre 10.5 a 11.5 por ciento, si bien es cierto que esta humedad está por debajo de los recomendaciones legislativas y normativas del Codex alimentario, sin embargo se traduce en pérdidas para la empresa (puesto que se observó que por tema de humedades se pierde o gana masa) cuyo necesidad de la empresa es al fin de cuentas comercializar y lucrar; así también en la quinua de variedad negra existe una pérdida de masa regular del 17.2 por ciento en promedio y en la variedad roja de un promedio de 15.5 por ciento de pérdida másica regular considerando en los casos anteriores desde el ingreso de materia prima hasta la salida de estas como producto terminado.

Tabla 21: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad kancolla

Ingreso		Salida		Merma*		Rendimiento
Parámetro	Cantidad (kg)	Quinua popeada (Kg)	Quinua Pulida (Kg)	Cantidad (Kg)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
T1	5.00	3.73	2.93	2.07	41.40	58.6
T2	5.00	3.70	2.57	2.43	48.60	51.4
T3	5.00	3.98	3.18	1.82	36.40	63.6
T4	5.00	4.04	2.91	2.09	41.80	58.2

Nota: T1: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 por ciento de humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

Tabla 22: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad negra collana

Ingreso		Salida		Merma		Rendimiento
Parámetro	Cantidad (kg)	Quinua popeada (Kg)	Quinua Pulida (Kg)	Cantidad (Kg)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
T1	5.00	4.28	2.89	2.12	42.40	57.7
T2	5.00	4.03	2.58	2.42	48.40	51.6
T3	5.00	4.03	2.81	2.19	43.72	56.28
T4	5.00	3.87	2.49	2.51	50.28	49.72

Nota: T1: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 por ciento de humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

Nota: Cada Bach es de 1kg con 5 explosiones.

*La merma hace referencia a la pérdida por explosión brusca de insuflado disperso, la pérdida de humedad de salida (enfriamiento) y la pérdida por proceso de pulido, así como granos que no se expandieron completamente o se partieron.

Tabla 23: Balance de entrada y salida de quinua expandida variedad pasankalla roja

Parámetro	Ingreso		Salida		Merma		Rendimiento
	Cantidad (kg)	Quinua papeada (Kg)	Quinua Pulida (Kg)	Cantidad (Kg)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	
T1	5.00	4.02	2.71	2.29	45.80	54.2	
T2	5.00	3.93	2.58	2.42	48.40	51.6	
T3	5.00	4.02	2.95	2.05	40.94	59.06	
T4	5.00	3.84	2.53	2.47	49.40	50.6	

Nota: T1: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 150 psi, T2: Parámetro de 14 por ciento de humedad y 170 psi, T3: Parámetro 18 por ciento de humedad y 150 psi, T4: Parámetro humedad 18 por ciento y 170 psi.

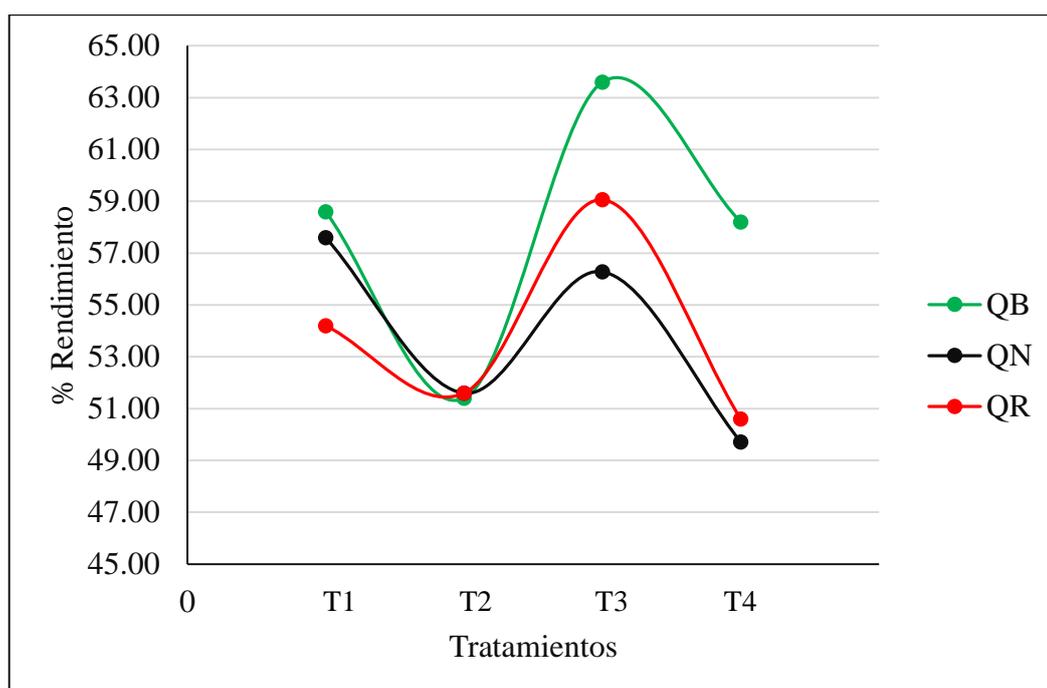


Figura 34. Comparación de porcentaje de rendimiento de expandidos en la quinua kancolla, negra collana y pasankalla roja.

En la figura 34, el mejor rendimiento está en la variedad Kancolla (T3) con 63.6 por ciento con una mayoría de expandidos adecuados en sus características. Las variedades de expandido tanto como la negra collana y la pasankalla roja no supera el 60 por ciento, además con observación que en ambas variedades los expandidos

no se completaron completamente de expandir por ser la presión baja (150 y 170 psi), es decir no se hincharon completamente a estas presiones, teniendo como presiones óptimas > 230 psi. Para humedades de 14 por ciento y 18 por ciento, que necesariamente incidirá en sus compuestos nutricionales y a lo mejor, también, en la reducción de Pb o metales pesados en expandidos, lo cual hace falta investigar a estas humedades y a presiones más elevadas y en más diversidad de cereales. En el caso (Huamaní, 2019) del expandido de quinua pasankalla a una humedad de 12,5 por ciento y presión de 225 psi, tiene un rendimiento de 65.90 por ciento y para la quinua variedad blanca Junín, a una humedad de 12,5 por ciento y a una presión de 190 psi, tiene un rendimiento de 66.46 por ciento.

La quinua expandida concuerda con (Zapana et al., 2019) que menciona que los insuflados de quinua presentaron formas de prolato esferoide con tamaños que oscilaron entre 1,6 y 4,8 mm. Para el rendimiento (Huamaní, 2019) nos explica que al trabajar a baja humedad y baja presión, como en el caso del procesamiento a humedad 9 y presión 225 psi, se obtienen rendimientos menores, las partículas no logran gran expansión y no son uniformes. Es por eso que se producen tantas pérdidas durante el tamizado y el rendimiento de la quinua roja es tan bajo como 57,18 por ciento y 56,49 por ciento de quinua blanca. Al aumentar el contenido de agua al 12,5 por ciento, se pueden obtener gránulos más hinchados, manteniendo la forma original de los gránulos, especialmente la homogeneidad, rendimientos superiores al 65,81 por ciento sin pérdida significativa durante el tamizado de quinua roja y 66.46 por ciento de quinua blanca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los resultados de laboratorio con mejor reducción promedio de contenido de plomo (Pb) en la variedad kancolla orgánica expandido fue a una humedad de 14 por ciento y a presión de 150 psi con una media de 0.0583 mg/kg de Plomo. Para la variedad negra collana, expandida la mejor reducción promedio de contenido de plomo (Pb), fue el tratamiento a 18 por ciento de humedad y a presión de 170 con una media de 0.0808 mg/kg de Plomo. Para la variedad pasankalla roja la mejor reducción de contenido de Pb insuflada fue el tratamiento a una humedad de 18 por ciento y a presión de 150 psi con una media de 0.0613 mg/kg de Plomo.
- El tratamiento para la variedad Kancolla, a una humedad de 14 por ciento y a presión de 150 psi, incidieron en la reducción de contenido de plomo en 0.0367mg/kg comparado con el control T0 (0.0950 mgPb/kg) con proteína 12.56 g/100g, grasa 0.81 g/100g y 2.48 g/100g de ceniza y humedad 7.01 por ciento; así mismo, con un rendimiento de insuflados del 58.6 por ciento. Para la variedad negra collana a 18 por ciento de humedad y a presión de 170 psi incidió en la reducción de un 0.0697 mg/kg respecto al tratamiento control T0 (0.1505 mgPb/kg); además, con buena conservación de compuestos nutricionales con 12.87 g/100g de proteína, 2.39 g/100g de grasa, 1.49 g/100g de ceniza y de humedad 8.5 por ciento. Así mismo, el rendimiento de insuflado para este parámetro fue de 49.72 por ciento. El tratamiento de la variedad pasankalla roja a una humedad de 18 por ciento y a presión de 150 psi incidió en la reducción de un 0.1037 mg/kg de contenido de Pb comparado con su tratamiento control (0.1650 mgPb/kg), además, con 11.74 g/100g proteína, 3.17 g/100g grasa, 2.2 g/100g ceniza y 8.04 por ciento de humedad; así mismo, con un rendimiento en insuflados del 59.06 por ciento.

Estos datos revelan niveles de Pb que están por debajo de los Niveles Máximos (0.2 mg kg⁻¹) en Plomo, en todas las muestras de quinua estudiadas y en todos los tratamientos. Estadísticamente, no hay NM superiores o mayores a 0.2 mg/kg de plomo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar expandidos de cereales de quinua u otros con expansores grado alimentario, teniendo una materia prima de calidad y ecológica u orgánica, así mismo, las BPMs, para de esta manera evitar la contaminación con metales pesados como el plomo, cadmio u otros.
- Hacer expandidos con otros cereales aplicando aditivo o recubrimiento y analizar más metales pesados (Pb, Cd, Cr, Fe, Ni, As, etc.). Tener una base específica del incremento o reducción de estos compuestos que degeneran la salud de la persona, tanto en quinua orgánica y quinua convencional.
- Realizar expandidos por explosión en quinua convencional y orgánica para verificar el nivel mínimo de plomo que existe normalmente en muestras y en cuanto estas reduce los compuestos de metales pesados y nutricionales a una presión mayores a 200 psi en cereales, así como su rendimiento que es útil a nivel comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, F., & Sáenz, L. (2018). Characterization of an austenitic stainless steel AISI 304 H with 15 year in service exposed at high temperature. *Revista Ingeniería*, 25, 415–423. Retrieved from <https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70757670006/html/index.html>
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico, 45(3), 438–469.
- Alcocer, E., & Huamán, E. (2018). *Determinación de Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio en Quinua (Chenopodium Quinoa) expendida en los Mercados de La Victoria, durante el período de Enero del 2018*. Retrieved from <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2566>
- Alexandra, L., Restrepo, M., & Martínez, L. (2005). Analisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. *INNOVAR, Revista de Ciencias Administrativas y Sociales. Universidad Nacional de Colombia*.
- Amari, T., Ghnaya, T., & Abdelly, C. (2017). South African Journal of Botany Nickel , cadmium and lead phytotoxicity and potential of halophytic plants in heavy metal extraction. *South African Journal of Botany*, 111, 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.03.011>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* (Primera). Lima.
- Aranguren Zuleta, F., Burguera, J. L., Burguera, M., & Montilla, J. M. (2003). Concentraciones de plomo en sangre y orina de trabajadores en expendios de gasolina, Trujillo- Venezuela. *Geoenseñanza*, 8(2), 83–93. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/360/36080207.pdf>
- Arturo, J., & Quispe, A. (2014). La conciencia ecológica en el consumo de productos en la ciudad de Puno - Perú. *Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/4498/449844868001.pdf>
- Becerra, L., Colorado, M., Molina, J., Rivera, A., Mesa, M., Velásquez-franco, C. J., &

- Mu, C. (2016). Coexistencia de neuropatía periférica secundaria a intoxicación crónica por plomo y polimiositis: reporte de caso, 3(3), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.rcreu.2016.04.002>
- Bradl, H., Kim, C., Kramar, U., & StÜben, D. (2005). Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation. *Interface Science and Technology*, 6, 28–164. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573428505800213>
- Casaburi, M. ;, Flamini, N. ;, Lettieri, J. ;, Therisod, M. ;, & Stambullian, M. (2019). Revisión bibliográfica obre la migración de metales y otros elementos desde utensilios de cocina hacia los alimentos. *Revista Nutrición Investiga*, 4 Nro 1, 1–58. Retrieved from http://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/19a/rb/832_c.pdf
- Chamorro, V. (2016). Quinoa, 1–8. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00041-3>
- Chancavilca, R. V. (2013). *Evaluación de la presencia de plomo (pb) en los alimentos expandidos elaborados con expansores tipo batch utilizando dos tipos de sellos*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2676>
- Collar, C. (2016). Quinoa, 573–579. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00583-3>
- Dirección Regional de Agricultura. (2021). Puno: serie histórica de producción agrícola. Retrieved from <https://www.agropuno.gob.pe/informacion-estadistica/estadistica-agricola/>
- DRA. (2021). Campañas Agrícolas. Retrieved April 26, 2021, from <http://www.agroarequipa.gob.pe/index.php/agricol/a>
- Ebnesajjad, S. (2000). Properties of Tetrafluoroethylene Homopolymers. *Non-Melt Processible Fluoroplastics*, 257–280. <https://doi.org/10.1016/b978-188420784-6.50017-3>
- EFSA, E. F. S. A. (2010). Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal*, 8(4), 1–151. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- FAO & OMS. (2007). *Alimentos producidos orgánicamente. Codex alimentarius* (Tercera, Vol. 2). Roma.
- FAO & OMS. (2015). Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los

- alimentos y piensos - Codex Stan 193-1995. Retrieved from www.fao.org/input/download/standards/17/CXS_193s_2015.pdf
- García-Gallegos, E., Hernández-Acosta, E., García-Nieto, E., & Acevedo-Sandoval, O. A. (2010). Contenido y traslocación de plomo en avena (*Avena sativa*, L.) Y Haba (*Vicia faba*, L.) de un suelo contaminado. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVII(1), 19–29. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.02.002>
- García, M. (2014). Tecnología de cereales. 2º Curso deciencia y Tecnología de Alimentos. Retrieved June 10, 2021, from <https://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>
- Gil, L., Manyes, L., Font, G., & Berrada, H. (2019). Defensa Alimentaria:revisión de herramientas y estrategias. *Revista Toxicológica*, 36, 99–105. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/919/91967023002/91967023002.pdf>
- Gómez-caravaca, A. M., Iafelice, G., Verardo, V., Marconi, E., & Fiorenza, M. (2014). Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), 157, 174–178. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.023>
- Harper, C. A., & Petrie, E. M. (2003). *Plastics materials and processes. A Concise Encyclopedia*. United States of America.
- Heredia, M. D. R. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados, 21(12), 3372–3385.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (M. HILL, Ed.) (Sexta). Mexico.
- Hoke, K., Hous, M., & Gabrovská, D. (2007). Optimisation of puffing naked barley °, 80, 1016–1022. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.012>
- Huamaní, F. (2018). *Evaluación del perfil químico - nutricional y actividad antioxidante de tres ecotipos de Cañihua (Chenopodium Pallidicaule AELLEN) procedentes de Puno*. Universidad Cayetano Heredia. Retrieved from <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/5954>
- Huamani, L. (2019). *Efecto de la humedad del grano y presión del expansor en el proceso de expandido de quinua (Chenopodium quinoa willd) blanca y roja en Ayacucho*. Tesis. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Retrieved from

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3125>

INACAL. (2016). *Compendio Normas técnicas peruanas granos andinos: Quinua y cañihua 2014 - 2015 - 2016*. Lima.

INIA. (2006). Quinua Inia 415 Pasankalla. Retrieved July 19, 2021, from <http://repositorio.inia.gob.pe/simple-search?query=quinuaf>

INIA. (2013a). Quinua Illpa INIA. Retrieved July 19, 2021, from <http://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/quinua/Quinua-IllpaINIA.pdf>

INIA. (2013b). Quinua INIA 431 - Altiplano. Retrieved July 19, 2021, from <http://repositorio.inia.gob.pe/simple-search?query=quinua>

INIA. (2013c). Quinua Salcedo INIA. Retrieved July 19, 2021, from <http://repositorio.inia.gob.pe/simple-search?query=quinua>

Jankowski, G. R., & Tully, T. N. (2013). Polytetrafluoroethylene (Teflon) Toxicity. *Clinical Veterinary Advisor: Birds and Exotic Pets*, 221. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3969-3.00129-3>

Kayeth, S., Torrado, F., & Parra, J. D. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en relación con el suelo y el clima : Una revisión, 82(2), 241–249.

Korn, M., Andrade, J. B. De, Jesus, D. S. De, Lemos, V. A., Bandeira, M. L. S. F., Walter, N. L., ... Ferreira, S. L. C. (2006). Separation and preconcentration procedures for the determination of lead using spectrometric techniques: A review, 69, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.10.043>

La Paloma Compañía de Metales S.A. de C.V. (2021). Acero inoxidable. Retrieved June 11, 2021, from https://www.lapaloma.com.mx/lapaloma_metales/index.html

Latinreco, S. A. (1992). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa. *Journal Of Food Composition And Analysis* 5,35-68.

Lee, H. J., Kim, S., Suh, H. J., & Ryu, D. (2019). Effects of explosive puffing process on the reduction of ochratoxin A in rice and oats. *Food Control*, 95, 334–338.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.08.004>

- Li, G., Wang, S., & Zhu, F. (2015). Physicochemical properties of quinoa starch. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.064>
- Lilian F. Abugoch James. (2009). *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 58). Chile: Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Liping, L., Zhang, Y., Ippolito, J. A., Xing, W., Qiu, K., & Yang, H. (2019). Heavy metal scalp hair / wheat grain ratio Cd Pb Cu Zn. *Environmental Pollution*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113641>
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016). Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)145-153)
- López, R. M. L., Núñez, G. M., Galán, M. A. F., & González, J. A. (2001). Anemia secundaria a intoxicación por plomo . Nuestra experiencia a propósito de 12 casos, 201(7), 390–393. [https://doi.org/10.1016/S0014-2565\(01\)70855-7](https://doi.org/10.1016/S0014-2565(01)70855-7)
- Lovatón, C. (1999). *Elaboración de un producto expandido por explosión sustituyendo parcialmente harina de trigo porharina de yuca (Manihot esculenta C)*. Universidad Nacional Agraria de la selva. Retrieved from <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/180/FIA-104.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani, S. (2015). *Evaluación del efecto de tres procesos agroindustriales en la estabilidad de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en dos variedades de quinua (Chenopodium quinua Willd)*. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4469>
- Mayta, J. (2009). *Estudio y evaluación del contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo batch tradicionales y prototipo rediseñado*. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/624>

- Mayta, J., Iturregui, A., & Bravo, R. (2010). Estudio y evaluación del contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo batch tradicionales y prototipo rediseñado. *Ciencia y Tecnología Agraria*, 2(5), 200–206.
- Meligy, A. M. A., Waheed, M. M., & El-bahr, S. M. (2019). Effect of heavy metals arsenic , cadmium , and lead on the semen variables of dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Animal Reproduction Science*, 208(January). <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106115>
- Menacho, L. M. P., Dueñas, M., Peñas, E., Frias, J., & Villaluenga, C. M. (2018). Effect of Dry Heat Puffi ng on Nutritional Composition, Fatty Acid, Amino Acid and Phenolic Profi les of Pseudocereals Grains. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4). <https://doi.org/10.1515/pjfn-2018-0005>
- Mendiola, J., & Torres-cantero, A. M. (2014). Calidad seminal y toxicidad de metales pesados y plaguicidas Semen quality and heavy metal and pesticides toxicity, 14(1), 8–19.
- Mercado, G. I. L., Portocarrero, R. B., Mayta, J., & Yucra, M. C. (2010). Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Ciencia y Tecnología Agraria*, 2(1), 188.
- Meyhuay, M., & FAO. (2013). Quinoa Operaciones de Poscosecha. Retrieved February 15, 2021, from <http://www.fao.org/3/ar364s/ar364s.pdf>
- Miranda, R., Caballero, A., & Cadena, F. (2017). Salinidad y el cultivo de la quinua – una breve revisión bibliográfica., 3(1), 87–92.
- Montero, R. (1992). *Serie procesamiento de alimentos 3. Expandidos*. Lima.
- Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>
- Nowak, V., Du, J., & Charrondièrre, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>
- O'Mahony, L. A.-M. and J. A. (2018). Composition, Protein Profile and Rheological

- Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork*, 3. <https://doi.org/10.3390/foods7050073>
- Ochoa, Y. R., Delgado, G. T. C., Tejada, T. R., Yucra, H. R., Durand, A. E., & Hamaker, B. R. (2021). Heavy metal contamination and health risk assessment in grains and grain-based processed food in Arequipa region of Peru. *Chemosphere*, 274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129792>
- Oliva, M., Lucia, A., Cifuentes, D., & García-alzate, L. S. (2018). Physicochemical characterization of cereal and starch of Quinoa *Chenopodium quinoa*, 31(2 mm), 25–29. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018004>
- OMS. (2019). Intoxicacion por plomo y salud. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Oscoco Quispe, K. R. (2013). *Efecto de la variacion de humedad, presion y cantidad de carga en la optencion del maiz amarillo duro (Zea mays L.) expandido*. Universidad José María Arguedas.
- Pando, L. G., & Castellanos, E. A. (2016). *Guía de cultivo de la quinua* (2da ed.). Lima. Retrieved from www.fao.org/publications/en
- Paucar Mejía, H. L. (2012). *Diseño de una Planta Piloto para la elaboracion de cereal instantaneo a partir de cebada dorada*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Pinedo, R., Gomez, L., & Julca, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 5(15), 399–409. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1734>
- Pirzadah, T. B., & Malik, B. (2020). Pseudocereals as super foods of 21st century: Recent technological interventions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2(May), 100052. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100052>
- Quispe, W. (2016). *Evaluación comparativa del contenido proteico, compuestos fenolicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd) orgánica y convencional*. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3655>
- Ramirez, M. A. (2012). *Evaluacion de las propiedades fisicas y quimicas en dos*

- variedades de quinua expandida (Chenopodium quinoa Willd)*. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/383>
- Rinaldi, D. S. (2015). *Estudio de los contenidos de elementos inorgánicos de interés ambiental en suelos afectados por derrames de combustibles derivados del petróleo*. “Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. <http://digital.bl.fcen.uba.ar>.”
- Rodriguez, C., Figueroa, Y., & Prin, J. (2013). Efecto de la temperatura en el comportamiento del acero inoxidable austenítico 316L frente a la corrosión electroquímica.
- Romano, A., & Ferranti, P. (2018). Sustainable Crops for Food Security: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, 1–4. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812687-5.22573-2>
- Rubio, C., Gutiérrez, A. J., Martín, R. E., Revert, C., Lozano, G., & Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de Toxicología*, 21(2–3). Retrieved from <https://www.redalyc.org/html/919/91921303/>
- Sánchez, F. R., Peláez, F. P., & Sánchez, F. R. (2019). Determinación de contaminantes químicos en alimentos cultivados procedentes de la minería en Shiracmaca Huamachuco - La Libertad 2012-2013. *Ciencia y Tecnología*, 15(2), 27–40.
- Sánchez, M., & Rengifo Trigozo, J. P. (2017). Evaluación del contenido de metales pesados (Cd y Pb) en diferentes edades y etapas fenológicas del cultivo de cacao en dos zonas del Alto Huallaga, Huánuco (Perú). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(1), 87. <https://doi.org/10.25127/aps.20171.356>
- Scanlin, L., & Lewis, K. A. (2017). *Quinoa as a Sustainable Protein Source : Production , Nutrition , and Processing*. *Sustainable Protein Sources*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00014-7>
- Schoenlechner, R. (2017). *Quinoa : Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes*. *Gluten-Free Ancient Grains*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100866-9/00005-4>
- SENASA. (2014). Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros contaminantes en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*), 22.

- SENASA. (2019). *Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, año 2018*. Lima. Retrieved from <https://www.senasa.gob.pe/senasa/programa-nacional-de-monitoreo/>
- Sergi, C. (2019). Tetrafluoroethylene: For Production of Teflon, Fluoroplastics, and Fluoroelastomers. In J. B. T.-E. of E. H. (Second E. Nriagu (Ed.) (pp. 33–36). Oxford: Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11315-6>
- Sierra y selva exportadora. (2021). *Analisis de mercado 2015 -2020 quinua*.
- Singh, P., & Heldman, D. (2009). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. (Academic press, Ed.) (2da ed.). Zaragoza. Retrieved from <https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>
- Son, M., Maruyama, E., Shindo, Y., Suganuma, N., Sato, S., & Ogawa, M. (2006). Case of polymer fume fever with interstitial pneumonia caused by inhalation of polytetrafluoroethylene (Teflon). *Chudoku kenkyu : Chudoku Kenkyukai jun kikanshi = The Japanese journal of toxicology*, 19(3), 279–282. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/16922460>
- Sullivan, J. F., Konstance, R. P., Aceto, N. C., Heiland, W. K., & Craig, J. C. (1977). Continuous Explosion-Puffing of Potatoes. *Journal of Food Science*, 42(6), 1462–1463. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb08400.x>
- Union European. (2017). Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006). Retrieved from <http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC068134/>
- Valdivia, P. (2020). *Cultivo de quinua organica en el distrito de andaray y zonas altoandinas de la region arequipa*. Arequipa. Retrieved from https://www.agroarequipa.gob.pe/images/boletines/biblioteca/Folleto_Quinua_2020_compressed.pdf
- Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007>
- Vilche, C., Gely, M., & Santalla, E. (2003). Physical properties of quinoa seeds. *Biosystems Engineering*, 86(1), 59–65. <https://doi.org/10.1016/S1537->

5110(03)00114-4

- Villanueva, V. V., Cuadra, V. M. G., & Heredia, R. A. (2016). *La Quinoa en el Perú Tecnología, economía, mercados*. (Primera). Lima.
- Yulieth C. Reyes, I. V. &, & González, O. E. T. M. D. & E. E. (2016). Heavy metals contamination: implications for health and food safety. *Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá D.C., Colombia)*, 16, 66–77.
- Zapana, F., Bruijn, J. de, Vidal, L., Melin, P., Gonzalez, M. E., Cabrera, G., ... Borquez, R. (2019). Estudio del proceso termico de insuflado de quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) variedad roja INIA con recubrimiento. *Universidad de Concepción, Fac. Ingeniería Agrícola, Depto. Agroindustrias, Chillán, Chile*, 1–20. Retrieved from <http://www.indap.gob.cl>

ANEXOS

Anexo 01: Fotografías obtenidas del proceso de obtención de muestras



Figura 35: Proceso de escarificado y obtención de quinua perlada – COOPAIN CABANA.



Figura 36: Acondicionamiento y determinación de humedad



Figura 37: Cañón expansor por explosión capacidad 1 kg por Bach. De prueba con tapa teflón e interior material acero inox. – Instalaciones de la Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda.



Figura 38: Pulido de quinua expandida con una adaptación de una escarificadora.

Anexo 02: Fotografías e imágenes del Proceso de análisis de pb en las muestras.

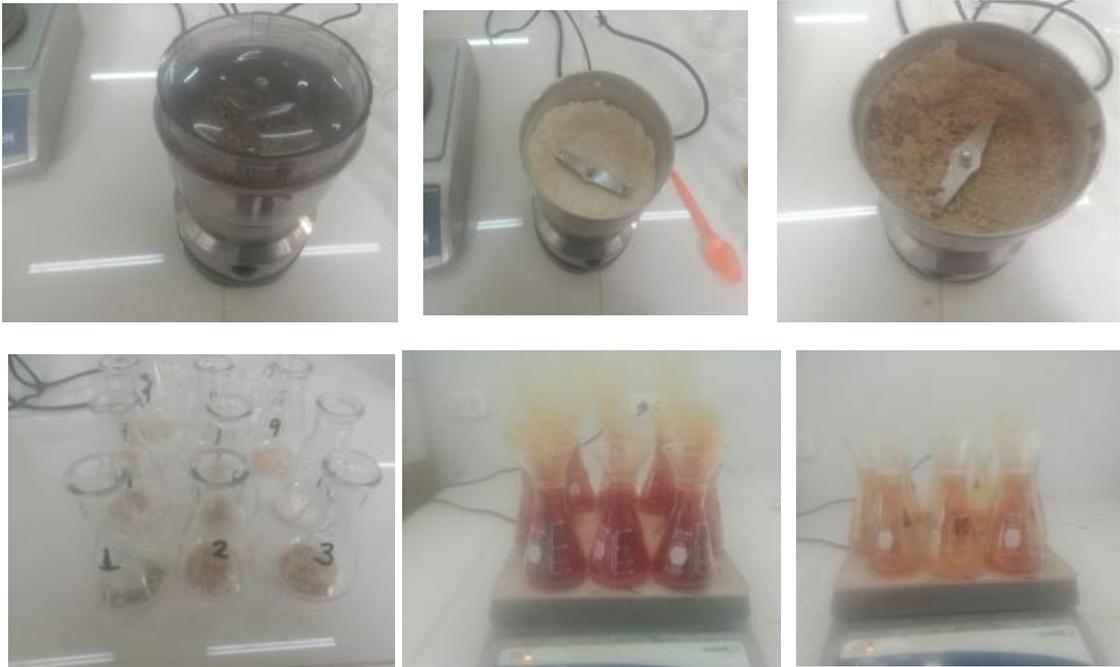


Figura 39: Molienda y ataque de muestra con nítrico-perclórico / 4:1 – en instalaciones de Universidad Nacional Agraria la Selva

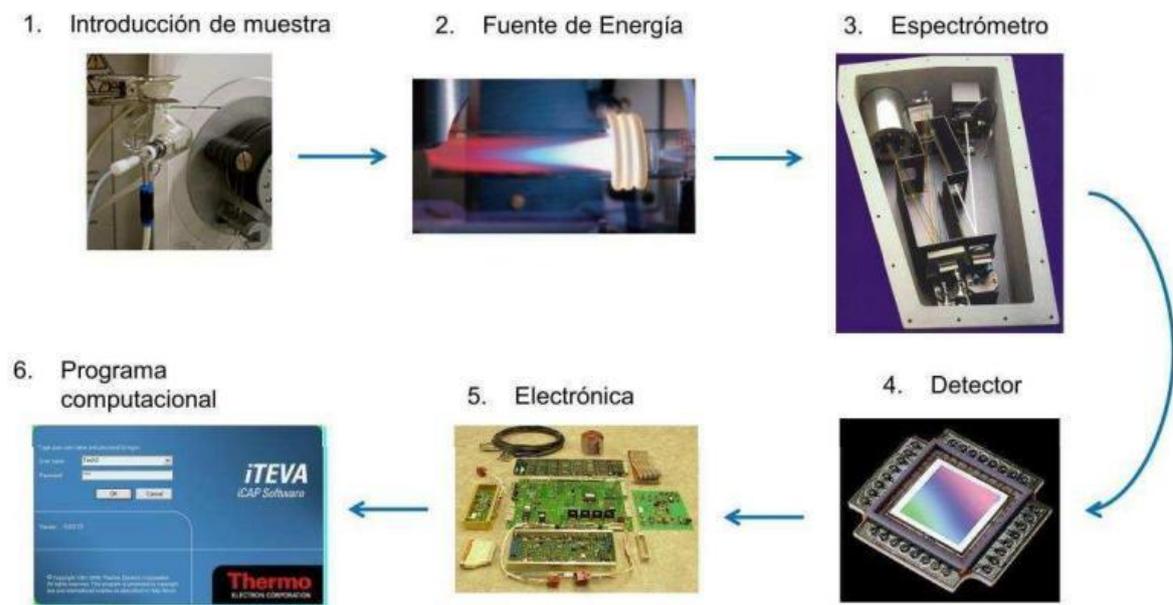


Figura 40: Esquema simplificado del análisis con ICP OES

Fuente: (Rinaldi, 2015)

Anexo 03: Ficha técnica del cañón expensor de cereales

FICHA TÉCNICA

Descripción:

El equipo expensor de cereales o conocido comúnmente popeadora o tostadora es un equipo que está hecho para poder expandir a altas presiones los cereales y granos como la quinua, cañihua, arroz, maíz entre otros, además cuenta con un cierre hermético de tapa.



Tapa de material de teflón resistente al calor.

Calentamiento a gas.



Material

Zonas en contacto con el producto: AISI 304

Resto de zonas: Hierro fundido y manubrio de aluminio.

Tapa de cañón expensor: El politetrafluoroetileno (PTFE) más conocido como teflón.

Características técnicas

Modelo	Sin marca
Matriz	Manual
Material	Interior: Acero inox AISI 304, resto zonas: Hierro fundido
Cap. Productiva	1000 gr/Batch
Tapa	Politetrafluoroetileno (PTFE)
Altura Max.	110 cm
Peso bruto	65 kg
Motor	¼ Hp
Manómetro	0 a 350 lbf/in ²

Anexo 04: Hidratación de los granos de quinua

Por la técnica sugerido por Castro (1986) y citado por (Huamani, 2019) empleando el metodo de aproximación de los mínimos cuadrados.

- Pesar en una balanza de presición 100 gramos del cereal y adicionar agua (2 gramos o 2 por ciento de la muestra).
- Dejar que la humedad penetre por 3 horas de manera homogenea colocados dentro de una bolsa de polipropileno Ziplock cerrado y hermetico.
- Culminado el tiempo de hidratación, se procede a medir el porcentaje de humedad usando un equipo medidor de humedad o termobalanza por diferencia de pesos.
- Este procedimiento se repetira anadiendo cada vez un porcentaje mayor y secuencial de agua de 4 por ciento, 6 por ciento, 8 por ciento, 10 por ciento, 12 por ciento y 14 por ciento traducidos en gramos o porcentaje respecto al peso de la muestra.
- Para conocer la cantidad de agua absorbida por la muestra, se usara la técnica de aproximacion de mínimos cuadrados y asi obtener las constantes (a y b) de la ecuación matemática. Asi mismo para evitar calculos largos se puede usar tambien el soffware excel para obtener la grafica y R^2 .

$$Y = bx + a$$

Y= Representa el porcentaje de humedad obtenido después de la hidratación.

X= Es la cantidad de porcentaje de agua añadido en gramos.

Anexo 05: Diagramas de flujo de entrada y salida para la elaboración de quinua perlada

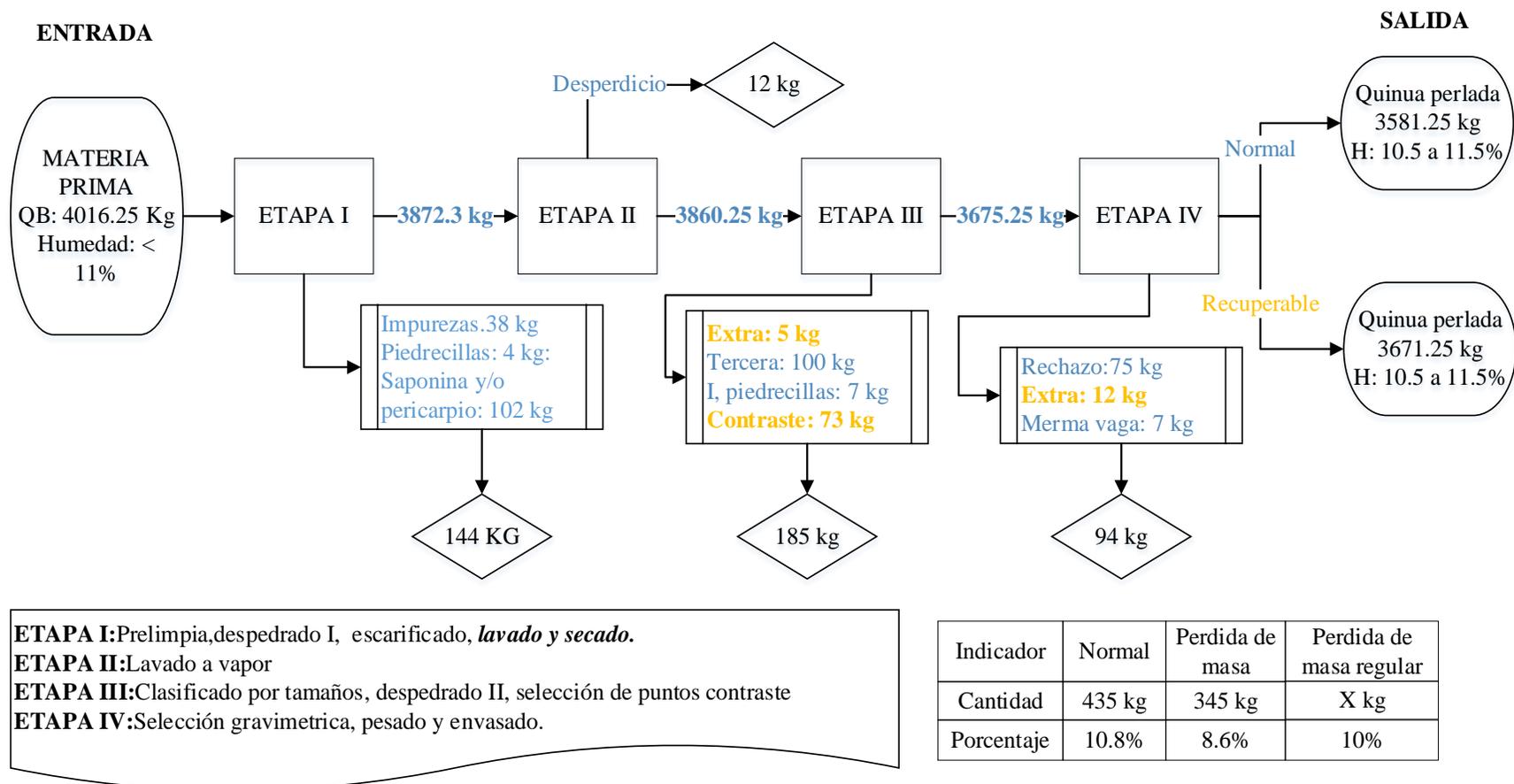


Figura 41: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua blanca perlada.

Fuente: Obtenidos de Coopain –cabana Ltda, proceso completo de obtencion de quinua blanca perlada un dia normal de un turno.

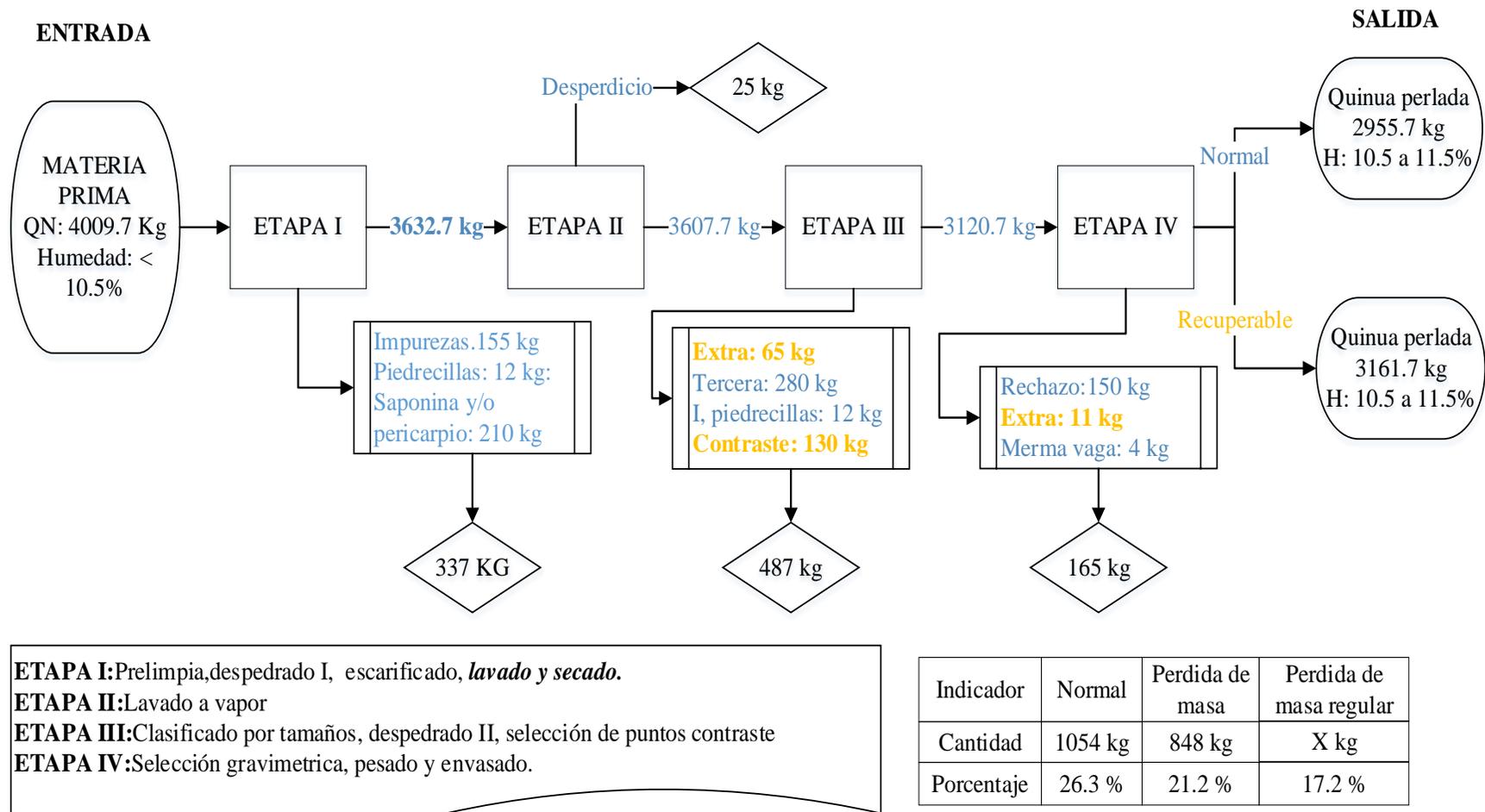


Figura 42: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua negra perlada

Fuente: Obtenidos de Coopain –cabana Ltda, proceso completo de obtención de quinua negra perlada un día normal de un turno.

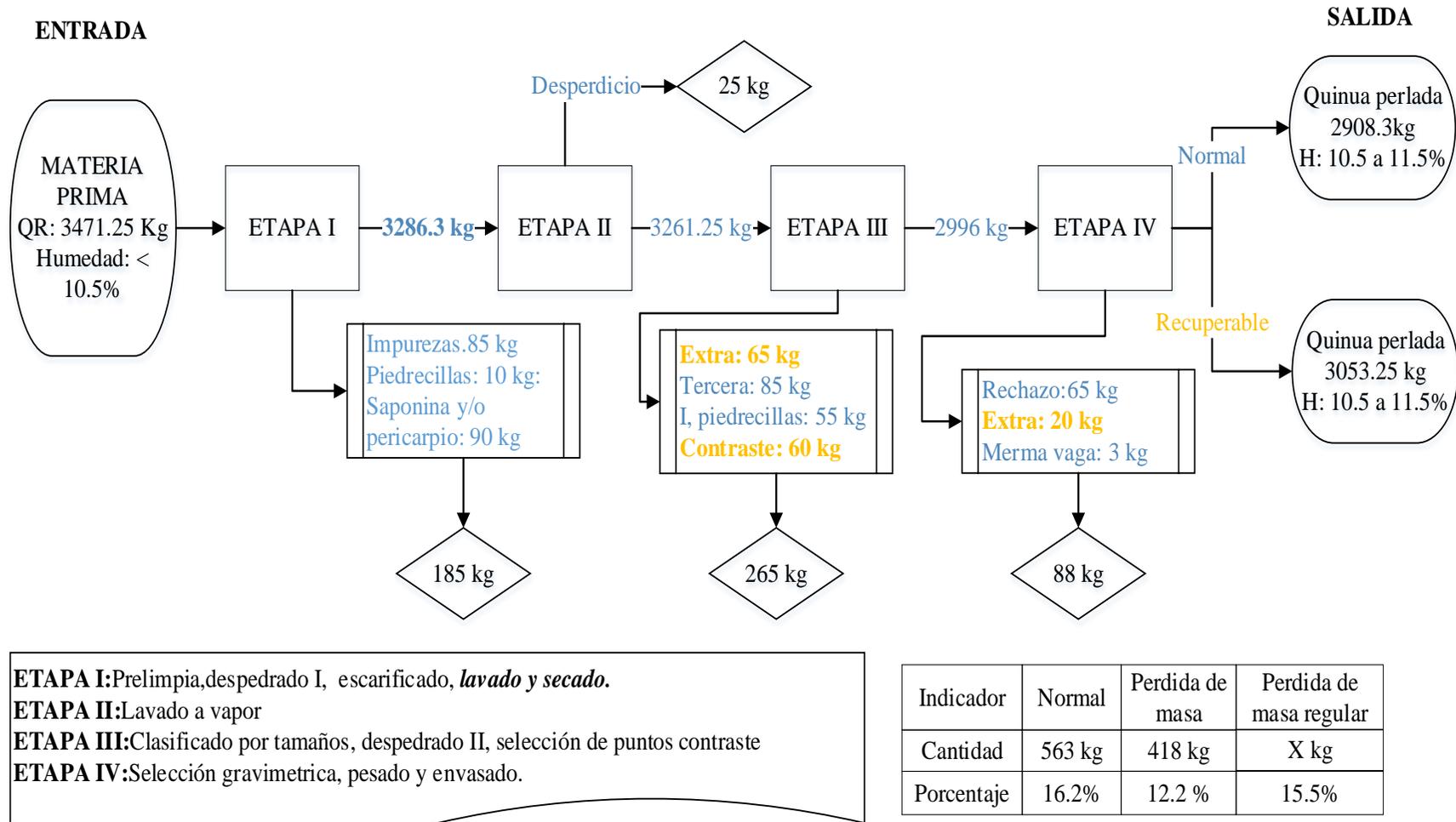


Figura 43: Diagrama flujo entrada y salida elaboración de quinua roja perlada

Fuente: Obtenidos de Coopain –cabana Ltda, proceso completo de obtención de quinua roja perlada un día normal de un turno.

Anexo 06: Resultado de análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



ANALISIS

SOLICITANTE Parillo Gutierrez, Ivan
INVESTIGACIÓN Determinación de los parámetros y contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades variedades de quinua(Chenopodium Quinoa Willd)

DEPARTAMENTO : Puno
PROVINCIA : San Roman
DISTRITO : Juliaca

N°	CODIGO	DATOS DE LA MUESTRA			Pb
		Muestra	Tipo	Cod. Sol.	mg/Kg
1	ICP 0881	Quinoa negra	Normal	00-00QN	0.1505
2	ICP 0882	Quinoa negra	Expandida	14-150QN	0.1640
3	ICP 0883	Quinoa negra	Expandida	14-150QN	0.1705
4	ICP 0884	Quinoa negra	Expandida	14-150QN	0.1645
5	ICP 0885	Quinoa negra	Expandida	14-170QN	0.1480
6	ICP 0886	Quinoa negra	Expandida	14-170QN	0.1445
7	ICP 0887	Quinoa negra	Expandida	14-170QN	0.1505
8	ICP 0888	Quinoa negra	Expandida	18-150QN	0.1075
9	ICP 0889	Quinoa negra	Expandida	18-150QN	0.1155
10	ICP 0890	Quinoa negra	Expandida	18-150QN	0.0990
11	ICP 0891	Quinoa negra	Expandida	18-170QN	0.0820
12	ICP 0892	Quinoa negra	Expandida	18-170QN	0.0795
13	ICP 0893	Quinoa negra	Expandida	18-170QN	0.0810

N°	CODIGO	DATOS DE LA MUESTRA			Pb
		Muestra	Tipo	Cod. Sol.	mg/Kg
14	ICP 0894	Quinoa blanca	Normal	00-00QB	0.0950
15	ICP 0895	Quinoa blanca	Expandida	14-150QB	0.0570
16	ICP 0896	Quinoa blanca	Expandida	14-150QB	0.0595
17	ICP 0897	Quinoa blanca	Expandida	14-150QB	0.0585
18	ICP 0898	Quinoa blanca	Expandida	14-170QB	0.0911
19	ICP 0899	Quinoa blanca	Expandida	14-170QB	0.0910
20	ICP 0900	Quinoa blanca	Expandida	14-170QB	0.0925
21	ICP 0901	Quinoa blanca	Expandida	18-150QB	0.0740
22	ICP 0902	Quinoa blanca	Expandida	18-150QB	0.0755
23	ICP 0903	Quinoa blanca	Expandida	18-150QB	0.0770
24	ICP 0904	Quinoa blanca	Expandida	18-170QB	0.0625
25	ICP 0905	Quinoa blanca	Expandida	18-170QB	0.0605
26	ICP 0906	Quinoa blanca	Expandida	18-170QB	0.0620

Equipo: ICP OES /HORIBA-Ultima expert

Método: Digestión ácida//Determinación de elementos por espectrofotómetro de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICPOES)

Recibo N°: 0622019

Fecha 10/02/2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN

 Dra. Elizabeth Ordoñez Gómez
 DIRECTORA

Ing. Sphaer Rodríguez Biguel
 ESPECIALISTA AREA ICP OES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



ANALISIS

SOLICITANTE Parrillo Gutierrez, Ivan
INVESTIGACIÓN Determinación de los parámetros y contenido de plomo en insuflados por explosión de diferentes variedades variedades de quinua (Chenopodium Quinoa Willd)

DEPARTAMENTO : Puno
PROVINCIA : San Roman
DISTRITO : Juliaca

N°	CODIGO	DATOS DE LA MUESTRA			Pb
		Muestra	Tipo	Cod. Sol.	mg/Kg
27	ICP 0907	Quinoa roja	Normal	00-00QR	0.1650
28	ICP 0908	Quinoa roja	Expandida	14-150QR	0.0615
29	ICP 0909	Quinoa roja	Expandida	14-150QR	0.0630
30	ICP 0910	Quinoa roja	Expandida	14-150QR	0.0615
31	ICP 0911	Quinoa roja	Expandida	14-170QR	0.0775
32	ICP 0912	Quinoa roja	Expandida	14-170QR	0.0755
33	ICP 0913	Quinoa roja	Expandida	14-170QR	0.0780
34	ICP 0914	Quinoa roja	Expandida	18-150QR	0.0615
35	ICP 0915	Quinoa roja	Expandida	18-150QR	0.0605
36	ICP 0916	Quinoa roja	Expandida	18-150QR	0.0620
37	ICP 0917	Quinoa roja	Expandida	18-170QR	0.0635
38	ICP 0918	Quinoa roja	Expandida	18-170QR	0.0617
39	ICP 0919	Quinoa roja	Expandida	18-170QR	0.0631

Equipo: ICP OES /HORIBA-Ultima expert

Método: Digestión ácida//Determinación de elementos por espectrofotómetro de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICPOES)

Recibo N°: 0622019

Fecha 10/02/2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN
Dra. Elizabeth Ordoñez-Gómez
DIRECTORA

Ing. Sánchez Rodríguez Miguel
ESPECIALISTA AREA ICP OES

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0145-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N° 552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa blanca expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14150QB

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,01
Proteínas	g/100g	12,56
Grasa	g/100g	0,81
Cenizas	g/100g	2,48

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR


Blga. Mercedes Manza Quispe Flores
C. P. 0. 2017



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Teléfono: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0146-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa blanca expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14170QB
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	6,62
Proteínas	g/100g	9,67
Grasa	g/100g	2,49
Cenizas	g/100g	1,87

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1980) (Rev 2011)


Olga Mercedes Mantua Quijse Flores
C. B. P. 1117



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-0147-2021
SO-0047-2021**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa blanca expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18150QB
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,45
Proteínas	g/100g	10,52
Grasa	g/100g	2,72
Cenizas	g/100g	1,98

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

Biga, Mercedes María C. B. P.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-0149-2021
SO-0047-2021**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa roja expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14150QR
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,05
Proteínas	g/100g	15,81
Grasa	g/100g	4,36
Cenizas	g/100g	2,99

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

Biga Mercedes Maritza Quispe Flores
C. B. P. 4217



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0148-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa blanca expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18170QB
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,65
Proteínas	g/100g	8,64
Grasa	g/100g	2,50
Cenizas	g/100g	2,07

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)


Blga. Mercedes Maritza Quispe Flórez
C. B. P. 1917



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-0150-2021
SO-0047-2021**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa roja expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14170QR
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,30
Proteínas	g/100g	10,89
Grasa	g/100g	3,38
Cenizas	g/100g	2,09

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205 002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico	CEREALES Y MENESTRAS NTP -205 004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS NTP -205 005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico	CEREALES Y MENESTRAS NTP -205 006 (1980) (Rev.2011)

Blga. Mercedes Maritza Quispe Flores

C. B. P. 1917

DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no podrán ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0152-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinua roja expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18170QR
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	8,10
Proteínas	g/100g	9,44
Grasa	g/100g	3,06
Cenizas	g/100g	1,84

Métodos de Referencia:

Humedad: NTP 205.002.1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico: CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl): CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico: CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1980) (Rev 2011)



Bigla Mercedes Maritza Osape Piórez
C. B. P. 4917

DIRECTORA DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0151-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinua roja expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18150QR
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	8,04
Proteínas	g/100g	11,74
Grasa	g/100g	3,17
Cenizas	g/100g	2,20

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002 1979 (Revisado el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1990) (Rev.2011)

Blga. Mercedes Maritza Qospe Piórez
C. B. P. 1917



DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0153-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa negra expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14150QN
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	7,12
Proteínas	g/100g	10,11
Grasa	g/100g	2,81
Cenizas	g/100g	2,00

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR



Blna. Mercedes Maritza Quispe Florez

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0154-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa negra expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Pamillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 14170QN
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	6,78
Proteínas	g/100g	8,56
Grasa	g/100g	1,97
Cenizas	g/100g	1,87

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205 004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205 005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico, CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205 006 (1980) (Rev.2011)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR



Btga. Mercedes Maritza Céspedes Flores
C. B. P. 4317

DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-0155-2021
SO-0047-2021**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa negra expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18150QN
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	8,40
Proteínas	g/100g	11,22
Grasa	g/100g	3,64
Cenizas	g/100g	2,58

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002-1979 (Revsada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

Btga. Mercedes Maritza Quispe Flórez
C. B. P. 4012



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0157-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa blanca en grano
Matriz química: Cereales y menestras
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 00-00QB
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	10,3
Proteínas (*)	g/100g	16,77
Grasa (*)	g/100g	7,83
Cenizas (*)	g/100g	4,85

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS NTP -205.006 (1980) (Rev 2011)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

Biga, Mercedes Maritza Quispe Flórez

C. B. P. 4917

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratorioulouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-0156-2021
SO-0047-2021**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa negra expandido
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 18170QN
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29
Datos declarados por el cliente
Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	8,51
Proteínas	g/100g	12,87
Grasa	g/100g	2,39
Cenizas	g/100g	1,49

Métodos de Referencia:

Humedad NTP 205.002-1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl) CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.006 (1980) (Rev 2011)


Blga. Mercedes Maritza Quispe Flores



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0158-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinua roja en grano
Matriz química: Cereales y menestras
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 00-00QR
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/26 **Datos declarados por el cliente**
Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	9,8
Proteínas (*)	g/100g	16,38
Grasa (*)	g/100g	7,91
Cenizas (*)	g/100g	6,85

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002:1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas. Método gravimétrico	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.004 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev 2011)
Determinación de Grasa. Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.006 (1980) (Rev 2011)

Blga. Mercedes Maritza Quispe Florez

C. B. P. 3917

DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



INFORME DE ENSAYO LLP-0159-2021 SO-0047-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Ivan Parrillo Gutierrez
Dirección Legal: Jr. San Isidro N°552 – Juliaca – San Roman – Puno.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Quinoa negra en grano
Matriz química: Cereales y menestras
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/01/21
Fecha de Ensayo: 2021/01/21

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sr. Ivan Parrillo Gutierrez
Fecha de Toma de Muestra: 2021/01/20
Procedencia de la Muestra: Cabana
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno sellada de 200g.
Lote: 00-00QN
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/01/29

Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 43-01-2021

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	10,7
Proteínas (*)	g/100g	16,84
Grasa (*)	g/100g	8,08
Cenizas (*)	g/100g	5,28

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Humedad	NTP 205.002.1979 (Revisada el 2016) (1979)
Determinación de Cenizas, Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.004 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Proteínas (método de kjeldahl)	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
Determinación de Grasa, Método gravimétrico.	CEREALES Y MENESTRAS, NTP -205.006 (1980) (Rev.2011)

Blga. Mercedes María Quispe Flores
C. B. P. 4317



DIECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Anexo 07: Análisis de los resultados de contenido de plomo en los tratamientos

Tabla 24: Varianza y desviación estándar en los resultados de Pb

Muestra	Variedad	Tipo	Tratamiento	Código de parámetros	Repeticiones contenido de Pb (mg/Kg)	\bar{x}	$(x_i - \bar{x})^2$	$\sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}$	Desviación estándar (S)
Quinoa blanca orgánica	<i>Kancolla</i>	<i>Normal</i>	<i>T0</i>	<i>00-00QB¹</i>	<i>0.0950</i>	0.0950	0.000000000	3.24E-06	0.0018000
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QB</i>	<i>0.0570</i>		0.000001778		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QB</i>	<i>0.0595</i>	0.0583	0.000001361	0.000001583	0.0012583
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QB</i>	<i>0.0585</i>		0.000000028		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QB</i>	<i>0.0911</i>		0.000000188		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QB</i>	<i>0.0910</i>	0.0915	0.000000284	0.000000703	0.0008386
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QB</i>	<i>0.0925</i>		0.000000934		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QB</i>	<i>0.0740</i>		0.000002250		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QB</i>	<i>0.0755</i>	0.0755	0.000000000	0.000002250	0.0015000
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QB</i>	<i>0.0770</i>		0.000002250		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QB</i>	<i>0.0625</i>		0.000000694		
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QB</i>	<i>0.0605</i>	0.0617	0.000001361	0.000001083	0.0010408
	<i>Kancolla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QB</i>	<i>0.0620</i>		0.000000111		
	Quinoa negra orgánica	<i>Negra collana</i>	<i>Normal</i>	<i>T0</i>	<i>00-00QN²</i>	<i>0.1505</i>	0.1505	0.000000000	0.000004000
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QN</i>	<i>0.1640</i>		0.000005444		
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QN</i>	<i>0.1705</i>	0.1663	0.000017361	0.000013083	0.0036171
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QN</i>	<i>0.1645</i>		0.000003361		
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QN</i>	<i>0.1480</i>		0.000000111		
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QN</i>	<i>0.1445</i>	0.1477	0.000010028	0.000009083	0.0030139
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QN</i>	<i>0.1505</i>		0.000008028		
<i>Negra collana</i>		<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QN</i>	<i>0.1075</i>		0.000000028		

Quinoa roja orgánica	<i>Negra collana</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QN</i>	<i>0.1155</i>	<i>0.1073</i>	<i>0.000066694</i>	<i>0.000068083</i>	<i>0.0082513</i>
	<i>Negra collana</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QN</i>	<i>0.0990</i>		<i>0.000069444</i>		
	<i>Negra collana</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QN</i>	<i>0.0820</i>		<i>0.000001361</i>		
	<i>Negra collana</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QN</i>	<i>0.0795</i>	<i>0.0808</i>	<i>0.000001778</i>	<i>0.000001583</i>	<i>0.0012583</i>
	<i>Negra collana</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QN</i>	<i>0.0810</i>		<i>0.000000028</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Normal</i>	<i>T0</i>	<i>00-00QR³</i>	<i>0.1650</i>	<i>0.1650</i>	<i>0.000000000</i>	<i>0.000001210</i>	<i>0.0011000</i>
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QR</i>	<i>0.0615</i>		<i>0.000000250</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QR</i>	<i>0.0630</i>	<i>0.0620</i>	<i>0.000001000</i>	<i>0.000000750</i>	<i>0.0008660</i>
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T1</i>	<i>14-150QR</i>	<i>0.0615</i>		<i>0.000000250</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QR</i>	<i>0.0775</i>		<i>0.000000250</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QR</i>	<i>0.0755</i>	<i>0.0770</i>	<i>0.000002250</i>	<i>0.000001750</i>	<i>0.0013229</i>
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T2</i>	<i>14-170QR</i>	<i>0.0780</i>		<i>0.000001000</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QR</i>	<i>0.0615</i>		<i>0.000000028</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QR</i>	<i>0.0605</i>	<i>0.0613</i>	<i>0.000000694</i>	<i>0.000000583</i>	<i>0.0007638</i>
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T3</i>	<i>18-150QR</i>	<i>0.0620</i>		<i>0.000000444</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QR</i>	<i>0.0635</i>		<i>0.000000538</i>		
	<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QR</i>	<i>0.0617</i>	<i>0.0628</i>	<i>0.000001138</i>	<i>0.000000893</i>	<i>0.0009452</i>
<i>Pasankalla</i>	<i>Expandida</i>	<i>T4</i>	<i>18-170QR</i>	<i>0.0631</i>		<i>0.000000111</i>			

00-00QB¹ : Datos promediados por encargo al docente del laboratorio de la UNAS con repeticiones de 0.0968, 0.0932 y 0.0950

00-00QN² : Datos promediados por encargo al docente del laboratorio de la UNAS con repeticiones de 0.1505, 0.1485 y 0.1525

00-00QR³ : Datos promediados por encargo al docente del laboratorio de la UNAS con repeticiones de 0.1650, 0.1639 y 0.1661

Tabla 25: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua *Kancolla expandida*

Descriptivos

Pb

	N	Average	Standard deviation	Standard error	95 % confidence interval for the mean		Minimum	Maximum
					Lower limit	upper limit		
Control	3	.095000	.0018000	.0010392	.090529	.099471	.0932	.0968
T1	3	.058333	.0012583	.0007265	.055208	.061459	.0570	.0595
T2	3	.091533	.0008386	.0004842	.089450	.093617	.0910	.0925
T3	3	.075500	.0015000	.0008660	.071774	.079226	.0740	.0770
T4	3	.061667	.0010408	.0006009	.059081	.064252	.0605	.0625
Total	15	.076407	.0155276	.0040092	.067808	.085006	.0570	.0968

Prueba de homogeneidad de varianzas

Pb

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
.272	4	10	.889

ANOVA

Pb

	Sum of squares	gl	Quadratic mean	F	Sig.
Between groups	.003	4	.001	473.729	.000
Within groups	.000	10	.000		
Total	.003	14			

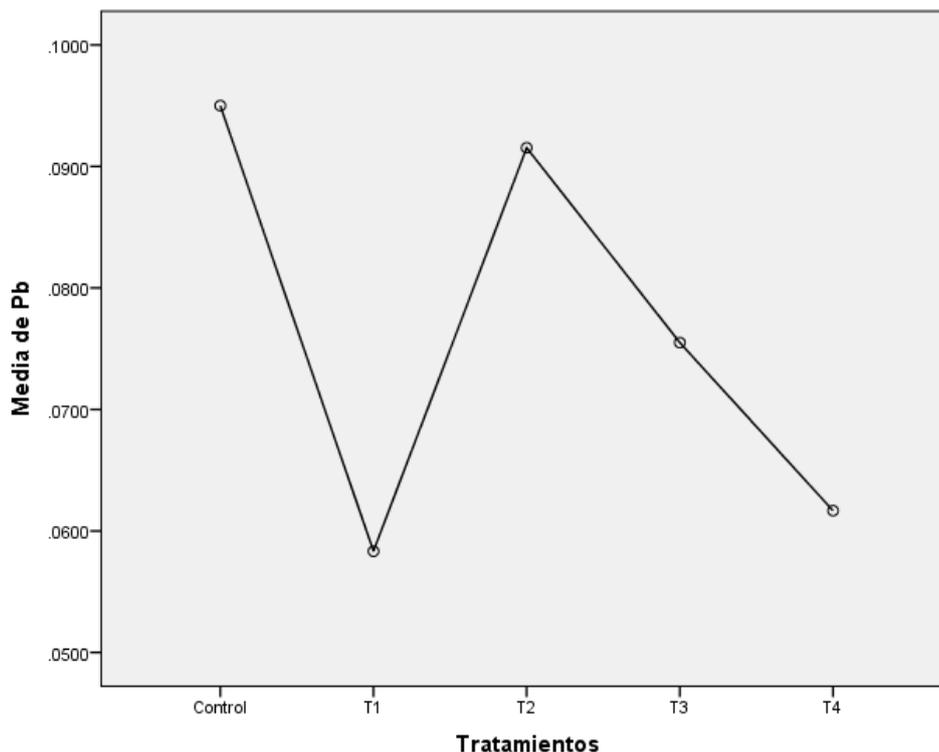


Figura 44: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Kancolla expandida

Tabla 26: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Kancolla expandida

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Pb

T de Dunnett (bilateral)^a

(I) Tratamientos	(J) Muestra	Difference of means (I-J)	Standard error	Sig.	95 % confidence interval	
					Lower limit	upper limit
T1	Control	-.0366667*	.0010869	.000	-.039808	-.033525
T2	Control	-.0034667*	.0010869	.031	-.006608	-.000325
T3	Control	-.0195000*	.0010869	.000	-.022642	-.016358
T4	Control	-.0333333*	.0010869	.000	-.036475	-.030192

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Tabla 27: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Negra Collana expandida

Descriptivos

Pb

	N	Average	Standard deviation	Standard error	95 % confidence interval for the mean		Minimum	Maximum
					Límite inferior	Límite superior		
Control (T0)	3	.150500	.0020000	.0011547	.145532	.155468	.1485	.1525
T1	3	.166333	.0036171	.0020883	.157348	.175319	.1640	.1705
T2	3	.147667	.0030139	.0017401	.140180	.155154	.1445	.1505
T3	3	.107333	.0082513	.0047639	.086836	.127831	.0990	.1155
T4	3	.080833	.0012583	.0007265	.077708	.083959	.0795	.0820
Total	15	.130533	.0328832	.0084904	.112323	.148743	.0795	.1705

Prueba de homogeneidad de varianzas

Pb

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1.848	4	10	.196

ANOVA

Pb

	Sum of squares	gl	Quadratic mean	F	Sig.
Between groups	.015	4	.004	194.955	.000
Within groups	.000	10	.000		
Total	.015	14			

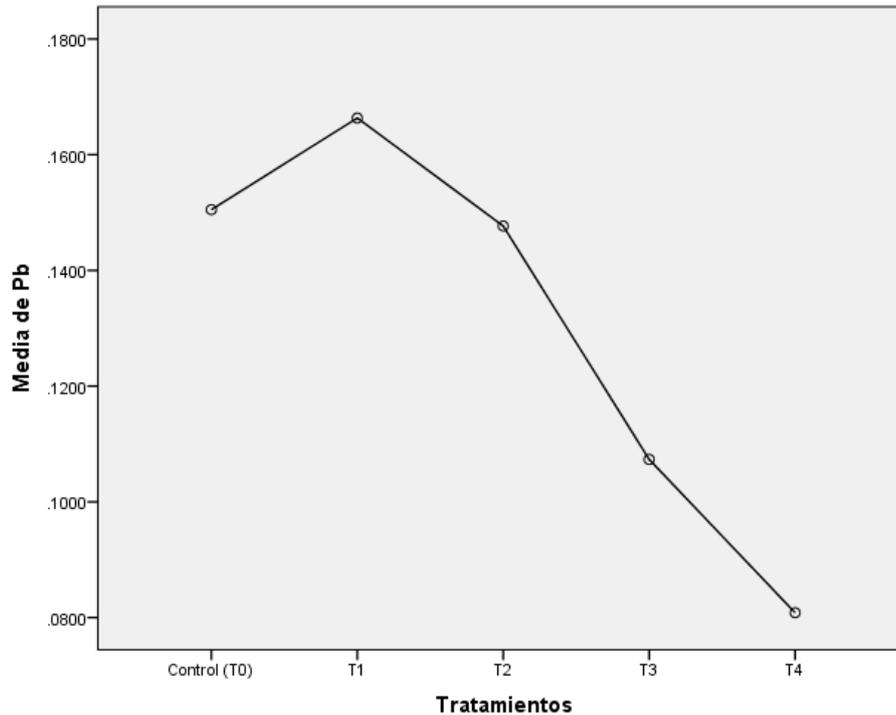


Figura 45: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Negra Collana expandida

Tabla 28: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Negra Collana expandida

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Pb

T de Dunnett (bilateral)^a

(I) Tratamientos	(J) Muestras	Difference of means (I-J)	Standard error	Sig.	95 % confidence interval	
					Lower limit	upper limit
T1	Control (T0)	.0158333*	.0035746	.004	.005501	.026166
T2	Control (T0)	-.0028333	.0035746	.842	-.013166	.007499
T3	Control (T0)	-.0431667*	.0035746	.000	-.053499	-.032834
T4	Control (T0)	-.0696667*	.0035746	.000	-.079999	-.059334

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Tabla 29: Descriptivos y ANOVA para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Pasankalla roja expandida

Descriptivos

Pb

	N	Average	Standard deviation	Standard error	95 % confidence interval for the mean		Minimum	Maximum
					Lower limit	upper limit		
Control (T0)	3	.165000	.0011000	.0006351	.162267	.167733	.1639	.1661
T1	3	.062000	.0008660	.0005000	.059849	.064151	.0615	.0630
T2	3	.077000	.0013229	.0007638	.073714	.080286	.0755	.0780
T3	3	.061333	.0007638	.0004410	.059436	.063231	.0605	.0620
T4	3	.062767	.0009452	.0005457	.060419	.065115	.0617	.0635
Total	15	.085620	.0415305	.0107231	.062621	.108619	.0605	.1661

Prueba de homogeneidad de varianzas

Pb

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
.407	4	10	.800

ANOVA

Pb

	Sum of squares	gl	Quadratic mean	F	Sig.
Between groups	.024	4	.006	5816.966	.000
Within groups	.000	10	.000		
Total	.024	14			

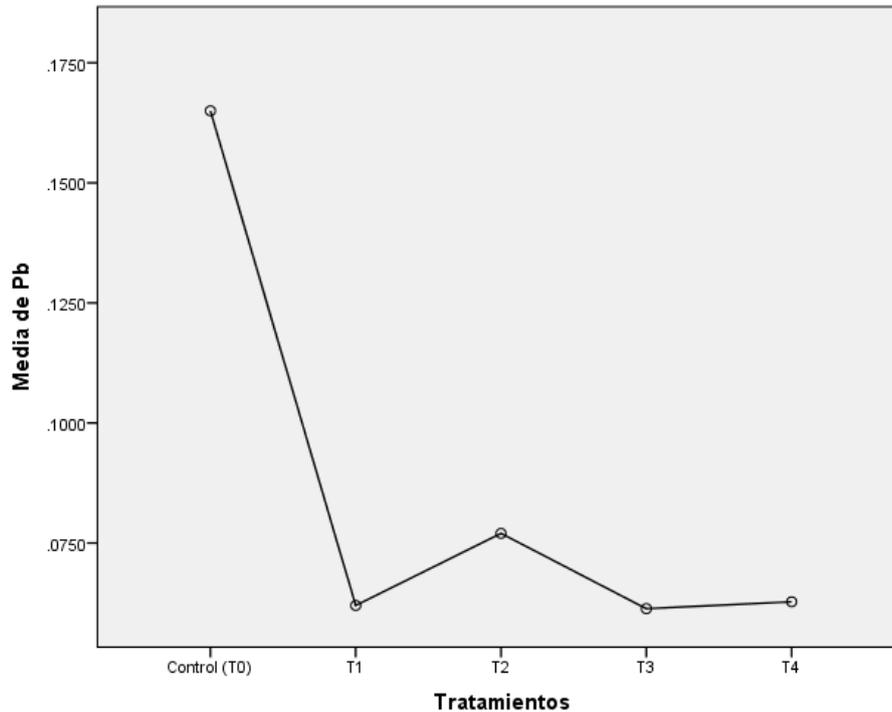


Figura 46: Gráfico de media (Pb) para los tratamientos del contenido de plomo en quinua Pasankalla roja expandida

Tabla 30: Prueba de Dunnett para los tratamientos en quinua Pasankalla expandida

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Pb

T de Dunnett (<control)^a

(I) Tratamientos	(J) Muestra	Difference of means (I-J)	Standard error	Sig.	95 % confidence interval
					upper limit
T1	Control (T0)	-.1030000*	.0008316	.000	-.100950
T2	Control (T0)	-.0880000*	.0008316	.000	-.085950
T3	Control (T0)	-.1036667*	.0008316	.000	-.101616
T4	Control (T0)	-.1022333*	.0008316	.000	-.100183

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Anexo 08: NTP que regula los expandidos de quinua en el Perú.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 011.459
2016**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

GRANOS ANDINOS. Expandidos de quinua. Requisitos

ANDEAN GRAINS. Expanded quinoa. Requirements

**2016-07-20
1ª Edición**

R.D. N° 016-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-07-23

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 67.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Grano andino, expandido, pop, popeado, pipoca, quinua

© INACAL 2016

GRANOS ANDINOS. Expandidos de quinua. Requisitos

1 OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los expandidos¹ de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), destinados al consumo humano.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	CODEX STAN 1:1985 rev. 7:2010	Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados
2.1.2	CODEX STAN 234:1999 enm. 1:2015	Métodos de análisis y de muestreo recomendados
2.1.3	CODEX CAC/RCP 1:1969 enm.1:1999, rev. 4:2011	Principios generales de higiene de los alimentos

¹ Los expandidos de quinua comercialmente también son conocidos como: insuflados, pipocas, pops
© INACAL 2016 – Todos los derechos son reservados

2.1.4	CAC/GL 50:2004	Directrices generales sobre muestreo
2.1.5	CODEX STAN 193:1995 rev. 4:2009, enm. 5:2015	Norma general para contaminantes y toxinas presentes en los alimentos
2.1.6	ISO 1871:2009	Alimentos y productos alimenticios – Lineamientos generales para la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl
2.1.7	ISO 2171:2007	Cereales, leguminosas y productos derivados – Determinación de cenizas por incineración
2.1.8	ISO 7305:1998	Productos de cereales molidos – Determinación de acidez de la grasa
2.1.9	ISO 4831:2006	Microbiología de alimentos para consumo humano y animal - Método horizontal para la numeración de coliformes - Técnica del número más probable
2.1.10	ISO 21527-2:2008	Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la numeración de mohos y levaduras. Parte 2: Técnica del conteo de colonias en productos con actividad de agua menor o igual a 0,95
2.1.11	ISO 6579:2002+Cor. 1:2004 +enm. 1:2007	Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la detección de <i>Salmonella</i> spp.

2.2 Normas Técnicas Peruanas

- 2.2.1 NTP 209.038:2009
(revisada el 2014) ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
- 2.2.2 NTP-ISO 2859-1:2013 PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote
- 2.2.3 NTP 011.453:2014 GRANOS ANDINOS. Quinoa y cañihua. Buenas prácticas de manufactura en plantas de procesamiento
- 2.2.4 NTP 205.062:2014 GRANOS ANDINOS. Quinoa. Requisitos
- 2.2.5 NTP-ISO 4121:2008
(revisada el 2014) Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuesta cuantitativas
- 2.2.6 NTP-ISO 6658:2008
(revisada el 2014) Análisis sensorial. Metodología. Lineamientos generales

2.3 Norma Metrológica Peruana

- 2.3.1 NMP 001:2014 Requisitos para el etiquetado de productos preenvasados

2.4 Normas Técnicas de Asociación

- | | | |
|-------|---------------------------|--|
| 2.4.1 | AOAC 945.15 ed. 20:2016 | Humedad en cereales adjuntos |
| 2.4.2 | AOAC 992.23 ed. 20:2016 | Proteína cruda en granos de cereales y semillas de oleaginosas |
| 2.4.3 | AOAC 923.03 ed. 20:2016 | Ceniza en harina. Método directo |
| 2.4.4 | AOAC 945.38 C ed. 20:2016 | Granos |
| 2.4.5 | AOAC 990.12 ed. 20:2016 | Recuento de aerobios mesófilos en alimentos |
| 2.4.6 | AOAC 997.02 ed. 20:2016 | Recuento de mohos y levaduras en alimentos |
| 2.4.7 | AOAC 980.31 ed. 20:2016 | <i>Bacillus cereus</i> en alimentos |
| 2.4.8 | AOAC 978.24 ed. 20:2016 | <i>Salmonella spp.</i> en alimentos |

3 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a los expandidos de los granos de quinua destinados a la comercialización para el consumo humano.

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones, además de los establecidos en las NTP 205.062 y NTP 011.453 .

4.1 Definiciones generales

4.1.1 **aditivo alimentario:** cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

4.1.2 **actividad de agua:** es el agua libre o agua disponible en un alimento y su distribución en su estructura que influye en el color, sabor, textura, actividad vitamínica y fecha de caducidad.

4.1.3 **expandidos:** son espumas solidas donde la fase continua es una matriz de almidón y proteína y la fase dispersa son las burbujas de aire.

4.1.4 **higroscopía:** es la propiedad que tienen algunos alimentos de absorber humedad del medio ambiente, hasta llegar a un equilibrio higroscópico.

4.1.5 **índice de expansión:** parámetro que permite conocer el incremento del volumen y tamaño del grano procesado (beneficiado) por efecto de la expansión.

4.1.6 **materia extraña:** es la presencia de todo material distinto a los granos expandidos.

4.1.7 **materia residual:** es la presencia de granos quemados, no expandidos, quebrados y polvillo.

4.1.8 **proceso de expandido:** son los procesos de cambios bruscos de temperatura y presión a que se someten los granos beneficiados para que suceda el fenómeno de expansión, obteniendo un producto poroso y voluminoso, con una humedad adecuada al producto final.

4.2 Definiciones relativas al proceso de elaboración de expandidos

El orden de las definiciones relativas a la elaboración de expandidos de la quinua en el presente apartado es de carácter referencial, algunas agroindustrias aplican o pueden adecuar las secuencia de las siguientes operaciones de acuerdo a su flujograma de trabajo y/o disponibilidad de maquinarias.

4.2.1 **acondicionamiento:** es la operación física de estabilizar la humedad del grano beneficiado que le confiera una condición óptima para la expansión. Los valores de humedad recomendados para la expansión dependen de la zona geográfica y oscila entre 12 % a 19 % de humedad.

4.2.2 **insuflado:** Es la operación física (proceso de expansión) mediante el incremento de temperatura y presión controlada, con el objetivo de expandir los granos procesados.

4.2.3 **tamizado:** Es la operación mecánica que tiene por objeto clasificar y/o seleccionar los granos expandidos según su integridad, utilizando tamices

4.2.4 **envasado:** operación de protección del expandido utilizando envases apropiados de uso alimentario.

5 REQUISITOS

5.1 Requisitos generales

5.1.1 Los expandidos de quinua deberán provenir de granos de la quinua procesada (beneficiada) limpios, sanos, libres de cualquier otra materia extraña, asimismo deberá cumplir con los requisitos establecidos en las NTP 205.062 .

5.1.2 Los expandidos de granos de quinua, y aditivos que se agreguen, deberán ser inocuos y apropiados para el consumo humano, podrán contener los aditivos permitidos por la legislación nacional vigente, la autoridad nacional sanitaria competente², y/o el país de destino o en su defecto según lo establecido por el *Codex Alimentarius*.

5.1.3 En la elaboración, preparación y manipulación del producto se debe tener en cuenta lo establecido en el Capítulo 9 de la presente Norma Técnica Peruana.

5.1.4 Los expandidos de quinua deberán ser preparados, procesados y envasados bajo condiciones higiénico-sanitarias acordes a las Buenas Prácticas de Manufactura en plantas de procesamiento (véase la NTP 011.453) y a la legislación nacional vigente.

5.1.5 Los requisitos físico sensoriales descritos en esta NTP a los cuales no se les ha asignado un método de ensayo específico, se verifican por medio de evaluaciones físicas y sensoriales. Se recomienda utilizar la NTP-ISO 6658 o alguna otra específica de existir. De ser necesario el uso de escalas, se podrá utilizar la NTP-ISO 4121 .

5.2 Requisitos sensoriales

Los expandidos de quinua deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

- **Apariencia:** granos esféricos livianos.
- **Color:** característico según la variedad o ecotipo.
- **Aroma:** propio de los expandidos de los granos de quinua.
- **Sabor:** característico de expandidos y deberá estar exenta de sabores extraños.
- **Consistencia:** expandido homogéneo sin aglomeraciones de ninguna clase.
- **Textura:** granos de quinua expandida crocantes y porosos.

² A la fecha la Autoridad Sanitaria Nacional Competente es la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA
© INACAL 2016 – Todos los derechos son reservados

5.3 Requisitos químico proximal

Los expandidos de granos de quinua deben cumplir los requisitos físico químico que se especifican en la Tabla 1 .

TABLA 1 - Requisitos físico químico de expandidos de quinua

Requisitos	Unidad	Valores		Método de ensayo
		mínimo	máximo	
Humedad	%		8,5	AOAC 945.15
Proteína	%	4,5		ISO 1871, AOAC 992.23
Cenizas	%		1,2	ISO 2171, AOAC 923.03
Grasa	%		2,5	AOAC 945.38

NOTA 1: Los valores referidos están expresados en base seca.

NOTA 2: Es pertinente declarar los valores de carbohidratos y valor energético como información nutricional del producto.

5.4 Requisitos microbiológicos

Los expandidos de quinua deberán ser inocuos y cumplir con lo especificado en la Tabla 2 , de tal manera que garantice la calidad del producto y vele por la salud de los consumidores.

TABLA 2 - Requisitos microbiológicos de expandidos de quinua³

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g		Método de ensayo
					m	M	
Aerobios mesofilos (ufc/g)	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵	AOAC 990.12
Mohos (ufc/g)	2	3	5	2	10 ²	10 ³	ISO 21527, AOAC 997.02
Coliformes (NMP/g)	5	3	5	2	10	10 ²	ISO 4831
<i>Bacillus cereus</i> (ufc/g)	8	3	5	1	10 ²	10 ³	AOAC 980.31
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---	ISO 6579, AOAC 978.24

³ Conforme a lo establecido en la regulación nacional vigente según RM N° 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".

donde:

- n** : Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo;
- c** : Número máximo permitido de unidades de muestras rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote.
- m** : Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m” representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables, y
- M** : Los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

6 MUESTREO

Se efectuará de acuerdo con lo indicado en CAC/GL 50 o según la NTP-ISO 2859-1 .

7 ADITIVOS ALIMENTARIOS

De ser necesario se podrá añadir aditivos de acuerdo a especificaciones permitidas por la legislación nacional, del país de destino o lo establecido por el *Codex Alimentarius*.

8 CONTAMINANTES

Los expandidos de quinua, deberán estar exentos de residuos de plaguicidas y metales pesados, en cantidades que puedan presentar un peligro para la salud humana, de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional vigente, país de destino o en su defecto en la norma CODEX STAN 193 en su última versión.

Para evaluar contaminantes se deben utilizar metodologías de ensayo normalizadas o validadas.

9 CONDICIONES DE HIGIENE

Se recomienda que el producto al que se refieren las disposiciones de la presente Norma Técnica Peruana sea elaborado y manipulado de acuerdo con las secciones apropiadas del CAC/RCP 1 en su última versión, así como la legislación nacional competente⁴

10 ENVASADO

Los expandidos de quinua deberán envasarse y manipularse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, sensoriales y tecnológicas del producto.

Los envases deberán estar fabricados únicamente con materiales que sean inocuos y adecuados para el uso al que se destinan. No deberán transmitir (migrar) al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

Se permite el uso de: sacos de papel multipliego, bolsas de polipropileno, envases de polipropileno, polipropileno bioorientado de alta densidad y otros permitidos en la industria alimentaria y que sean de primer uso. Papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico o inocuo.

⁴ Conforme a lo establecido en la regulación nacional vigente según DS-007-98 SA y su modificatoria DS-004-2014-SA Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas

De preferencia el envase para los expandidos deberá ser de material bilaminado o bio orientado.

11 ETIQUETADO

La etiqueta o rótulo utilizado para la comercialización, debe cumplir con la legislación nacional vigente o en su defecto con lo establecido en la NTP 209.038 y NMP 001 . Además de los requisitos aplicables especificados en la norma CODEX STAN 1 .

Sin perjuicio de lo establecido en la legislación y/o normativas mencionadas, la información mínima que debe contener la etiqueta o rótulo del producto es:

- Nombre del producto “expandidas, pipocas, popeada o pops de quinua”.
- Peso neto del producto envasado.
- Nombre, razón social y dirección del fabricante (agroindustrial).
- Código o clave del lote.
- Fecha de vencimiento.
- Número de Registro Sanitario (de aplicar).
- Lugar (localidad) donde se elaboró el producto.
- Condiciones de conservación.

Para la impresión de las etiquetas deberán utilizarse tinta indeleble de uso alimentario, que no se borre con el rozamiento ni manipuleo.

12 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Para el almacenamiento se deberá contar con ambientes apropiados para proteger la calidad sanitaria e inocuidad del producto y evitar los riesgos de contaminación cruzada, El almacenamiento de materias primas y productos terminados se realizará en ambientes separados. Se recomienda que el producto se almacene bajo condiciones de humedad relativa no mayor a 60 % y temperatura no mayor a 20 °C .

El medio de transporte a utilizarse deberá ser de uso exclusivo para el transporte de alimentos, está prohibido el uso de vehículos que trasladan productos tóxicos o que transmitan olores o sabores desagradables.

Tanto para el almacenamiento y el transporte del producto se debe cumplir con lo establecido en las Buenas prácticas de manufactura en plantas de procesamiento y fabricación, además de lo establecido por la autoridad competente.

13 ANTECEDENTES

- | | | |
|------|--------------------------|--|
| 13.1 | NTP 205.062:2014 | GRANOS ANDINOS. Quinoa. Requisitos |
| 13.2 | NTP 011.453:2014 | GRANOS ANDINOS. Quinoa y cañihua. Buenas prácticas de manufactura en plantas de procesamiento |
| 13.3 | NTC 3659:1996 | INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. EXPANDIDOS EXTRUIDOS A BASE DE CEREALES |
| 13.4 | R. M. N° 451-2006-MINSA. | “Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a Base de Granos y Otros destinados a Programas Sociales de Alimentación |

13.5 R. M. N° 591-2008/MINSA. NTS N° 071-MINSA/DIGESAV.01 “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”

13.6 Información de la caracterización realizada a expandidos de quinua realizado por el coordinador del SCTN - Grupo de trabajo quinua - José Luis Soto

13.7 Informe de ensayo a expandidos de quinua. Propiedades físicas de granos expandidos de quinua realizado por Huichi Amparo, Jose Manuel Prieto y Florentino Choquehuanca, miembros del Sub Comité de Granos Andinos

ANEXO A
(INFORMATIVO)

EXPANDIDOS DE QUINUA

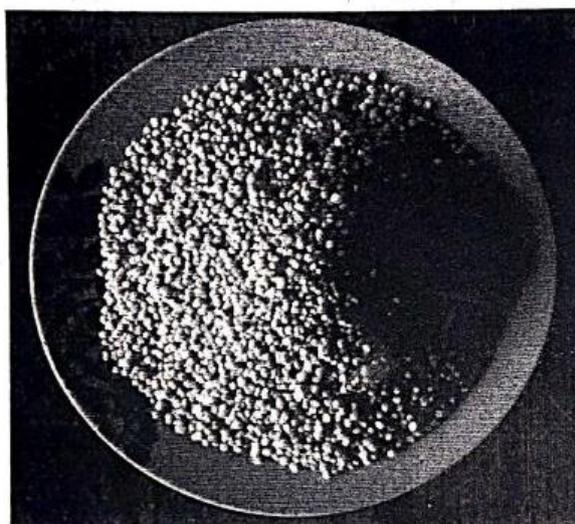


FIGURA A.1 - Expandidos de quinua

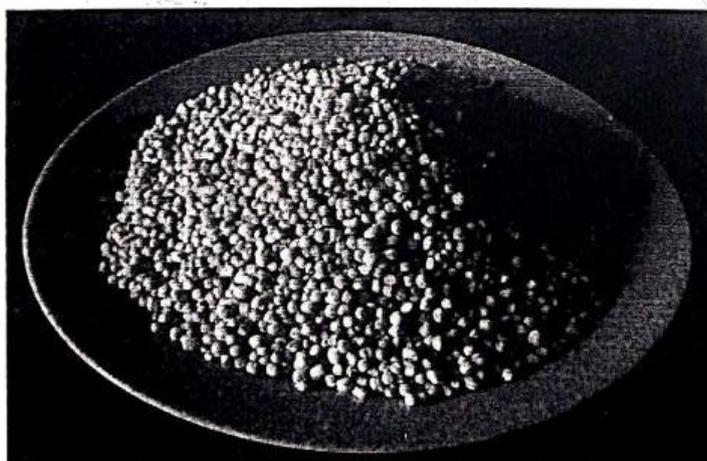


FIGURA A.2 - Expandidos de quinua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

“Universidad Pública de Calidad”



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

"Universidad Pública de Calidad"