

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA ESCARIFICADORA PARA LA
EXTRACCIÓN DE SAPONINA DE LA QUINUA - REGIÓN PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

LIA CANDIA DANZ

ALFREDO IVAN OLAGUIVEL QUISOCALA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA ESCARIFICADORA PARA LA
EXTRACCIÓN DE SAPONINA DE LA QUINUA – REGIÓN PUNO”**

TESIS PRESENTADA POR:

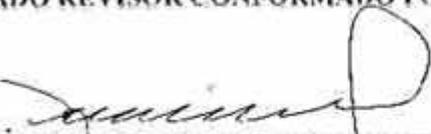
LIA CANDIA DANZ

ALFREDO IVAN OLAGUIVEL QUISOCALA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO QUÍMICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE


.....
Dr. Nazario Villafuerte Prudencia

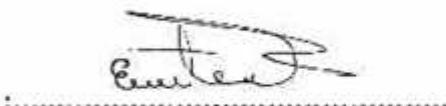
PRIMER MIEMBRO


.....
M.Sc. Cipriano Vera Alatriza

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. Jorge Rosendo Ramos Pineda

DIRECTOR DE TESIS


.....
M.Sc. Edith Tello Palma

PUNO - PERÚ

2016

ÁREA: PROCESOS INDUSTRIALES

TEMA: DISEÑO DE EQUIPO DE PROCESOS

LÍNEA: INGENIERÍA DE PROCESOS

DEDICATORIA

Para Dios quien día a día me da un soplo más de vida y fortalece mi espíritu, para enfrentar las adversidades que se presenten y darme las fuerzas para cumplir mis objetivos.

Para mi Madre Elvira Danz quien por su gran amor, entereza y apoyo continuo, logre concretar un objetivo más, enseñándome a no decaer y seguir adelante.

Para mi Esposo Yury por su paciencia, apoyo y ayuda en el logro de mis metas a seguir.

Para mis Hijos Amados Andrew y Harold quienes me dan el amor y fortaleza para continuar día tras día, apoyándonos y logrando todas nuestras metas propuestas.

Para los Ingenieros y amigos quienes me dieron aliento y ayudaron en todo momento a seguir adelante.

LIA

DEDICATORIA

Dios, quien me dio la fortaleza necesaria para seguir adelante pese a todas las dificultades, dándome las fuerzas necesarias para continuar día tras día guiándome en cada paso de mi vida.

A mis hermanos por todo su apoyo en los momentos de los cuales requería aliento de seguir a pesar de los tras pies.

A mi compañera Lia que sin su esfuerzo y dedicación no habiéramos logrado esto, y a su familia por el apoyo incondicional.

A mis Padres por su amor, su apoyo, su paciencia, su comprensión, su empeño y su fuerza. En especial a mi Madre, que siempre será mi motivación, inspiración y por enseñarme todo los valores de una buena persona y que todo esfuerzo que se hace es recompensado más adelante.

A mis docentes, por toda la amistad, enseñanza y en especial su paciencia para que pueda lograr unos de mis objetivos; A mis amigos, por su amistad y apoyo en los buenos y malos momentos gracias por estar conmigo, en este pasó.

ALFREDO IVAN

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por su gran amor y fortaleza que nos da para poder concluir con todas las metas propuestas.

Gracias a la Facultad de Ingeniería Química por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional. A los Docentes por aportar un granito de arena a mi formación y motivación para poder lograr concluir nuestros objetivos.

También agradecer al Ing. M.Sc. Edith Tello por la constancia y apoyo brindado en el presente proyecto de Tesis, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como profesional.

De igual manera a los Ingenieros M.Sc. Nazario Villafuerte Prudencio, Ing. M.Sc. Ciro Vera Alatrística e Ing. M.Sc. Janette Rosario Ramos Pineda que gracias a su visión crítica, a su rectitud y consejos se logró concluir el presente trabajo de investigación.

Agradecer a mi Madre y mi Familia quien con su amor, entereza y apoyo dado en todo este tiempo pude obtener un logro más y llegar a ser profesional.

También agradecer a mi compañero de Tesis Ivan Olaguivel que sin su esfuerzo no hubiéramos podido lograr esta meta propuesta que ambos comenzamos y llegamos a concretar.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

LIA

AGRADECIMIENTOS

- *Muchas gracias a Dios, por acompañarme en este camino recorrido y por permitirme haber logrado un objetivo que tenía en mi vida..*
- *A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela Profesional de Ingeniería Química que hicieron realidad de educarme profesionalmente, ofreciéndome más que una profesión, sino un familia un segundo hogar, alentándome a ser un profesional de la Ingeniería Química..*
- *A los miembros del jurado Ing. M.Sc. Nazario Villafuerte Prudencio, Ing. M.Sc. Ciro Vera Alatrasta e Ing. M.Sc. Janette Rosario Ramos Pineda; por sus sabias observaciones e indicaciones, por el apoyo brindado para la ejecución y término de este trabajo de investigación.*
- *Mi reconocimiento a la Ing. M.Sc. Edith Tello Palma, directora de tesis, por su paciencia y apoyo profesional en el trabajo de investigación, por su asesoramiento, para seguir creciendo intelectualmente.*
- *A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Química que durante los 5 años condujeron mi formación profesional día a día, me enseñaron todo lo que se y así mismo pasar estos conocimientos a las siguientes generaciones.*
- *A mis padres por el apoyo incondicional en este paso importante de mi vida, en especial a mi madre si su apoyo, paciencia y dedicación no hubiera podido lograr esta satisfacción profesional de ser Ingeniero Químico.*
- *A mis hermanos por acompañarme en cada momento pasó a paso, y su aliento permanente.*
- *A Lía por estar a mi lado para poder sacar adelante este objetivo que teníamos trazado y a su vez a su familia por su sostén en cada paso para lograr este objetivo.*

ALFREDO IVAN

ÍNDICE

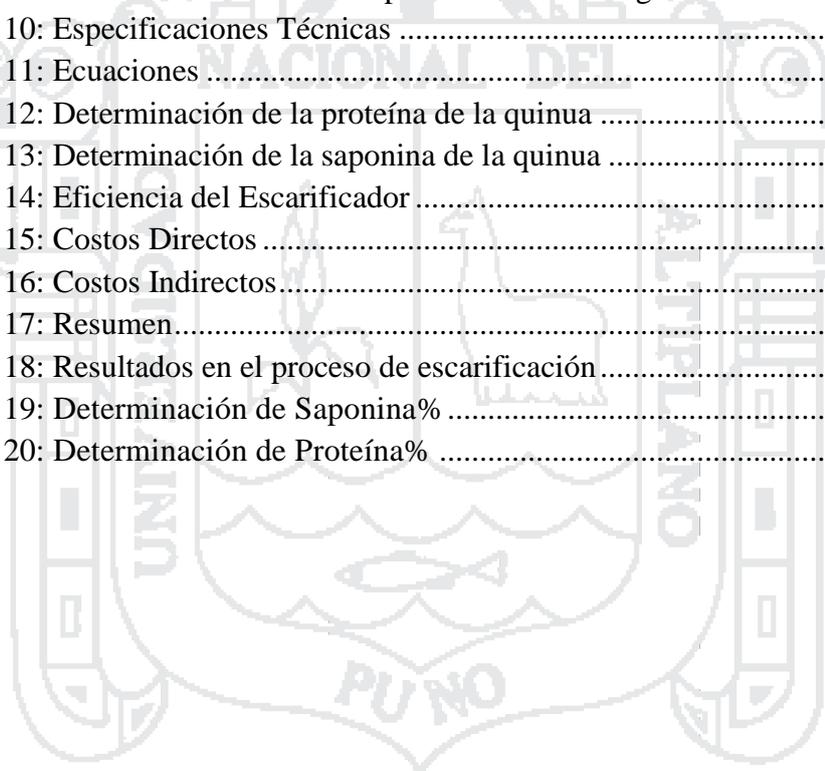
RESUMEN -----	12
INTRODUCCIÓN.-----	13
CAPITULO I-----	14
I. GENERALIDADES:-----	14
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. -----	14
1.2. ANTECEDENTES:-----	14
1.3. OBJETIVOS -----	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL:-----	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:-----	17
1.4. JUSTIFICACIÓN. -----	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:-----	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA:-----	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL:-----	18
1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL:-----	18
1.5. ALCANCE:-----	18
CAPITULO II-----	20
II. MARCO CONCEPTUAL Y FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS. -----	20
2.1. QUINUA ASPECTOS GENERALES:-----	20
2.1.1. ORIGEN -----	20
2.1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:-----	21
2.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:-----	21
2.1.4. MORFOLOGÍA:-----	22
2.1.5. VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA-----	24
2.1.6. USOS DE LA QUINUA-----	25
2.1.6.1. ALIMENTACIÓN HUMANA:-----	25
2.1.6.2. ALIMENTACIÓN ANIMAL:-----	25
2.1.6.3. ORNAMENTALES:-----	26
2.1.6.4. MEDICINALES:-----	26
2.1.6.5. RITUALES:-----	26
2.1.7. SEMILLA-----	27
2.2. PROTEÍNAS:-----	28
2.2.1. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS:-----	29
2.2.2. PROTEÍNA DE LA QUINUA:-----	30
2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN LA QUINUA:-----	30

2.2.2.3. OTROS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR PROTEÍNAS: -----	31
A) MÉTODO DE DUMAS.-----	31
B) LA ESPECTROSCOPIA INFRARROJA. -----	31
2.3. VARIEDADES DE QUINUAS: -----	32
2.3.2. QUINUA SAJAMA: -----	32
2.3.3. QUINUA SERRANITA: -----	33
2.4. SAPONINA: -----	33
2.4.1. SAPONINA EN LA QUINUA:-----	33
2.5. ESCARIFICACIÓN: -----	36
2.8. DESAPONIFICACIÓN: -----	37
2.8.1 MÉTODO SECO.-----	37
2.8.2 MÉTODO HÚMEDO.-----	37
CAPITULO III-----	39
III. MÉTODOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN: -----	39
3.1. DISEÑO DE LA ESCARIFICADORA:-----	39
3.1.2. ECUACIONES DE DISEÑO:-----	42
3.2. ASPIRADORA INDUSTRIAL: -----	43
3.3. DETERMINACIÓN DE LA QUINUA PROCESADA Y SAPONINA -----	43
3.4. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN LA QUINUA: -----	44
3.4.1. MATERIALES Y REACTIVOS:-----	45
3.4.2. PROCEDIMIENTO: -----	46
3.4.2.1 PORCENTAJE DE NITRÓGENO: -----	46
3.4.2.2. PORCENTAJE DE PROTEÍNA -----	46
3.5. DETERMINACIÓN DE SAPONINA EN LA QUINUA -----	47
3.5.1. MATERIALES:-----	47
3.5.2. PROCEDIMIENTO: -----	47
CAPITULO IV -----	48
IV. CÁLCULOS DE INGENIERÍA: -----	48
4.1. ESCARIFICADOR -----	48
4.1.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN:-----	48
4.1.2. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE GIRO DE LA POLEA A:-----	48
4.1.3. CALCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL: -----	49
4.1.4. TRANSMISIONES:-----	50
4.1.5. CALCULO DE POTENCIA: -----	50

4.1.6.	POTENCIA DE PALETAS: -----	51
4.1.7.	EFICIENCIA DEL EQUIPO -----	51
4.2.	TOLVA: -----	51
4.2.2.	CALCULO DEL VOLUMEN: -----	52
4.2.3.	CALCULO DE LA ALTURA: -----	52
4.2.4.	CALCULO DEL ÁREA: -----	52
4.2.5.	ANGULO DEL DISEÑO: -----	53
4.3.	BALANCE DE MATERIA EN LA EXTRACCIÓN DE SAPONINA -----	54
4.3.1.	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA PASANKALLA -----	54
4.3.2.	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA SAJAMA -----	55
4.3.3.	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA SERRANITA -----	56
4.4.	MATERIALES Y REACTIVOS: -----	57
4.4.1.	MATERIALES -----	57
4.4.2.	MUESTRAS: -----	57
4.5.	CALCULO EXPERIMENTAL: -----	57
4.5.1	DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA DE LA QUINUA: -----	57
4.5.2.	DETERMINACIÓN DE LA SAPONINA DE LA QUINUA -----	58
4.6.	ENSAYO DE ESCARIFICACIÓN: -----	59
4.7.	COSTOS DEL EQUIPO -----	60
4.7.1.	COSTOS DIRECTOS. -----	60
4.7.2.	COSTOS INDIRECTOS. -----	61
4.7.3.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO -----	61
CAPITULO V -----		62
V.	RESULTADOS: -----	62
CONCLUSIONES -----		65
RECOMENDACIONES -----		66
BIBLIOGRAFÍA -----		67
ANEXOS -----		70

INDICÉ DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la quinua	21
Cuadro 2: Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados por cada 100g de peso en seco	24
Cuadro 3: Requisitos Bromatológicos de los Granos de Quinua.....	24
Cuadro 4: Contenido en 100 g. de harina de quinua.....	25
Cuadro 5: Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades comprendidas entre los 3 y los 10 años (g/100 de proteína).....	30
Cuadro 6: Resultados de la Obtención de Afrecho Polvillo	36
Cuadro 7: Saponina polvo en kilogramos y porcentaje.	37
Cuadro 8: Determinación de los granos de quinua en función del diámetro promedio..	40
Cuadro 9: Determinación de la malla por el diámetro del grano.	41
Cuadro 10: Especificaciones Técnicas	41
Cuadro 11: Ecuaciones	42
Cuadro 12: Determinación de la proteína de la quinua	57
Cuadro 13: Determinación de la saponina de la quinua	58
Cuadro 14: Eficiencia del Escarificador	59
Cuadro 15: Costos Directos	60
Cuadro 16: Costos Indirectos.....	61
Cuadro 17: Resumen.....	61
Cuadro 18: Resultados en el proceso de escarificación.....	63
Cuadro 19: Determinación de Saponina%	64
Cuadro 20: Determinación de Proteína%	64



INDICÉ DE FIGURAS

Figura 1: Quinua	22
Figura 2: Sección longitudinal media del grano de quinua	27
Figura 3: Corte transversal de la semilla de quinua	28
Figura 4: Saponina de la quinua	34
Figura 5: Proceso de obtención de la quinua escarificada	38
Figura 6: Esquema de Escarificadora	39
Figura 7: Aspirador Industrial.....	43
Figura 8: Diámetro de Poleas.....	48
Figura 9: Tolva de Entrada	51
Figura 10: Escarificadora.....	62
Figura 11: Quinua Pasankalla	95
Figura 12: Quinua Sajama	95
Figura 13: Quinua Serranita.....	96
Figura 14: Quinua no Procesada.....	96
Figura 15: Quinua Procesada.....	97
Figura 16: Obtención del Polvo y Cascara de Quinua.....	97
Figura 17: Muestras de Polvo (Saponina).....	98
Figura 18: Pesado del Producto Final.....	98
Figura 19: Pesado de las Muestras.....	99
Figura 20: Pesado de la Muestra.....	99
Figura 21: Preparación de las Muestras	100
Figura 22: Agregando la Disolución.....	100
Figura 23: Resultados del Método Afrosimetrico.....	101
Figura 24: Resultados del Metodo Afrosimetrico.....	101
Figura 25: Resultados del Metodo Afrosimetrico.....	102
Figura 26: Resultados del Metodo Afrosimetrico.....	102
Figura 27: Resultados del Metodo Afrosimetrico.....	103

RESUMEN

Se presenta el Diseño y Evaluación de un Escarificador para la Extracción de la Saponina de la Quinua, el que consiste en la separación del episperma (descascarado), donde se encuentra concentrado el mayor contenido de saponina (amargor).

La separación del episperma se realiza a través de paletas giratorias y un tamiz, que permite el raspado de los granos contra la malla; el polvo que desprende por la malla al ser raspado, siendo sus objetivos como determinar los parámetros de funcionamiento del equipo escarificador de quinua, la concentración de saponina de 3 variedades de quinua de la Región Puno. (Pasankalla, Serranita, Sajama) y la concentración de proteínas después del escarificado de las 3 variedades de la quinua.

Se utilizaron tres tipos de quinua para el proceso de escarificación Pasankalla, Sajama y Serranita. La metodología de análisis para la saponina, utilizando el Método Afrosimétrico (medición de la espuma) y la proteína utilizando el método Kjeldahl, resultados que se generó a partir de 1 kg, se diseñó un escarificador para la extracción de saponina de la quinua, teniendo en cuenta las siguientes características como tolva de alimentación, cilindro escarificador y el motor eléctrico

Al realizar la evaluación de la escarificadora se determinó la concentración de saponina y proteínas en tres variedades de quinua siendo sus resultados los siguientes: la quinua Pasankalla contiene un 11.19% de proteína y en su saponina reporta un 0.005%; la quinua Sajama contiene un 7.61% de proteína y en su saponina reporta un 0.630% y la quinua Serranita contiene un 7.12% de proteína y en su saponina reporta un 0.044%

Palabra Clave: Quinua, Escarificado, Proteína, Saponina.

INTRODUCCIÓN.

Bazile et.al., (2014) Indica que la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) es una quenopodiácea característica de las Regiones Andinas más frías, cultivada en el Altiplano Sudamericano desde épocas prehispánicas, que tradicionalmente ha constituido uno de los alimentos básicos de los pobladores de esa Región. Es un pseudocereal originario de los andes de Perú y Bolivia, clasificado como tal por tener características similares a los granos de cereal tradicionales y por pertenecer a la familia de los *Chenopodium*. La distribución del cultivo se localiza en Bolivia, Perú, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. La quinua muestra el mayor número de formas, diversidad de genotipos y progenitores silvestres, en los alrededores del Lago Titicaca, principalmente en Potosí (Bolivia) y Cuzco (Perú). En Argentina, la utilización de quinua se fue perdiendo en las últimas dos generaciones de agricultores, pero sus características y su difusión a nivel mundial están generando la revalorización de su cultivo tanto en la provincia de Salta, como en el resto del país. En la provincia de Salta, los Valles Calchaquíes, son productores de grano, solo para autoconsumo de los pobladores locales. Si bien las potencialidades del mercado de la quinua son grandes, los productores han tropezado con grandes obstáculos como la baja producción, la putrefacción de las plantas, y el principal problema: los granos amargos por la presencia de saponinas. El pericarpio del grano de quinua contiene saponinas que le dan un sabor amargo hay que eliminar las saponinas antes que el grano pueda ser consumido. En este trabajo se utilizara el Método Seco (escarificación) que consiste de una maquina pulidora de cereales para eliminar la saponina.

En el presente trabajo de tesis se desarrolló la Evaluación de una Escarificadora a nivel de laboratorio, para la extracción de la saponina de las diferentes variedades de quinua en el proceso de escarificado es el objetivo principal de este trabajo en donde el aporte técnico y de proceso que está relacionado directamente con el conocimiento y desarrollo académico en procesamiento de alimentos en el área de tecnología de alimentos, contenidos académicos que están considerados en el programa curricular de la Escuela Profesional Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Así mismo los que deben ser de calidad según Normas Nacionales de Control de Calidad y en el mismo se busca el desarrollo de investigación a través de trabajos de productividad competitivas, en la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

CAPITULO I

I. GENERALIDADES:

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Uno de los principales problemas con los que se enfrentan los productores de este grano es la presencia de saponinas en la cáscara del grano maduro ya que estos alcaloides son ligeramente tóxicos y de un sabor fuertemente amargo.

La falta de un equipo escarificador, en el laboratorio de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la UNA-Puno, no permite realizar este tipo de análisis de estudio que se necesitan, por lo que se crea la necesidad de plantear el problema de investigación con la siguientes interrogantes.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿En qué medida el escarificador extraerá la saponina en el grano de quinua?

¿En qué medida se mantendrá las proteínas en la quinua?

1.2. ANTECEDENTES:

Martinez et.al., (2013) Realizo el diseño y construyó un descascarador de cebada y trigo basado en la observación realizada en un escarificador de quinua se determina el número de paletas y menor velocidad del descascarado para mejorar la eficiencia, método experimental verifica cuan eficiente es el descascarador mediante pruebas del contenido de cáscara y porcentaje de granos partidos, procede a ejecutar cálculos de ingeniería para su dimensionamiento. Tomando esto como referencia se selecciona los principales elementos de la máquina se concluye que la máquina construida cumple con lo siguiente: rendimiento 97%, fácil ensamblaje, materiales y elementos mecánicos de calidad y accesibles en el mercado nacional o local, nivel de seguridad suficiente a fin de preservar

a las personas y a los bienes. Se recomienda cumplir el programa de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de la máquina y evitar daños al recurso más valioso como es el humano.

Gobierno Regional, (2012) Indica que ha realizado un informe del comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva de quinua en la Región Puno, los problemas que aún afrontan los productores, es la baja calidad y escasa estandarización del producto, producción estacionaria, venta individualizada y escalonada en pequeñas cantidades (arroba), con acceso solo a mercados locales y ferias dominicales, donde reciben precios muy variados; bajos en los meses de cosecha y post-cosecha (Abril, Mayo, Junio) y altos en los meses de Octubre a Febrero, lo que muestra claramente una producción, articulación desorganizada y desordenada del producto al mercado interno y externo. En este panorama la dirección Regional Agraria del Gobierno Regional Puno, a través del proyecto “Desarrollo de capacidades de la cadena productiva de quinua en la Región Puno”, viene fomentando y realizando el desarrollo de capacidades y asistencia técnica bajo el enfoque de la cadena productiva en 7 provincias, 24 distritos y 283 comunidades potenciales en el ámbito de la Región Puno.

Armada, (2012) Indica que las formas silvestres y las variedades amargas, el contenido máximo aproximado de saponina es de un 2,8% (aunque el rango es variable de acuerdo a la especie y al ecotipo), que comparado con las exigencias actuales del mercado, que fijan como valor límite 0,05%, es extremadamente alto. Las saponinas se caracterizan por su sabor amargo, sus propiedades emulsificantes, por la formación de espuma en soluciones acuosas y por ser solubles en alcohol y solventes orgánicos.

Mujica, (2012) Manifiesta que en la actualidad existen maquinarias (escarificadoras) que eliminan a la cascara, la cual contiene la saponina, quedando esta en forma de polvillo en la base de la máquina. De allí surge la inquietud de evaluar los métodos de extracción de saponina y posterior encapsulación.

Mujica, (2012) Informa que el método más eficiente para obtener saponina concentrada, a partir de 20 cultivares amargos de quinua y encapsulamiento, determinando el rendimiento de la saponina en los cultivares amargos de quinua y encontrar el método más eficiente, identificando la variedad de quinua que contenga mayor cantidad de saponina, esta investigación documenta la técnica de extracción de quinua.

INQUI, (2008) Indica que en el organismo ocasionan dolor estomacal, náuseas y ligera diarrea, pero su principal efecto es producir la hemólisis de los eritrocitos y afectar el

nivel de colesterol en el hígado y la sangre, con lo que puede originarse un detrimento en el crecimiento, a través de la acción sobre la absorción de nutrientes. Las saponinas pueden ser eliminadas del grano a través de procesamientos húmedos (lavado), seco (escarificado) y combinados (escarificados y lavados). El escarificado consiste en la separación del episperma (descascarado) y segmentos secundarios del grano de quinua, donde se concentra el mayor contenido de saponinas. El objetivo de este trabajo fue el diseño y construcción de un prototipo escarificador de quinua, para ser usado por pequeños productores en agroindustrias.

Corzo, (2008) Analizó y seleccionó el método más apropiado para eliminar las saponinas de dos variedades amargas de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd), amarilla de Maragani y Sajama morada, según criterios de costo beneficio, con el fin de incentivar la propagación, el uso y el manejo de la especie en la región debido a sus características, permitiendo al productor primario realizar la desaponificación con un método económico y favorable con el ambiente. Los métodos de desaponificación valorados fueron por vía húmeda, combinado, químico, seco y termomecánico; el mejor resultado se obtuvo con el método combinado, porque se logró eliminar el 75 por ciento de las saponinas.

Jimenez et.al., (2005) Realiza la caracterización química y estructural de las semillas de quinua, en este trabajo se determinó la composición química, la calidad microbiológica y las estructuras de las semillas de quinua de algunas variedades como fue la Cica, Blanca y Salcedo INIA, el problema que se trató, fue que los antiguos pobladores del altiplano habían solucionado parcialmente realizando lavados sucesivos del grano antes de consumirlo a fin de eliminar el alcaloide responsable de esta amargura: la saponina. Las formas amargas son la que se corresponden con las formas silvestres.

Meyhuay, (2000) Informa que en cada una de las pruebas se usaron 300 g de cada variedad. El Método de Desaponificación vía seca (escarificación). La escarificación se hizo con papel abrasivo sometiendo los granos a fricción por un tiempo de 15 minutos. Método de desaponificación vía seca (termomecánico). Los granos de quinua se sometieron a calor seco, 80 °c, durante 60 minutos; luego se les quitó la cáscara por fricción en seco. Se tamizó y empacó.

Torres, (1980) Analizo los granos de quinua que son sometidos a un proceso combinado de efecto abrasivo y golpeado, con paletas giratorias sobre tamices estacionarios, los que recogen y separan el polvillo de saponina de los granos. La máquina consta de tres cilindros dispuestos en tres bolillos, de tal forma que los granos en proceso pasan de un

cilindro a otro por gravedad. Cada cilindro está provisto de 9 paletas escarificadoras y de 12 paletas transportadoras colocadas sobre el eje giratorio. Los granos que salen del último cilindro, reciben una corriente de aire, que ayuda a separar el polvo y afrechillo, antes de ser recogidos en la salida final. Según los autores, esta máquina escarificadora tiene una eficiencia del 95% y, los contenidos de saponina en el producto final oscilan entre el 0.04 y 0.25%, dependiendo de la variedad utilizada como materia prima.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

-) Diseñar y Evaluar el Equipo Escarificador, para la extracción de saponina de tres variedades de quinua de la Región de Puno.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar los parámetros de funcionamiento del equipo escarificador de quinua.
- ✓ Determinar la concentración de saponina de tres variedades de quinua de la Región Puno. (Pasankalla, Serranita, Sajama)
- ✓ Determinar la concentración de proteínas después del escarificado de las tres variedades de la quinua.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:

El escarificador de quinua en el laboratorio de alimentos es un equipo esencial para poder iniciar con la implementación e instalación de más equipos que ayuden a poner en funcionamiento una pequeña planta piloto en la Facultad, una línea base para elaborar productos en base de quinua.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA:

El presente trabajo plantea directamente la necesidad de seguir implementando el laboratorio de alimentos con un equipo de mucha importancia y complementación, que es el Escarificador de quinua para realizar la eliminación de la saponina; es claro que el trabajo ayudará a acceder el desarrollo tecnológico.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL:

Sabiendo que la Región de Puno es uno de los productores de cultivo de quinua en los últimos años ha alcanzado una demanda competitiva a nivel mundial y sigue creciendo rápidamente.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL:

En estos tiempos se está observando que el tema ambiental está tomando más fuerza cada día; que nuestro proceso de extracción de la saponina de las diferentes variedades de quinua, sea un método libre de contaminación tanto al inicio, al intermedio y al final de proceso al medio ambiente tomando todas las medidas correspondientes para evitar la propagación de agentes contaminantes y tóxicos.

Por lo mismo se observa una gran cantidad de usos de la saponina en la Industria Química dependiendo la fuente y formas de extracción de esta, se pueden dar agentes emulsionantes de grasas, plaguicidas, etc.

1.5. ALCANCE:

El escarificador de quinua es un equipo utilizado en la industria alimenticia donde se realiza el pelado de la quinua separando la fibra de la cascara y por ende también de la saponina.

Mediante la instalación de un equipo escarificador para extraer la saponina de la quinua de las diferentes variedades de la Región de Puno, los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Química podrán realizar prácticas en el área de alimentos.

El personal que haga uso de este equipo solamente tiene que tener la materia prima, introducirla al equipo encenderlo y esperar a que toda la quinua se procese obteniendo el producto y también los residuos.

UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La ejecución del presente trabajo se efectuó en el contexto geográfico, de ubicación:

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional del Altiplano –Puno, Escuela Profesional de Ingeniería Química.

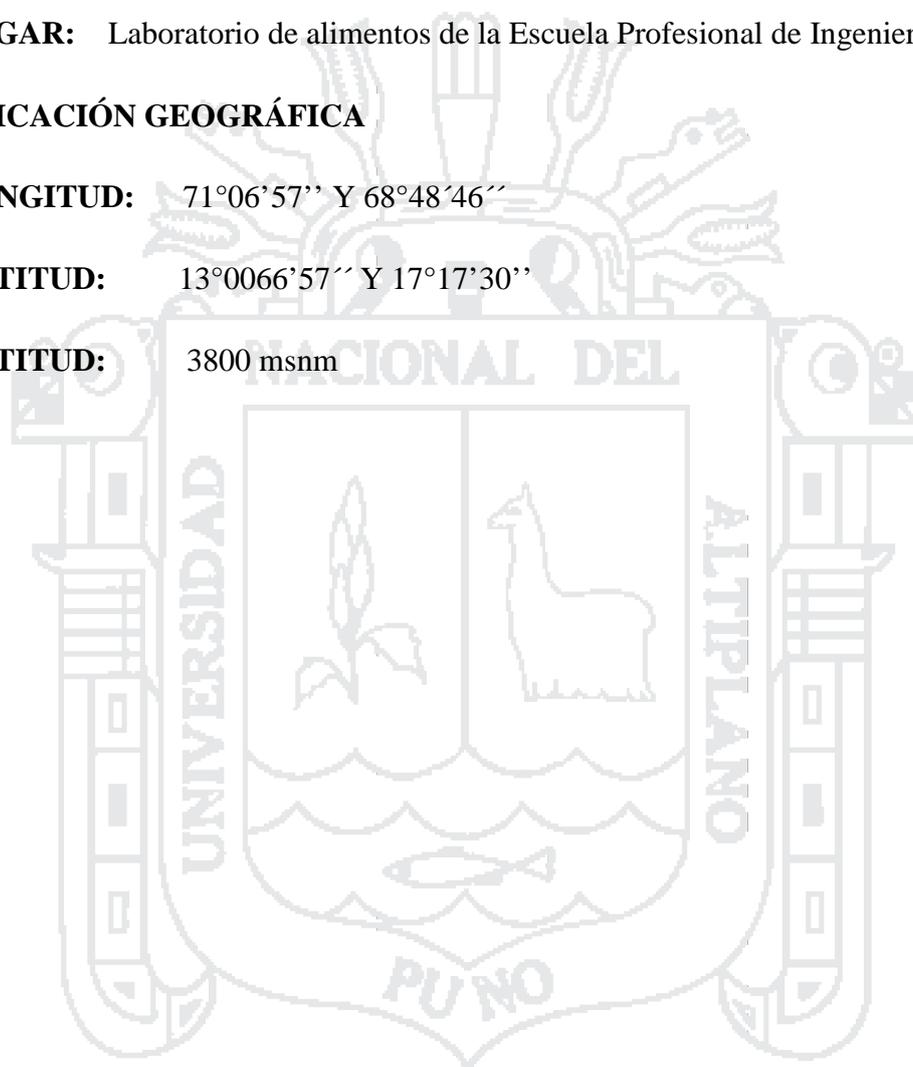
LUGAR: Laboratorio de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONGITUD: 71°06'57'' Y 68°48'46''

LATITUD: 13°00'66'57'' Y 17°17'30''

ALTITUD: 3800 msnm



CAPITULO II

II. MARCO CONCEPTUAL Y FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS.

2.1. QUINUA ASPECTOS GENERALES:

2.1.1. ORIGEN

La quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica cuyo centro de origen, según buscarse se encuentra en los Andes de Perú y Bolivia. Esto fue corroborado por Gandarillas (1979), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia no solo por su importancia social y económica sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de estos tipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre. (Cardenas, 1944)

La quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) es un pseudocereal originario de los países andinos, especialmente de la Región del Lago Titicaca; su consumo es ancestral (3000-5000 años a.c.) y constituye, históricamente uno de los principales alimentos en la dieta de los pobladores andinos. (Mujica, 2006)

Es un cultivo muy antiguo de los Andes, en 1970 el historiador Núñez indica que al norte de Chile en un complejo arqueológico, encontró granos de quinua que datan de 3000 años a.c. (Nuñez, 1970)

El historiador peruano Max Hule en 1919 indica que la quinua tiene una antigüedad de 5000 años a.c., en forma general, podemos indicar que en los diferentes lugares donde se han encontrado estos granos de quinua al ser analizados mediante el C14 ratifican esta antigüedad. La singularidad encontrada es que mientras más antigua sea la semilla, se encontrara un mayor porcentaje de semillas de quinuas silvestres o ayaras (grano negro), lo que indica que el proceso de selección ha tenido varios siglos para poder lograrse una variedad. (Hule, 1919)

Es una planta anual que puede medir 1 a 3.5 m de altura, según los ecotipos las razas y el medio ecológico donde se cultivan, según el desarrollo de la ramificación se pueden encontrar plantas con un solo tallo principal y ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle, dándose todo los tipos intermedios, este desarrollo de ramas puede modificarse parcialmente, según la densidad de que tenga el cultivo. (Tello et.al., 2004)

2.1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

La quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética (Mujica, 1992).

La quinua está distribuida en toda la Región Andina desde Colombia (Pasto) hasta el Norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta), y se ha encontrado un grupo de quinuas de nivel del mar en la Región de concepción al respecto, Barriga et al (1994), hacen referencia de quinuas colectadas en la novena y décima Región de Chile (Lescano, 1989)

A continuación se presenta un resumen de distribución de la quinua de acuerdo a los países de la región y sus tradicionales de producción. En Perú se destacan la zonas de Cajamarca, Callejón de Huaylas, Valle de Mantaro, Andahuaylas, Cusco y Puno (Altiplano) (Rojas, 2010)

2.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

La clasificación taxonómica de la quinua se presenta en el Cuadro 1:

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la quinua

REINO:	Vegetal
DIVISIÓN:	Fanerógamas
CLASE:	Dicotiledóneas
SUBCLASE:	Angiospermas
ORDEN:	Centropermales
FAMILIA:	Chenopodiaceae
GÉNERO:	Chenopodium
SECCIÓN:	Chenopodia
SUBSECCIÓN:	Cellulata
ESPECIE:	Chepondium Quinoa Willdenow

FUENTE: Mujica et.al., (2002)



Figura 1: Quinua

FUENTE: INIA, (2006)

2.1.4. MORFOLOGÍA:

La planta de quinua puede alcanzar una altura que varía entre 1 a 2,30 m (Álvarez *et al.*, 2002). Los colores básicos de la planta son el rojo, púrpura y verde. (Gandarillas, 1982). Botánicamente no pertenece al grupo de los cereales como lo son: el arroz, trigo, cebada o maíz; pero por su elevado contenido de almidón es considerada como un pseudocereal. (CORPEI-CBI, 2008).

La raíz es fibrosa, pivotante, con muchas ramificaciones y alcanza hasta 0,6 m. de profundidad. Mientras más alta sea la planta más largo será su sistema radicular (Alvarez M. P., 2002)

El tallo es de forma cilíndrica a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. Según su tipo de ramificaciones pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas (CORPEI-CBI, 2008)

Las hojas son polimorfas (diferentes formas), cubiertas de un polvo fino farináceo, el color de las hojas puede ser verde, rojo o púrpura según su estado de maduración. (GTZ, 2008).

Las hojas inferiores son grandes y lanceoladas, las hojas superiores son pequeñas y romboidales. Las hojas son dentadas, el número de dientes es una característica importante para su clasificación. En la Región Centro-Norte de Perú y en Ecuador se encuentran plantas con hojas dentadas, mientras que en Bolivia tienen pocos dientes y en algunos casos carecen de ellos (Alvarez M. P., 2002).

Las flores son pequeñas y carecen de pétalos, se encuentran agrupadas a lo largo del eje principal en número de 20 o más. Pueden ser hermafroditas o pistiladas. (Alvarez et.al., 2002).

La inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a los glomérulos (grupos de flores); el largo de la panoja puede variar entre 15 - 17 cm. La inflorescencia puede ser de dos tipos: glomerulada, cuando los glomérulos nacen directamente del eje secundario y amarantiforme, cuando los glomérulos nacen de ejes terciarios (Alvarez et.al., 2002)

El fruto es un aquenio (fruto seco con una sola semilla, en el cual la cubierta de la semilla está unida al pericarpio solamente en un punto). Las partes principales del fruto son: la cubierta externa (perianto y capa de células), el episperma y el embrión; cuando la quinua es cosechada, el fruto cae de la planta encerrado en el perianto. Las células débiles adheridas al perianto son fácilmente removidas por lavado y restregado hasta exponer el pericarpio de color amarillo pálido (Mujica A. y., 2006)

La semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es pequeña, aproximadamente mide 2 mm de ancho y 1 mm de espesor, está cubierta por el pericarpio (pared externa del fruto), que es donde se encuentra la saponina que confiere el sabor amargo a la quinua. La semilla presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. Las semillas están dispuestas en panojas, miden entre 15 a 70 cm y su rendimiento puede llegar a 220 g/panoja. El tamaño varía y se clasifican en grandes (2 – 2,6mm), medianas (1,8 – 2,1 mm) y pequeñas (menores de 1,8 mm). El color varía según la variedad y el estado fisiológico de la planta, puede ser púrpura, rosado, amarillo, verde (Mujica, 2006)

2.1.5. VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA

La quinua es única debido a su calidad de semilla que puede comerse de modo similar al grano. Generalmente, o bien se cocina y se añade a sopas, o se transforma en harina para utilizar en pan, bebidas o papillas. En relación con la nutrición, la quinua se puede comparar en energía a alimentos consumidos similares como frijoles, maíz, arroz o trigo, tal y como se muestra en el Cuadro 2 además, la quinua destaca por ser una buena fuente de proteínas de calidad, fibra dietética, grasas poliinsaturadas y minerales. Aunque la quinua es una buena fuente de muchos nutrientes, es importante consumirla como parte de una comida equilibrada junto con muchos otros tipos de alimentos a fin de obtener una buena nutrición general (Koziol, 1992)

Cuadro 2: Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados por cada 100g de peso en seco

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL					
CONTENIDO EN 100 G. DE QUINUA					
ELEMENTO	UNID	VALOR	ELEMENTO	UNID	VALOR
Agua	%	12.00	Carbohidratos	%	69.29
Proteínas	%	10.70	Ceniza	%	3.20
Grasas	%	5.70	Celulosa	%	4.30

FUENTE: Gorbitz et.al., (2013)

Cuadro 3: Requisitos Bromatológicos de los Granos de Quinua

REQUISITOS	UNIDAD	VALORES		MÉTODO DE ENSAYO
		MIN	MAX	
Humedad			13.5	AOAC 945.15
Proteínas		10		AOAC 992.23
Cenizas			3,5	AOAC 945.38
Grasa	%	4		AOAC 945.38-920.39 C
Fibra cruda		3		AOAC 945.38-962.09 C
Carbohidratos		65		Determinación Indirecta por la Diferencia de 100 en %
Saponinas	mg/100g	Ausencia		Método de la Espuma

FUENTE: INDECOPI, (2009)

Cuadro 4: Contenido en 100 g. de harina de quinua

ELEMENTO	UNID	VALOR	ELEMENTO	UNID	VALOR
CALORÍAS	cal	341	Calcio	mg	181
AGUA	g	13.7	Fósforo	mg	61
PROTEÍNAS	g	9.1	Hierro	mg	3.7
GRASAS	g	2.6	Retinol	mcg	0
CARBOHIDRATO.	g	72.1	vit.b1(tiamina)	mcg	0.19
FIBRA	g	3.1	vit.b2(riboflamina)	mcg	0.24
CENIZA	g	2.5	vit. b5(niacina)	mcg	0.68
			ac. ascórbicoreduc.	mcg	-

FUENTE: FAO,(2013)

2.1.6. USOS DE LA QUINUA

La quinua tiene múltiples usos, pero esencialmente como alimento humano que es el consumo de su grano que llegan a tener contenidos nutricionales más altos que la mayoría de cereales, además se puede emplear casi todas sus partes (Huaraza, 2012)

2.1.6.1. ALIMENTACIÓN HUMANA:

La quinua es un alimento rico ya que posee los 10 aminoácidos esenciales para el ser humano, lo cual hace que la quinua sea un alimento muy completo y de fácil digestión. Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los andes. Cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez. (Huaraza, 2012)

2.1.6.2. ALIMENTACIÓN ANIMAL:

La planta completa al estado fresco hasta inicio de floración como forraje verde para los animales, las partes de la planta que quedan después de la cosecha, finamente picada o molida para elaborar concentrados y suplementos alimenticios. Los granos (semillas)

hervidas para la crianza de pollos, patos, pavos y codornices; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumentan considerablemente la producción láctea. (Huaraza, 2012)

2.1.6.3. ORNAMENTALES:

Las plantas de quinua por sus colores vistosos, formas de inflorescencia, se utiliza como planta ornamental en jardines y parques; especialmente aquellas que presentan dos colores de inflorescencia, denominadas misa quinuas, también las panojas glomeruladas secas y grandes para colocar en los floreros, puesto que tiene una gran duración sin que se desprendan sus granos. (Huaraza, 2012)

2.1.6.4. MEDICINALES:

Las semillas, hojas, tallos, ceniza, saponina se utilizan desde el punto de vista medicinal para curar más de veintidós dolencias y afecciones humanas, cuya forma y cantidades de uso son perfectamente conocidas por los nativos de las tierras altas y frías de los Andes de América (Janpirunas, Callahuayas, Teguas, Laiccas y Ccamiris), principalmente de Perú, Bolivia y Ecuador. Como alimento reconstituyente, por la presencia de la lisina que lo convierte en un alimento clave para el crecimiento y desarrollo de las células del cerebro. Alta digestibilidad, y su naturaleza dietética por su bajo contenido de colesterol y de gluten. Los beneficios que aporta la quinua son múltiples, convirtiendo a la especie en una medicina natural muy eficiente. Su harina resulta beneficiosa para tratar enfermedades que se manifiestan en la piel así como en quemaduras y heridas abiertas, debido a que su alto contenido de saponina contribuye a la eliminación de los tejidos lastimados y a su rápida reconstitución. Asimismo, se utiliza para el tratamiento de abscesos, hemorragias y luxaciones; contra el vómito, además de ser un eficiente antiespasmódico, un efectivo laxante y diurético, ayuda a prevenir la formación de células cancerígenas. (Huaraza, 2012)

2.1.6.5. RITUALES:

Como grano madre, la quinua forma parte de diversas ceremonias y rituales andinos, que fueron prohibidos por los europeos durante la conquista española. Este fue un motivo por el que el cultivo de quinua y de la kiwicha fueron prohibidos, al considerarlos asociados a rituales paganos. (Huaraza, 2012)

2.1.7. SEMILLA

Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esférica, presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células (Villacorta et.al., 1976).

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endosperma, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos. (Prego, 1998)

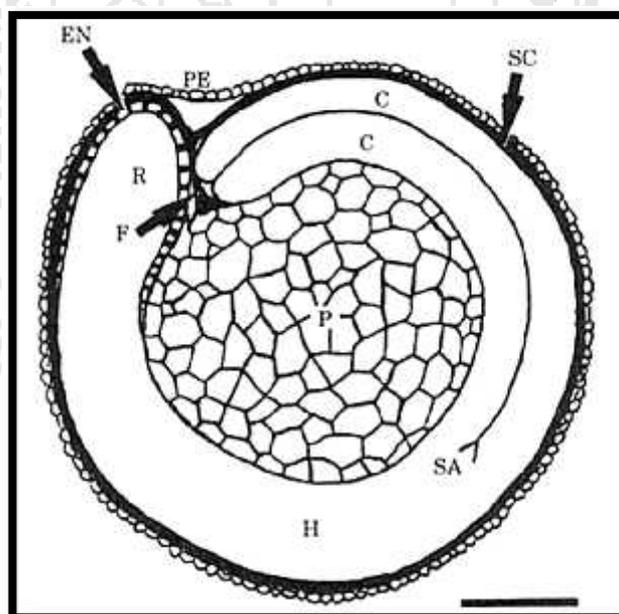


Figura 2: Sección longitudinal media del grano de quinua

Fuente: Prego et.al., (1998)

PE: Pericarpio, **SC:** Cubierta de la Semilla, **EN:** Endosperma; **C:** Cotiledones, **H:** Hipocotilo; **SA:** Apice del Meristemo; **R:** Radícula, **P:** Perisperma; **F:** Funículo

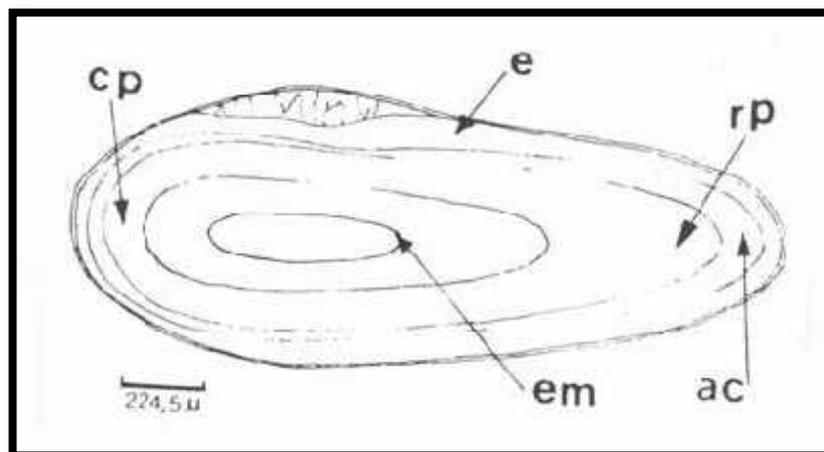


Figura 3: Corte transversal de la semilla de quinua

Fuente: Gallardo et.al., (1997)

e: endosperma; **ac:** cámara de aire; **cp:** polo cotiledones; **rp:** polo radicular y **em:** embrión.

Indican que la quinua también posee endosperma el cual es de tipo celular, formado por varias capas rodeando completamente al embrión y separado de él por una capa de aire y que probablemente, después que la semilla se hidrata, las células del endosperma se ponen en contacto con el embrión que lo consume rápidamente durante su crecimiento. (Gallardo et.al, 1997)

2.2. PROTEÍNAS:

Son sustancias orgánicas cuyo nombre proviene del griego que significa “Lo más importante”. Se componen de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y a menudo azufre y fósforo, la presencia de nitrógeno imparte muchas de las propiedades específicas de las proteínas. Se componen básicamente de 20 aminoácidos y se dividen en simples (aquellas que solo producen aminoácidos por hidrólisis) y conjugadas (las que contienen otros grupos no proteicos como azúcares, lípidos, ácido fosfórico, ácidos nucleicos y otros). Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos (-CO-NH-), es decir, el grupo carboxilo de un aminoácido forma un enlace con el grupo amino de un segundo aminoácido con eliminación de H_2O , formándose así una amida del segundo ácido (Braverman, 1980).

Las proteínas puras generalmente carecen de color, sabor y olor, cuando los alimentos ricos en proteínas sufren descomposición, las características organolépticas cambian debido a impurezas o a grupos prostéticos que contienen nitrógeno y/o azufre (Braverman, 1980).

Como es sabido, las proteínas ingeridas con los alimentos se desdoblán, por la digestión, en sus aminoácidos integrantes, los que son aprovechados por el organismo después de la absorción, para construir sus proteínas. Una proteína ideal suministraría al organismo, todos los aminoácidos en las proporciones más adecuadas para sus necesidades, de manera que podría ser utilizada con muy pocas pérdidas. Es por ello que es más importante el suministro de los aminoácidos en cantidades y proporciones requeridas, que el aumento total de las proteínas ingeridas (Schmidt-Hebbel, 1981)

La distribución de las proteínas entre los diversos tejidos que constituyen el grano no es uniforme, las concentraciones mayores se encuentran en las capas más externas del endospermo, en la aleurona y en el germen. Tampoco se distribuyen uniformemente los diferentes tipos de proteínas, las prolaminas y las glutelinas se encuentran localizadas principalmente en el endospermo; las albúminas y globulinas están en las cubiertas exteriores y en el germen (Primo, 1979)

Están compuestas principalmente por albúminas (metabolismo) y globulinas (de reserva). Las proteínas globulares adsorben agua y aumentan de tamaño considerablemente, el sitio principal de adsorción es la unión peptídica (Braverman, 1980).

2.2.1. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS:

Las propiedades funcionales son todas aquellas propiedades no nutricionales que son capaces de impartir una característica específica deseable a un alimento, influyendo, ya sea en el carácter sensorial, como también en el comportamiento físico de los alimentos durante su preparación, transformación o almacenamiento (Cheftel y col., 1989).

Las propiedades funcionales de las proteínas alimenticias, pueden clasificarse en tres grupos principales: (Cheftel, 1989)

- ✓ Propiedades de Hidratación: Dependiente de las interacciones proteína-agua, incluye propiedad tales como la absorción y la retención de agua, hinchada, adhesión, dispersabilidad, solubilidad y viscosidad.
- ✓ Propiedades Texturales: Dependientes de las interacciones proteína-proteína: interviene en fenómenos tales como la precipitación, gelificación y formación de otras estructuras diferentes.
- ✓ Propiedades Superficiales: Están relacionadas con la formación de emulsiones y espumas. Para conocer las propiedades funcionales de un alimento, es necesario

realizar una evaluación experimental mediante medidas de las propiedades fisicoquímicas en el alimento (Cheftel, 1989)

2.2.2. PROTEÍNA DE LA QUINUA:

La cantidad de proteínas en la quinua depende de la variedad, con un rango comprendido entre un 10,4 % y un 17,0 % de su parte comestible. Aunque generalmente tenga una mayor cantidad de proteínas en relación con la mayoría de granos, la quinua se conoce más por la calidad de las mismas. La proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales tanto para niños como para adultos. Tal y como se muestra en el Cuadro 3, si se compara con el patrón de puntuación de aminoácidos esenciales recomendado por la FAO para niños con edades comprendidas entre los 3 y los 10 años, la quinua supera las recomendaciones para los ocho aminoácidos esenciales. Al contrario que la quinua, la mayoría de los granos tienen un bajo contenido del aminoácido esencial lisina, mientras que la mayoría de las legumbres tienen un bajo contenido en los aminoácidos sulfúricos metionina y cisteína. (Koziol, 1992)

Cuadro 5: Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades comprendidas entre los 3 y los 10 años (g/100 de proteína)

	FAO ^a	Quinua ^b	Maíz ^b	Arroz ^b	Trigo ^b
Isoleucina	3.0	4.9	4.0	4.1	4.2
Leucina	6.1	6.6	12.5	8.2	6.8
Lisina	4.8	6.0	2.9	3.8	2.6
Metionina ^c	2.3	5.3	4.0	3.6	3.7
Fenilalanina ^d	4.1	6.9	8.6	10.5	8.2
Treonina	2.5	3.7	3.8	3.8	2.8
Triptófano	0.66	0.9	0.7	1.1	1.2
Valina	4.0	4.5	5.0	6.1	4.4

FUENTE: FAO, (2013)

2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN LA QUINUA:

El método de determinación de proteínas de las quinuas analizadas tanto para las tres variedades (Pasankalla, Sajama y Serranita), fue el Método Kjeldahl que fue realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Altiplano.

El Método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado, tal y como se explicará más adelante.

La determinación de nitrógeno total por el Método Kjeldahl aún hoy en día es uno de los métodos más utilizados en el análisis químico (Souza et al., 2000; Móller, 2005). Aceptado por la A.O.A.C. (1984).

El Método Kjeldahl (o alguna de sus modificaciones), es el método patrón para determinar la proteína contenida en cereales, carnes y otros materiales biológicos (Matissek *et al.*, 1996).

Este método puede ser dividido, básicamente en 3 etapas: digestión, destilación y valoración.

El procedimiento a seguir es diferente en función de si en la etapa de destilación el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico o sobre un exceso conocido de ácido sulfúrico patrón. Ello condicionará la forma de realizar la siguiente etapa de valoración, así como los reactivos empleados. En este artículo docente se explica el primer procedimiento, cuando el nitrógeno se atrapa sobre ácido bórico

2.2.2.3. OTROS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR PROTEÍNAS:

A) MÉTODO DE DUMAS.

El método de combustión fue presentado en 1831 por Jean-Baptiste Dumas. Desde aquellos tiempos, ha sido modificado y automatizado para mejorar su exactitud. Las muestras son sometidas a la combustión a altas temperaturas (700-1000°C). El nitrógeno liberado es cuantificado por medio de la cromatografía de gases, utilizando un detector de conductividad térmica (TCD). El nitrógeno medido en este método se convierte al contenido en proteína de la muestra. (S. Suzanne Nielsen, 2003)

B) LA ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.

La espectroscopia infrarroja mide la absorción de la radiación (en las regiones cercanas y media del infrarrojo) por las moléculas en los alimentos u otras sustancias. Los distintos grupos funcionales en un alimento absorben frecuencias diferentes de la radiación para las proteínas y los péptidos, se pueden utilizar diferentes bandas características del enlace peptídico, en el infrarrojo medio (6,47μM) y el infrarrojo cercano (por ejemplo, 3.300-

3.500 nm, 2.080-2.220 nm, 1.560-1.670 nm), para estimar el contenido de proteínas de un alimento. Mediante la irradiación de una muestra con una longitud de onda de luz infrarroja específica para el componente a medir, es posible predecir la concentración de dicho constituyente midiendo la energía que es reflejada o transmitida por la muestra (la cual es inversamente proporcional a la energía absorbida). (S. Suzanne Nielsen, 2003)

2.3. VARIEDADES DE QUINUAS:

2.3.1. QUINUA PASANKALLA:

Es la variedad de quinua que presenta granos de color plomo, su epispermo de color castaño/rojo, con un diámetro aproximado de 2.120(mm) y el contenido de saponina (grano) trazas (dulces). La Pasankalla, es una especie originaria de los Andes peruanos, que posee múltiples cualidades nutraceuticas y alto contenido de proteína (12 a 20%), vitaminas y minerales (calcio, fósforo y hierro). El balance de aminoácidos esenciales es muy similar al de la caseína (proteína de la leche animal). Considerada como sucedánea de la carne, la quinua es utilizada en la preparación de más de 100 platos diferentes, utilizando sus hojas, inflorescencias granos. Posee un alto potencial en la agroindustria, y se exporta a Estados Unidos, Alemania, España, Japón y a la Unión Europea, sin llegar a cubrir totalmente la demanda.

Como alternativa para los productores, la agroindustria, exportadores y mercado interno, el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, ha desarrollado la nueva variedad de quinua INIA 415 - Pasankalla, con alta productividad y buena calidad de grano.

INIA 415 - Pasankalla tiene origen en la accesión Pasankalla, conocida en la región con los nombres “Kcoitu Pasankalla”, Aku Jiura, Pasankalla, Kañiwa quinua y Kañiwa Jiura, colectada el año 1978 en la localidad Caritamaya (Acora, Puno). El proceso de selección de la variedad se inició el año 2000 hasta el 2005, en el ámbito de la estación experimental Agraria Illpa – Puno. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3 815 y 3 900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, y temperatura de 4°C a 15°C. (Ciencias Agrarias UNA-Puno)

2.3.2. QUINUA SAJAMA:

Esta variedad se genera, a partir de la cruce de dos líneas, Real 547 x Dulce 559, es de origen Boliviano, es precoz de alto rendimiento, de grano blanco y grande, de 2 a 2.2mm

de diámetro, su panoja es glomerulada, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu por su carácter dulce, tiene un rendimiento de 3000 kg./ha; se adapta bien en azángaro, ayaviri y lampa. (Gandarillas, h. 1967)

2.3.3. QUINUA SERRANITA:

Esta variedad de quinua es una variedad resultado de la selección masal predominante en la zona de Ilave (Puno), de grano mediano de 1.5.a 1.8 mm de diámetro es de color amarillo es dulce y se le cultiva por la zona de Ilave con rendimiento de 1200 a 1800n kg/ha, periodo vegetativo de 150 días, recomendable para zonas relativamente cercanas o alejadas del Lago Titicaca. (Gandarillas, 1982)

2.4. SAPONINA:

En términos generales se puede afirmar que los granos de quinua, tal como salen de la trilladora, no deben ser utilizados directamente en la elaboración de alimentos por las impurezas asociadas (pajas, piedras, tierra, etc.) y por tener generalmente un sabor amargo notorio. De allí que estos granos tienen que pasar por un proceso de limpieza y desamargado, es decir de eliminación de compuestos químicos en los que predominan las saponinas. (Mújica *et al.*, 2006)

Pero también se debe señalar la posibilidad de que otros compuestos puedan acentuar sabores indeseables en el grano de la quinua. Dentro de ellos, se pueden considerar la fracción insaponificable de la grasa (sustancias precursoras de saponinas tales como esteroides, escualeno, terpenoides), los ácidos grasos oxidados, sales minerales de magnesio, oxalatos, etc. la composición química de la quinua da una idea de algunas de estas posibilidades cuando se la compara con la de trigo. (Mújica *et al.*, 2006)

2.4.1. SAPONINA EN LA QUINUA:

Las saponinas son glicoalcaloides, factor antinutricional, que se encuentran en el epispermo de los granos de diversas variedades comerciales de quinua, entre ellas la quinua real, que le dan un sabor amargo que impide su consumo directo. Contienen de una a seis unidades de hexosas o pentosas, unidas a una sapogenina aglicona, de tipo esterooidal o triterpenoidal. Producen espuma estable en soluciones acuosas, bajan el nivel de plasma del colesterol y causan hemólisis en las células sanguíneas. Son solubles en

metanol y agua y son tóxicas para especies acuáticas (de sangre fría). El contenido de saponinas varía entre 0-3% pp en granos secos. Granos muy amargos se clasifican entre 1 y 3%, granos de contenido medio entre 0.1 y 1% y variedades dulces, de 0.0 a 0.1%. (T.E. de la Cruz, 2003)

En términos generales se puede afirmar que los granos de quinua, tal como salen de la trilladora, no deben ser utilizados directamente en la elaboración de alimentos por las impurezas asociadas (pajas, piedras, tierra, etc.) y por tener generalmente un sabor amargo notorio. De allí que estos granos tienen que pasar por un proceso de limpieza y desamargado, es decir de eliminación de compuestos químicos en los que predominan las saponinas. (Miranda, 2011)



Figura 4: Saponina de la quinua
Fuente: Miranda, (2011)

Pero también se debe señalar la posibilidad de que otros compuestos puedan acentuar sabores indeseables en el grano de la quinua. Dentro de ellos, se pueden considerar la fracción insaponificable de la grasa (sustancias precursoras de saponinas tales como esteroides, escualeno, terpenoides), los ácidos grasos oxidados, sales minerales de magnesio, oxalatos, etc. la composición química de la quinua da una idea de algunas de estas posibilidades cuando se la compara con la de trigo. (T.E. de la Cruz, 2003)

Dentro de los compuestos amargos destacan las saponinas, moléculas orgánicas pertenecientes ya sea al grupo de los esteroides o de los triterpenoides y que tienen alta solubilidad en agua, soluciones de NaCl, NaOH o etanol. Al tratar de definir los procedimientos para eliminar la saponina se ha estudiado su localización en el grano y se ha encontrado que se sitúa en las coberturas externas. De las cuatro capas que recubren el grano y componen en conjunto el episperma (Villacorta y Talavera, 1972; ver descripción botánica del grano) la primera capa externa se presenta bajo el microscopio como una membrana rugosa, formada por células sin núcleos, quebradiza, seca y fácilmente desprendible de las otras. Estas rugosidades, que asemejan las celdas de un panel, albergan una sustancia blanca, opaca y amarga que se asume sea la saponina. Esta capa se puede extraer con agua fría o caliente. Sus paredes contienen además una serie de inclusiones en forma de cristales. (T.E. de la Cruz, 2003)

Una buena proporción de los granos de quinua que se comercializan tienen algún grado de amargor. Por ello, no sería de extrañar que este sabor amargo haya sido por sí solo el factor más importante que ha frenado el desarrollo agroindustrial y consumo de la quinua. (Juvenal m, 2003)

Hay dos caminos que pueden conducir a la disminución del contenido de saponinas en el grano de quinua para consumo humano:

1. El genético (por mejoramiento genético tradicional o por ingeniería genética).
2. El procesamiento agroindustrial. La opción agroindustrial debe ser priorizada por las siguientes razones:
 - a) Las saponinas parecen ser factores protectores de las plantas y del grano de quinua;
 - b) Normalmente es difícil evitar el cruzamiento entre quinuas y por ende mantener la total pureza de las variaciones de quinua de bajo contenido de saponina;
 - c) Son mayores los daños que causan los pájaros al momento de la cosecha, al preferir alimentarse con los granos de quinua de menor contenido de saponinas;
 - d) En todo cultivo es cada vez más conveniente reducir al máximo la utilización de plaguicidas artificiales, por motivos sanitarios. por ello parecería pertinente trasladar gran parte del problema de la eliminación de la saponina al sector agroindustrial, en donde puede ser relativamente sencillo extraerla o transformarla. (Juvenal M, 2003)

Experiencias acumuladas sobre el mejoramiento de otras plantas cultivadas como el algodón, donde se han compulsado las ventajas y desventajas que tiene la eliminación por vía genética de sustancias protectoras de la planta como es el gossipol que es tóxico para ciertos insectos y animales han llevado a planteamientos similares a los señalados más arriba. Por todas estas razones resulta evidente que mediante la agroindustria se deben eliminar económicamente las saponinas y mejorar la aceptabilidad del grano, sin alterar su excelente valor nutritivo. A continuación se revisan los procedimientos y resultados de métodos tradicionales e industrializados de desamargado. (Juvenal M, 2003)

2.5. ESCARIFICACIÓN:

También se conoce como el método seco y consiste en someter el grano a un proceso de fricción para eliminar las capas periféricas del mismo (que son las que contienen las saponinas), en forma de polvo. En la zona andina, se han hecho varios experimentos de desaponificado con el diseño de prototipos y pruebas de adaptación de máquinas como un escarificador de quinua. (Torres, 1980)

Para el proceso de obtención del afrecho polvillo se sometieron las muestras aun escarificador donde se elimina la cascara, quedando el afrecho polvillo en la base de la maquina con muestra el Cuadro 6: (Mujica A. , 2012)

Cuadro 6: Resultados de la Obtención de Afrecho Polvillo

CULTIVAR	PESO DE QUINUA ENTERA kg.	AFRECHO POLVILLO kg.	% DE PESO FINAL AFRECHO POLVILLO
PASANKALLA	20	1.0992	5.4956
PASANKALLA ROSADA	20	0.7472	3.736
BLANCA DE JULI	20	0.5284	2.6419
SALCEDO-INIA	20	1.0675	5.338
KANCOLLA	20	1.5509	7.7545

FUENTE: Mujica, (2012)

Para la extracción de saponina en polvo se utilizó la totalidad del afrecho polvillo y se obtuvieron los siguientes resultados, Cuadro 7:

Cuadro 7: Saponina polvo en kilogramos y porcentaje.

CULTIVAR	AFRECHO DE POLVILLO SECO (kg)	SAPONINA POLVO (kg)	SAPONINA POLVO (%)
PASANKALLA	0.8793	0.0628222	7.1
PASANKALLA ROSADA	0.7472	0.0185446	2.5
BLANCA DE JULI	0.5283	0.023233	4.4
SALCEDO-INIA	1.0675	0.0354976	3.3
KANCOLLA	1.5509	0.0980991	6.3

FUENTE: Mujica, (2012)

2.8. DESAPONIFICACIÓN:

2.8.1 MÉTODO SECO.

Utiliza un sistema abrasivo para separar la saponina que se encuentra en la superficie del grano. Este método no es ideal, debido a que cuando se aplica demasiada fricción se presentan pérdidas del material sólido, y cuando la fricción es menor la saponina no se elimina eficientemente, puesto que al procesar esta quinua el producto final presenta sabor amargo. (Torres et.al., 1980)

2.8.2 MÉTODO HÚMEDO.

Consiste en una extracción sólido- líquido de la saponina, utilizando un solvente acuoso (agua). La quinua obtenida en este método queda libre del sabor amargo y además no se presentan pérdidas de sólidos, se debe considerar que la quinua cuando es sometida a la desaponificación absorbe entre el 45 –50 % de humedad. (Torres et.al., 1980)

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE QUINUA ESCARIFICADA

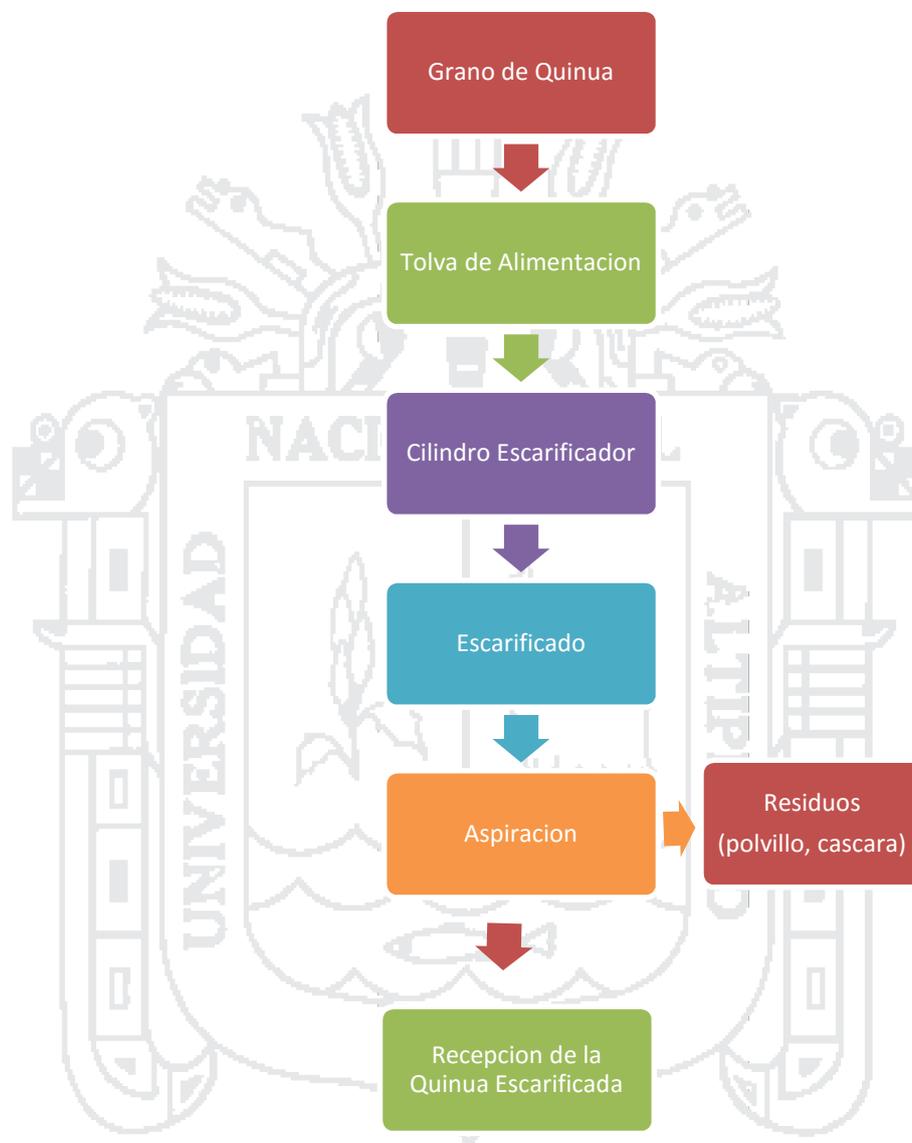


Figura 5: Proceso de obtención de la quinua escarificada

CAPITULO III

III. MÉTODOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN:

3.1. DISEÑO DE LA ESCARIFICADORA:

Con el fin de hacer los experimentos iniciales de escarificación, se construyó un equipo prototipo escarificador. Este equipo contaba con los siguientes accesorios, tolva de alimentación, cilindro con paletas giratorias ajustables que permitan la escarificación por frotación en el cilindro malla de paso del afrechillo y polvillo, control de velocidad mediante accionamiento de motor eléctrico para desprendimiento del afrechillo por gravedad. Los granos de las variedades de quinua son procedentes de la región puno un esquema del equipo a diseñar es el siguiente: (Elaboración Propia)

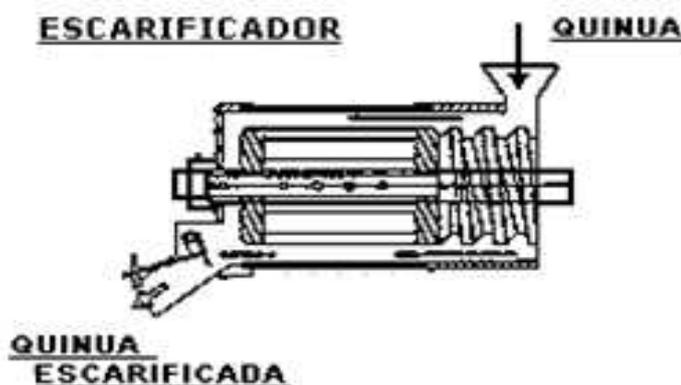


Figura 6: Esquema de Escarificadora

El diseño parte de la evaluación de cargas debidas a la presión de los granos contra el rotor, criba y tornillos de alimentación. Se los evalúa en un cilindro imaginario localizado entre el rotor y la criba

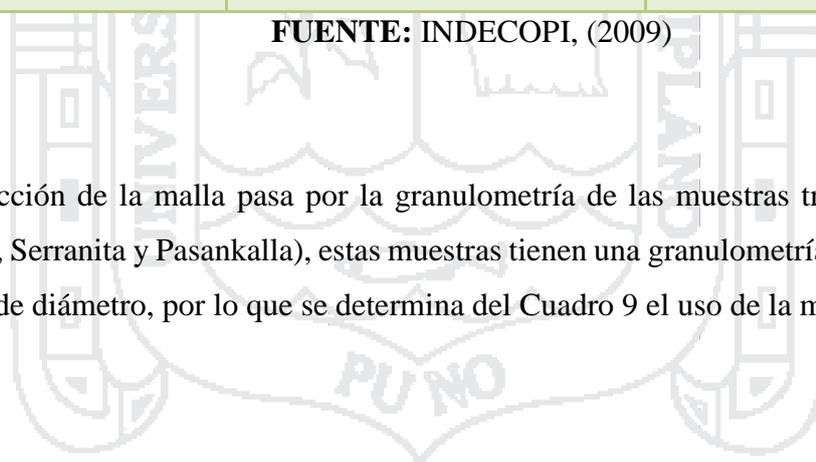
Los granos de quinua que se determinan por los valores porcentuales de las características citadas en el Cuadro 8, indistintamente de la clasificación del tamaño. (INDECOPI, 2009)

Cuadro 8: Determinación de los granos de quinua en función del diámetro promedio

TAMAÑO DE LOS GRANOS	DIÁMETRO PROMEDIO DE LOS GRANOS EXPRESADO EN mm	MALLA
EXTRA GRANDE	Mayor a 2.0	85 % retenido en la malla ASTM 10
GRANDES	Mayor a 1.70 - hasta 2.0	85 % retenido en la malla ASTM 12
MEDIANOS	Mayor a 1.40 - hasta 1.69	85 % retenido en la malla ASTM 14
PEQUEÑOS	Menor a 1.4	85 % retenido en la malla ASTM 14

FUENTE: INDECOPI, (2009)

La selección de la malla pasa por la granulometría de las muestras trabajadas (quinua Sajama, Serranita y Pasankalla), estas muestras tienen una granulometría promedio de 1.2 -2 mm de diámetro, por lo que se determina del Cuadro 9 el uso de la malla n° 20.



Cuadro 9: Determinación de la malla por el diámetro del grano.

Número de malla	Diámetro de hilo – pulg.	Abertura	
		mm	Pulg.
2.5	0.0880	7.925	0.312
3	0.0700	6.680	0.263
4	0.0650	4.699	0.185
5	0.0440	3.962	0.156
6	0.0360	3.327	0.131
8	0.0320	2.362	0.093
10	0.0350	1.651	0.065
20	0.0172	0.833	0.0328
60	0.0070	0.246	0.0097
100	0.0042	0.147	0.0058
200	0.0021	0.074	0.0029
400	0.0010	0.038	0.0015

Fuente: Nuñez, (2008)

Cuadro 10: Especificaciones Técnicas

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	
Construido en acero inoxidable	304
Potencia del motor eléctrico	2 HP 220/380/ 440 – 60 Hz
Capacidad del escarificador	100 kg / h
Peso total del equipo	200 kg

Fuente: Elaboración Propia, (2016)

3.1.2. ECUACIONES DE DISEÑO:

Cuadro 11: Ecuaciones

ECUACIÓN	LEYENDA
<p>Calculo del volumen</p> $V = \pi r^2 h \dots E . 1$	<p>r : Radio del cilindro</p> <p>H : Altura del cilindro</p>
<p>Calculo de velocidad giro de polea</p> $W_a = \frac{W_b * r_b}{r_a} \dots Ec. 2$	<p>w_b : Velocidad de giro de la polea (motor eléctrico)</p> <p>r_a: radio de la polea (escarificador)</p> <p>r_b: radio de la polea (motor eléctrico)</p>
<p>Calculo de velocidad tangencial</p> $V = w_a * r \dots E . 3$	<p>w_a= Velocidad de giro de la polea</p> <p>r= Radio</p>
<p>Calculo en la longitud de la correa</p> $L: 1.5 (D + d) + 2 + \frac{(D-d)}{4} (m) \dots E . 4$	<p>D : Diámetro de polea mayor (mm)</p> <p>d : Diámetro de polea menor (mm)</p> <p>A :Distancia entre centros (mm)</p>
<p>Calculo de la potencia de carga</p> $M = \frac{1}{2} V \rho \dots Ec. 5$ $F = M g \dots Ec. 6$ $P = F V \dots Ec. 7$	<p>Mcarga: peso de la carga</p> <p>Fcarga: fuerza que ejerce el cilindro con carga</p> <p>Pcargar: potencia que ejerce el cilindro con carga</p> <p>Vt: Velocidad Tangencial</p>
<p>Calculo de la potencia de paletas</p> $P = (F V_t) 2 \dots Ec. 8$ $P = P + P \dots Ec. 9$	<p>Ppaletas: potencia que ejerce las paletas con carga</p> <p>Fpaletas: fuerza que ejerce las paletas con carga</p> <p>Vt : velocidad tangencial</p>
<p>Calculo de la eficiencia del equipo</p> $\eta = \frac{P}{P} 100 \dots Ec. 10$	
<p>Calculo del volumen de Tolva</p> $V = \frac{1}{2} (A + a) h L \dots E . 1$	<p>A , a : anchuras mayor y menor</p> <p>h : altura</p> <p>L : longitud</p>
<p>Calculo del área de la tolva</p> $A b = L^2 + a^2 \dots Ec. 12$	
<p>Calculo del área lateral</p> $A l_2 = 4 \left(\frac{L + a}{2} \right) h \dots E . 1$	
<p>Calculo del área total</p> $A t_1 = A b + A l_2 \dots Ec. 14$	

FUENTE: McCabe et.al., (2007)

3.2.ASPIRADORA INDUSTRIAL:

- J La aspiradora cuenta con un conector el cual une al escarificador con la aspiradora mediante una manguera de succión la cual absorbe todos los desechos obtenidos por la escarificadora.
- J También cuenta con un filtro el cual evita la obstrucción de la aspiradora.
- J El cilindro contiene todos los desechos recolectados en la succión.
- J El encendido se da por dos botones interruptores para encender y apagar el aspirador.



1. Interruptores
2. Tapa
3. Manguera de
Succión
4. Barril
(Contiene los
Desechos)

Figura 7: Aspirador Industrial

3.3.DETERMINACIÓN DE LA QUINUA PROCESADA Y SAPONINA

Procedimiento para la obtención de la quinua pelada y eliminación saponina:

1. Verificar y conectar los cables del equipo escarificador a una toma de 220v
2. Verificar la aspiradora industrial y escarificadora si se encuentra debidamente aptos para poder realizar la operación.
3. Tener las muestras listas para poder realizar la operación.
4. Verificar que la aspiradora este instalada para realizar la succión del polvillo y cascara de la escarificadora.

5. Encender la aspiradora ubicando el botón verde encima del equipo y presionarlo, verificar en el esscarificador si hay succión de aire.
6. Encender el esscarificador ubicando la caja de control y presionar el botón verde, verificar el encendido del motor eléctrico y giro de las paletas.
7. Colocar un recipiente a la salida del esscarificador para recepcionar el producto final.
8. Agregar la(s) muestra(s) en la tolva de alimentación.
9. Según la fricción que se realice dentro del esscarificador este se reduzca al mínimo podemos tener la certeza de que la muestra ya salió en su totalidad.
10. Apagar el esscarificador ubicando la caja de control y presionar el botón rojo, verificar el apagado del motor eléctrico y giro de las paletas.
11. Apagar la aspiradora ubicando el botón rojo encima del equipo y presionarlo, verificar en apagado de la aspiradora.
12. Proceder a realizar la limpieza de la aspiradora industrial y el esscarificador.

3.4.DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN LA QUINUA:

El método de determinación de proteínas de las quinuas analizadas tanto para las tres variedades (Pasankalla, Sajama y Serranita), fue el Método Kjeldahl que fue realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Altiplano.

El Método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizando, tal y como se explicará más adelante. La determinación de nitrógeno total por el Método Kjeldahl aún hoy en día es uno de los métodos más utilizados en el análisis químico (Souza et al., 2000; Møller, 2005). Aceptado por la A.O.A.C. (1984),

El Método Kjeldahl (o alguna de sus modificaciones), es el método patrón para determinar la proteína contenida en cereales, carnes y otros materiales biológicos (Matissek *et al.*, 1996).

Este método puede ser dividido, básicamente en 3 etapas: digestión, destilación y valoración.

El procedimiento a seguir es diferente en función de si en la etapa de destilación el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico o sobre un exceso conocido de ácido sulfúrico patrón. Ello condicionara la forma de realizar la siguiente etapa de valoración, así como los reactivos empleados. En este artículo docente se explica el primer procedimiento, cuando el nitrógeno se atrapa sobre ácido bórico.

3.4.1. MATERIALES Y REACTIVOS:

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Equipo de micro digestor.
- Equipo de destilación.
- Balanza analítica.
- Espátula.
- Balón Kjeldahl de 100ml.
- Bureta de 50ml.
- Soporte universal.
- Bureta graduada de 25ml.
- Pipetas graduadas de 5ml y 10ml.
- Probeta de 50ml.
- Una pisceta con agua destilada.
- Matraz Erlenmeyer de 125ml.

REACTIVOS:

- Ácido sulfúrico concentrado 95-97%.
- Catalizador.
- Ácido sulfúrico a 0.2n.
- Hidróxido de sodio 40%.
- Ácido bórico 2%.
- Indicador Tashiro.
- Agua destilada.

3.4.2. PROCEDIMIENTO:

- Pesar 0.5g de muestra y llevar al balón de Kjeldahl de 100ml.
- Agregar 0.1g de mezcla de catalizadores y 3ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar el balón al equipo hasta que este tome un color claro.
- Dejar enfriar por media hora.
- Luego se agrega 20ml de agua destilada para disolver la muestra.
- Colocar el balón en la coccinilla del equipo de destilación, seguidamente activar el sistema de refrigeración.
- Luego añadir 10.5ml de hidróxido de sodio al 40%.
- El destilado se recibe en un erlenmeyer de 125ml el que contiene 15ml de ácido bórico y 3 gotas de tashiro dará un color violeta oscuro.
- Al finalizar el destilado este nos dará un color verde.
- Luego titular con ácido sulfúrico a 0.2n el cual hará cambiar el color verde a azul lila, utilizando el agitador magnético.
- Anotar el gasto de la titulación.

3.4.2.1 PORCENTAJE DE NITRÓGENO:

$$\% N = \left[\frac{V_{H_2S_4} \cdot N_{H_2S_4} \cdot M_e N}{\text{Peso de la muestra}} \cdot 100 \right]$$

Fuente: Bazan, (2009)

Dónde:

N = Normalidad del H₂SO₄

Vg = Volumen de H₂SO₄ consumido en la valoración. (ml)

M_{eq}N = Peso atómico del nitrógeno.

3.4.2.2. PORCENTAJE DE PROTEÍNA

$$\% \text{Proteínas} = \%N \cdot F$$

Fuente: Bazan, (2009)

Dónde:

%N = Porcentaje de nitrógeno

F = Factor proteico (6.25 por defecto).

3.5. DETERMINACIÓN DE SAPONINA EN LA QUINUA

El método utilizado es el de la medición de la espuma (afrosimétrico) por su facilidad de manejo y buena correlación. Las saponinas disueltas en agua y agitadas forman una espuma estable. La altura de esta espuma correlaciona con el contenido de saponinas en granos. Los investigadores han elaborado un estándar y desarrollado un método normal y un método rápido. (Kozziol, 1990)

3.5.1. MATERIALES:

- J Tubos de ensayo con tapones, 160 mm de longitud y 16 mm de diámetro.
- J Pipeta volumétrica de 5 ml.
- J Cronómetro o reloj.
- J Balanza.
- J Regla, sensibilidad 0,1 cm.
- J Agua destilada.
- J Porta tubos.

3.5.2. PROCEDIMIENTO:

1. Pesar 0,50 g de granos enteros de quinua y colocarlos en un tubo de ensayo. Añadir 5,0 ml de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro y sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos.
2. Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, luego sacudir otra vez durante 20 segundos.
3. Dejar en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos. Dar al tubo una última sacudida como el que se da a los termómetros orales.
4. Dejar el tubo en reposo 5 minutos, luego medir la altura de la espuma al 0,1 cm más cercano.

CÁLCULOS:

$$\text{mg saponinas} / \text{peso fresco} = \frac{0.0646 \text{ (altura de espuma en cm)} \cdot 0.104}{\text{peso de la muestra en g}}$$

$$\% \text{ saponinas} = \frac{0.646 \text{ (altura de espuma en cm)} \cdot 0.104}{(\text{peso de la muestra en g}) \cdot 10}$$

Fuente: UNCP,(2013)

CAPITULO IV

IV. CÁLCULOS DE INGENIERÍA:

4.1. ESCARIFICADOR

4.1.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN:

$$V = \pi r^2 h \dots \text{Ec. 1}$$

$$r = 0.085 \text{ m}$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$V = \pi (0.085 \text{ m})^2 0.60$$

$$V = 0.3 \text{ m}^3$$

4.1.2. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE GIRO DE LA POLEA A:

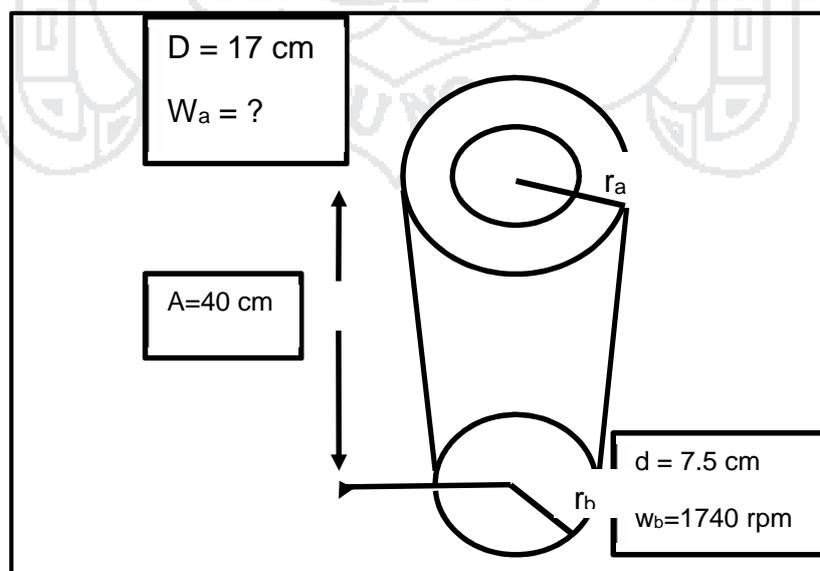


Figura 8: Diámetro de Poleas

CALCULO DE LA POLEA:

$$r_a = 8.5 \text{ cm} \quad r_b = 3.75 \text{ cm}$$

$$w_a = ? \quad w_b = 1740 \text{ r/r}$$

$$V = w_a r_a \quad V = w_b r_b$$

$$w_a r_a = w_b r_b$$

$$w_a = \frac{w_b r_b}{r_a} \dots \text{Ec. 2}$$

$$w_a = \frac{1740 \cdot 0.0375 \text{ m}}{0.085 \text{ m}}$$

$$w_a = 767 \text{ r/r}$$

Convirtiendo a radianes:

$$w_a = 767 \cdot 2\pi$$

$$w_a = 1534\pi$$

$$w_a = \frac{1534\pi}{1 \text{ m}}$$

$$w_a = \frac{1534\pi}{60 \text{ s}}$$

$$w_a = 25.6\pi \text{ /s}$$

4.1.3. CALCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL:

$$V_t = w_a \cdot r \dots \text{Ec. 3}$$

$$V = 25.6 \cdot 3.14 \cdot 0.085$$

$$V = 6.83 \text{ m/s}$$

4.1.4. TRANSMISIONES:

LONGITUD DE LA CORREA

$$L = 1.57(D + d) + 2A + \frac{(D - d)^2}{4A} \quad (m) \dots E . 4$$

$$L = 1.57(170 + 75) + 2 \cdot 400 + \frac{(170 - 175)^2}{4 \cdot 400} \quad (m)$$

$$L = 384.7 + 800 + 5.64$$

$$L = 1190.3 \text{ m}$$

$$L = 1.19 \text{ m}$$

4.1.5. CALCULO DE POTENCIA:

POTENCIA DE CARGA:

$$M_{carga} = \frac{1}{2} V \rho \dots E . 5$$

$$M_{carga} = \frac{1}{2} \cdot 0.3m^3 \cdot \frac{100k}{m^3}$$

$$M_{carga} = 15 \text{ kg}$$

$$F_{carga} = M_{carga} \cdot g \dots \text{Ec. 6}$$

$$F_{carga} = 15kg \cdot \frac{9.8m}{s}$$

$$F_{carga} = 147 \frac{k}{s} \cdot m$$

$$P = F \cdot V \dots \text{Ec. 7}$$

$$P_{carga} = 147 \frac{k}{s} \cdot m \cdot 6.83 \frac{m}{s}$$

$$P_{carga} = 1004 \text{ W}$$

$$P_{carga} = 1.34 \text{ HP (del escarificador)}$$

4.1.6. POTENCIA DE PALETAS:

$$P_{paletas} = (F_{paletas} \cdot V_t) \cdot 2 \dots Ec. 8$$

Fpaleta = Asumiendo 15 kg

$$P_{paletas} = \left(15 \text{kg} \cdot 6.83 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 2$$

$$P_{paleta} = 204.9 \text{W}$$

$$P_{paletas} = 0.27 \text{HP}$$

$$P_{total} = P_{carga} + P_{salida} \dots Ec. 9$$

$$P_{total} = 1.34 + 0.27$$

$$P_{total} = 1.61 \text{HP}$$

4.1.7. EFICIENCIA DEL EQUIPO

$$n = \frac{P}{P} \cdot 100 \dots Ec. 10$$

$$n = \frac{P_{total}}{P_{electrico}} \cdot 100$$

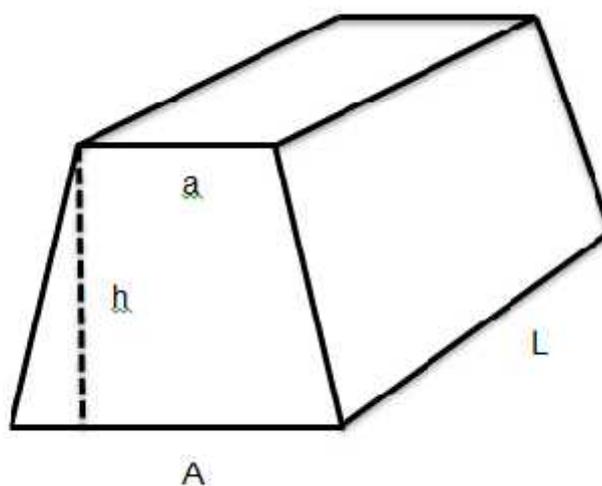
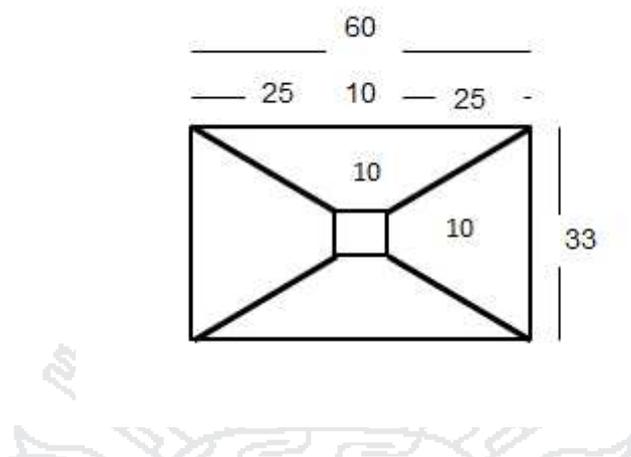
$$n = \frac{1.61 \text{HP}}{2 \text{HP}} \cdot 100$$

$$n = 80.5\%$$

4.2. TOLVA:



Figura 9: Tolva de Entrada



4.2.2. CALCULO DEL VOLUMEN:

$$V = \frac{1}{2} (A + a) h \cdot L \dots E . 11$$

4.2.3. CALCULO DE LA ALTURA:

$$h = \sqrt{3^2 - 2^2}$$

$$h = 2.2 \text{ c}$$

4.2.4. CALCULO DEL ÁREA:

$$A_b = L^2 + a^2 \dots \text{Ec. 12}$$

$$A_b = 6^2 + 1^2$$

$$A = 3 \text{ m}^2$$

$$A_k = 4 \left(\frac{L + a}{2} \right) h \dots E . 1$$

$$A_k = 4 \left(\frac{6 + 1}{2} \right) 2 . 2$$

$$A_k = 3 . 8 \text{ cm}^2$$

$$A_t = A_b + A_k \dots \text{Ec. 14}$$

$$A_t = 3 + 3 . 8$$

$$A_t = 7 . 8 \text{ cm}^2$$

$$A_t = 0.7 \text{ m}$$

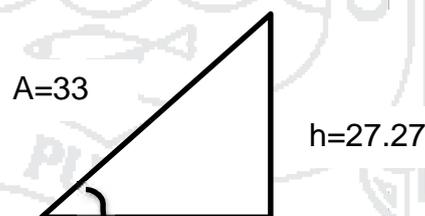
$$V = \frac{1}{2} (A + a) h - L$$

$$V = \frac{1}{2} (3 + 1) 2 . 2 \quad 6$$

$$V = 3 . 3 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.0 \text{ m}^3$$

4.2.5. ANGULO DEL DISEÑO:



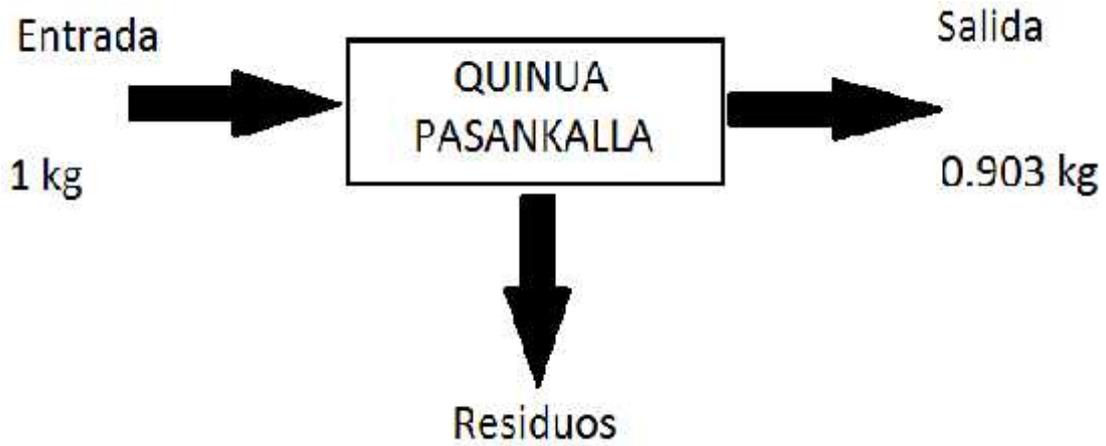
$$\text{si } \theta = \frac{2.2}{3}$$

$$\text{si } \theta = 0.8$$

$$\theta = 5^\circ$$

4.3. BALANCE DE MATERIA EN LA EXTRACCIÓN DE SAPONINA

4.3.1. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA PASANKALLA



Entrada=Salida + Residuo

Entonces:

Residuo= Entrada-Salida

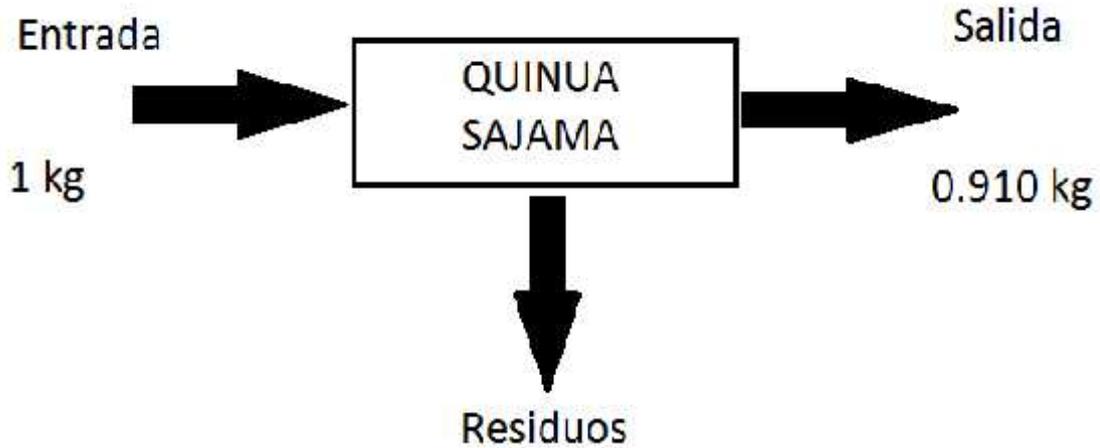
Residuo= 1kg-0.903

Residuo=0.097

Hallando la eficiencia del equipo en la operación de saponificación:

$$\begin{aligned}
 \%E &= \frac{P_{d l q o}}{P_{t a d l o}} \cdot 1 \\
 \%E &= \frac{0.9 \text{ k}}{1 \text{ k}} \cdot 1 \\
 \%E &= 9.3\%
 \end{aligned}$$

4.3.2. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA SAJAMA



Entrada=Salida + Residuo

Entonces:

Residuo= Entrada-Salida

Residuo= 1kg-0.910

Residuo=0.09

Hallando la eficiencia del equipo en la operación de desaponificación:

$$\begin{aligned}
 \%E &= \frac{P_{d l q o}}{P_{t a d l o}} \cdot 1 \\
 \%E &= \frac{0.9 \text{ k}}{1 \text{ k}} \cdot 100 \\
 \%E &= 9 \%
 \end{aligned}$$

4.3.3. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ESCARIFICACIÓN DE LA QUINUA SERRANITA



Entrada=salida + residuo

Entonces:

Residuo= entrada-salida

Residuo= 1kg-0.901kg

Residuo=0.099

Hallando la eficiencia del equipo en la operación de desaponificación:

$$\begin{aligned}
 \%E &= \frac{P_{d l q o}}{P_{t a d l o}} \cdot 1 \\
 \%E &= \frac{0.9 \text{ k}}{1 \text{ k}} \cdot 1 \\
 \%E &= 9.1\%
 \end{aligned}$$

4.4. MATERIALES Y REACTIVOS:

4.4.1. MATERIALES

-) Escarificadora
-) Aspiradora industrial
-) Bolsas de plástico
-) Balanza
-) Brochas
-) Cinta masking

4.4.2. MUESTRAS:

-) Quinoa Passankalla
-) Quinoa Sajama
-) Quinoa Serranita

4.5. CALCULO EXPERIMENTAL:

4.5.1 DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA DE LA QUINUA:

El método de determinación de proteínas de las quinuas analizadas fue el Método Kjeldahl que fue realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Altiplano. Por lo que los resultados que se obtuvieron del análisis fueron:

Cuadro 12: Determinación de la proteína de la quinua

	Peso Muestra (g)	PASANKALLA		SAJAMA		SERRANITA	
		Vg. H_2SO_4	Proteína (%)	Vg. H_2SO_4	Proteína (%)	Vg. H_2SO_4	Proteína (%)
Muestra Inicial	0.1	1.30	13.23	1.20	12.21	1.25	12.72
Muestra Procesada	0.1	1.10	11.19	0.75	7.61	0.70	7.12
Muestra Residual	0.1	0.10	1.02	0.50	5.10	0.50	5.09

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

Se puede observar que las muestras iniciales de las variedades de las quinuas contienen buen % de proteína, después de seguir el procedimiento de determinación de proteína por

el método Kjeldahl el % obtenido de proteína de la quinua Pasankalla cumple con lo establecido en la Norma Técnica Peruana (205.062-2009) conservando buena cantidad de la proteína.

4.5.2. DETERMINACIÓN DE LA SAPONINA DE LA QUINUA

Cuadro 13: Determinación de la saponina de la quinua

Método	QUINUA PASANKALLA			
	Peso Muestra (g)	Altura Espuma (cm)	Saponina (mg)	Saponina (%)
Afrosimetrico				
Según las Normas Técnicas (205.062-2009. Pág. 6) indica que debe cumplir la siguiente disposición: el valor aceptable en saponina es de 120mg/100g es equivalente a 0.12%				
Muestra Inicial	0.5	3.70	0.497	0.050
Muestra Procesada	0.5	0.40	0.054	0.005
Muestra Residual	0.5	1.20	0.161	0.016
QUINUA SAJAMA				
Muestra Inicial	0.5	6.15	0.826	0.08
Muestra Procesada	0.5	0.40	0.054	0.01
Muestra Residual	0.5	4.00	0.537	0.05
QUINUA SERRANITA				
Muestra Inicial	0.5	5.00	0.672	0.07
Muestra Procesada	0.5	2.65	0.356	0.04
Muestra Residual	0.5	4.50	0.605	0.06

FUENTE: Elaboración Propia

En el cuadro 13, en las pruebas realizadas de determinación del % de saponina por el Método Afrosimétrico se observa que hay una reducción de saponina en la muestras procesadas (después de la escarificación), indicando que el proceso de eliminación de la saponina son aceptables, en las muestras residuales que en la procesada. Los resultados obtenidos en la quinua procesada se encuentran dentro de los rangos establecidos en la Norma Técnica Peruana (205.062-2009).

4.6. ENSAYO DE ESCARIFICACIÓN:

A continuación se muestra los resultados de los ensayos de escarificación con el equipo.

1. EFICIENCIA DEL PROCESAMIENTO:

Para un 1 kg de quinua

Cuadro 14: Eficiencia del Escarificador

QUINUA	GRANO SIN PROCESAR (kg)	GRANO PROCESADO (kg)	EFICIENCIA (%)
PASANKALLA	1	0.903	90.3
SAJAMA	1	0.910	91.0
LA SERRANITA	1	0.901	90.1

FUENTE: Elaboración Propia

En el cuadro 14 se observa el proceso de escarificación del cual se utilizó 1kg de muestra del que se obtuvo aproximadamente un 90% del total de la muestra teniendo un mínimo de pérdida en residuos.

4.7. COSTOS DEL EQUIPO**4.7.1. COSTOS DIRECTOS.****Cuadro 15: Costos Directos**

RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)
Escarificadora	Para la desaponificación de las variedades de quinua	Equipo	01	9,180.00	9,180.00
Análisis de muestras	Certificados por un laboratorio	-	-	400.00	400.00
Variedades de materia prima (quinuas)	Quinua Pasankalla, Sajama,	17kg	17kg	18.00	307.00
Materiales y reactivos	Uso en el laboratorio	-	-	200.00	200.00
SUB TOTAL (S/.)					10,087.00

4.7.2. COSTOS INDIRECTOS.**Cuadro 16: Costos Indirectos**

RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S./)	COSTOS (S./)
Material de escritorio	Material de escritorio	-	Varios	250.00	250.00
Impresión.	Impresión.	-	Varios	300.00	300.00
Publicación	Publicación de tesis	-	Varios	250.00	250.00
SUB TOTAL (S./)					800.00

4.7.3. COSTO TOTAL DEL PROYECTO**Cuadro 17: Resumen**

COSTOS DIRECTOS	10 087.00
COSTOS INDIRECTOS	800.00
IMPREVISTOS	200.00
TOTAL(S./)	11 087.00

CAPITULO V

V. RESULTADOS:

-) El presente trabajo diseño y evaluó un equipo escarificador de quinua para la extracción de saponina de lo cual se realizaron pruebas:



Figura 10: Escarificadora

Cuadro 18: Resultados en el proceso de escarificación

MUESTRA	QUINUA ESCARIFICAD A (kg)	RESIDUOS DE CASCARAS Y POLVOS (kg)		TOTA L (kg)
		ESCARIFICADOR A	PERDIDA S	
QUINUA PASANKALL A	0.903	0.072	0.025	1.0
QUINUA SAJAMA	0.910	0.068	0.022	1.0
QUINUA LA SERRANITA	0.901	0.076	0.023	1.0

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

El **cuadro 18** Muestra el resultado del proceso de escarificación de las variedades de quinua donde podemos ver que se obtuvo 0.903 kg de quinua Pasankalla procesada, 0.910 kg de quinua Sajama procesada y 0.901 kg de quinua La Serranita procesada; por lo que el equipo escarifica un 90% de la muestra.

J) RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SAPONINA UTILIZANDO EL MÉTODO MEDICIÓN DE LA ESPUMA (AFROSIMÉTRICO):

$$\text{mg saponinas} / \text{peso fresco} = \frac{0.0646 \text{ (altura de espuma en cm)} \cdot 0.104}{\text{peso de la muestra en g}}$$

$$\% \text{ saponinas} = \frac{0.646 \text{ (altura de espuma en cm)} \cdot 0.104}{(\text{peso de la muestra en g}) \cdot 10}$$

Fuente: (UNCP, 2013)

Cuadro 19: Determinación de Saponina%

Método	QUINUA PASANKALLA		QUINUA SAJAMA		QUINUA SERRANITA	
	Altura Espuma (cm)	Saponina (%)	Altura Espuma (cm)	Saponina (%)	Altura Espuma (cm)	Saponina (%)
Muestra Inicial	3.70	0.050	6.15	0.08	5.00	0.07
Muestra Procesada	0.40	0.005	0.40	0.01	2.65	0.04
Muestra Residual	1.20	0.016	4.00	0.05	4.50	0.06

FUENTE: Elaboración Propia

En el **cuadro 19** Muestra los resultados obtenidos en laboratorio donde las tres variedades de quinua tienen una reducción de saponina bien significativa sobre todo en la muestra escarificada para por debajo de lo especificado en concentración en la Norma Técnica Peruana (205.062-2009).

Resultados de los análisis realizados de proteína utilizando el método kjeldahl:

$$\% \text{ PROTEINAS} = \% \text{ N} \cdot F$$

Cuadro 20: Determinación de Proteína%

	PASANKALLA	SAJAMA	SERRANITA
	Proteína (%)	Proteína (%)	Proteína (%)
Muestra Inicial	13.23	12.21	12.72
Muestra Procesada	11.19	7.61	7.12
Muestra Residual	1.02	5.10	5.09

FUENTE: Elaboración Propia

En el **cuadro 20** se observa el resultado porcentual de proteína obtenida después del proceso de escarificación para la Quinua Pasankalla que el % obtenido de proteína cumple con lo establecido en los parámetros de la Norma Técnica Peruana (205.062-2009).y el porcentaje de pérdida en cascara y polvo es mínimo.

CONCLUSIONES

1. Se instaló y evaluó correctamente el equipo para la escarificación de las diferentes variedades de quinua de la región puno que son la quinua Pasankalla, Serranita y Sajama; el equipo consta de una escarificador de quinua y su aspiradora industrial; donde el escarificador está fabricado en acero inoxidable clase 304, así mismo la aspiradora industrial cumple satisfactoriamente con la extracción de la saponina y los residuos que puedan derivar de la quinua.
2. Se determinó los parámetros de operación del diseño del equipo (tolva, cilindro escarificador, y motor eléctrico) este trabaja con una alimentación desde 1 a 90 kg / h esto es óptimo para las practicas que se realicen con la escarificadora a nivel de laboratorio, que el tiempo de escarificado para 1 kg de quinua está oscilando entre 6 a 8 minutos, para el funcionamiento de la escarificadora la potencia del motor para el escarificado es de 1.61 HP y el motor fabricado es de 2 HP por lo tanto es más que suficiente para garantizar un óptimo escarificado y también así mismo la extracción de gran porcentaje de la saponina recepcionado en la aspiradora industrial y escarificador.
- 3.- Se determinó satisfactoriamente que el porcentaje de saponina extraído en la operación de escarificado de la quinua Pasankalla reporta un 0.005%, la serranita reporta un 0.044% y Sajama reporta un 0.630% los análisis se realizaron en el laboratorio de la facultad de ciencias agrarias una-puno, las pruebas realizadas fueron hechas por el método afro simétrico (método de la espuma), dando resultados minimos en las muestras ya escarificadas cumpliendo asi con lo en la NTP 205.062.2009 quinua requisitos.
- 4.- Se determinó satisfactoriamente que el porcentaje de proteínas de la quinua mediante pruebas en el laboratorio de la facultad de ciencias agrarias una-puno, de los análisis se obtuvo; que el contenido de proteína para la quinua pasankalla es de 11.19% para la quinua sajama es de 7.61% y para la quinua la serranita es de 7.12%; se puede deducir que el escarificado para la quinua pasankalla cumple con lo establecido en la NTP 205.062.2009 quinua requisitos.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados experimentales obtenidos, y con el objetivo de mejorar y completar el tratamiento de obtención de saponinas y proteínas en el escarificador de quinua.

1. Se recomienda tener un ambiente exclusivo para la obtención de alimentos extruidos que tanto el equipo para el escarificado de las diferentes variedades de quinua de la región de puno estén con el extrusor de tornillo simple dando las mejores condiciones para trabajar continuamente.
2. Se recomienda que la escuela Profesional De Ingeniería Química difunda y promueva trabajos de investigación sobre el uso de las saponinas obtenidas de las diferentes variedades de quinua de la región de puno buscar un valor aplicativo industrial alimentaria.
3. Se recomienda dar uso al equipo para la escarificación de la quinua Pasankalla ya que los resultados obtenidos en el laboratorio de la Facultad De Ciencias Agrarias UNA-PUNO, donde se observa que la pérdida de la proteína es mínima entonces se puede trabajar continuamente con esta variedad de quinua.
4. Se recomienda que para el escarificado de las quinuas Sajama y Serranita se trabaje con una mayor cantidad de Kilogramos para evitar así más la fricción de los granos y conservar la mayor cantidad de proteína de la quinua.
5. Se recomienda seguir los manuales de operación del escarificador de quinua para diferentes variedades de la región de puno, así mismo sobre la aspiradora industrial y dar un mantenimiento preventivo a los equipos para evitar daños posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, M. P. (2002). *Caracterizacion, la quinua hacia su cultivo comercial*. Instituto Nacional Autonomo de Investigacion Agropecuaria.
- Alvarez, M., Pavon, J., & Von Rutte, S. (2002). *Caracterizacion; La quinua hacia el cultivo comercial*. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Armada, M. (2012). Diseño y Construcción de un Prototipo de Escarificador de quinua. *Revista de ingeniería*.
- Bazan Tapia, R. (2009). *Manual para el Analisis Quimico de Suelos, Plantas y Aguas*. Molina, Lima.
- Bazile, D., & Bertero, D. y. (2014). *Estado del Arte de la Quinua en el Mundo 2013*. Santiago, Chile: CIRAD.
- Braverman, J. y. (1980). *Introduccion a la bioquimica de alimentos*. Mexico.
- Cardenas, M. (1944). Descripción Preliminar de las variedades de *Chenopodium Quinoa Wild* de Bolivia. *Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simon de Cochabamba*, 13-26.
- Cheftel, J. C. (1989). *Proteinas alimentarias: Bioquimica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones quimicas*. Zaragoza: Editorial, S.A.
- Collazos, C. W., & al, H. W. (1975). *La composicion de ls alimentos Peruanos*. Instituto de Nutricion-Ministerio de Salud.
- CORPEI-CBI. (Noviembre de 2008). *Perfil de Producto de Quinua*. Obtenido de Proyecto CORPEI-CBI Expansión de la Oferta Exportable del Ecuador: www.ecuadorcalidaddeorigen.com
- Corzo Barragan, D. C. (2008). *Analisis y seleccion de diferentes metodos para eliminar las saponinas en dois pariedades*. Tolima Colombia.
- Edith Tello, W. a. (2004). *Introduccion a la tecnologia de alimentos*. Puno: FIQ-UNA PUNO.
- FAO, (. d. (2013). *Caracterizacion del Mercado de la Quinua en el Ecuador*. Obtenido de www.fao.org
- Gallardo, M., & Gonzales, A. y. (1997). *Morfologia del fruto y semilla de Chenopodium Quinoa Willd.*
- Gandarillas, H. (1982). *El cultivo de la quinua*. La Paz: Ministerio de Asuntos campesinos y agropecuarios.
- GobiernoRegional. (2012). *Comportamiento de los agentes de la cadena productiva en la Region Puno*. Puno: Direccion Reginal Agraria Puno.
- Gorbitz, A., & Luna, R. (19 de febrero de 2013). *Ministerio de Agricultura*. Obtenido de Quinoa.PE: quinua.pe/quinua-valor-nutricional/

- GTZ, I. I. (16 de Noviembre de 2008). *Manual se Produccion de Quinua de Calidad en el Ecuador*. Obtenido de <http://www.concope.gov.ec>
- Huaraza. (2012). *Usos alimenticios, ornamentales, medicinales y rituales de la Quinua*.
- Hule, M. (1919). *La arqueologia de la Quinua Arica y Tacna*. Tacna.
- INDECOPI, C. N. (2009). Quinua (*chenopodium quinoa* Willd). Requisitos. *Norma Tecnica Peruana*. Lima,, Perú.
- INIA, I. N. (Noviembre de 2006). *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Obtenido de <http://www.inia.gob.pe>
- INIQUI, I. d. (2008). *Diseño y Construccion de un Escarificador para el uso de Agricultores*. Peru.
- Jimenez, P., Gomez, M. A., & Silvia. (2005). *Caracterizacion Quimica y Estructural de Semillas Variedad CICA*. Salta.
- Koziol, M. J. (1992). *Composicion quimica y evaluacion nutricional de la quinua*.
- Lescano, J. (1989). *Recursos fitogeneticos alto andinos y bancos de germoplas*. In: *Curso: Cultivos Altoandinos*. Potosi, Bolivia.
- Martinez, M., Sangoquiza, N., & Paredes, J. . (2013). *Diseño y construccion de un descascarador de cebada y trigo*. Riobamba - Ecuador.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingenieria Quimica*. España: Edigrafos, S.A.
- Meyhuay, M. (2000). *Comprndium on Post-Harvest operations*. Obtenido de <http://www.fao.org/inpho/content/compend/text>
- Miranda. (8 de Abril de 2011). *Wikipedia*. Recuperado el Noviembre de 2015, de wikipedia.org
- Mujica, A. (2012). *extraccion de saponina de cultivares de quinua (Chenopodium quinoa) para uso industrial*. Puno-Peru.
- Mujica, A. (2012). *extraccion de saponina de cultivares de quinua (Chenopodium quinoa) para uso industrial*. Puno-Peru.
- Mujica, A. y. (2006). *Informe final del proyecto quinua: Cultivo multiporposito para los paises Andinos*. Lima: CONCYTEC.
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathee. (2002). *Quinua, Ancestral Cultivo de los Andes*. Perú.
- Nuñez. (1970). *Estado arte de la quinua en el Mundo en 2013*.
- Nuñez, E. C. (2008). *En relacion a los Tamices Normalizados*. Obtenido de Tablas de Tamices Estandares ASTM(American Society Of Testing Methods): [cenunez.com .ar](http://cenunez.com.ar)

Prego, I., & Maldonado, S. y. (1998). *Estructura de la Semilla y la Localizacion Chenopodium Quinoa*.

Primo, E. (1979). *Quimica Agricola. III Alimentos*. Madrid: Alhambra.

Rojas, W. J. (2010). *Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. Roma.

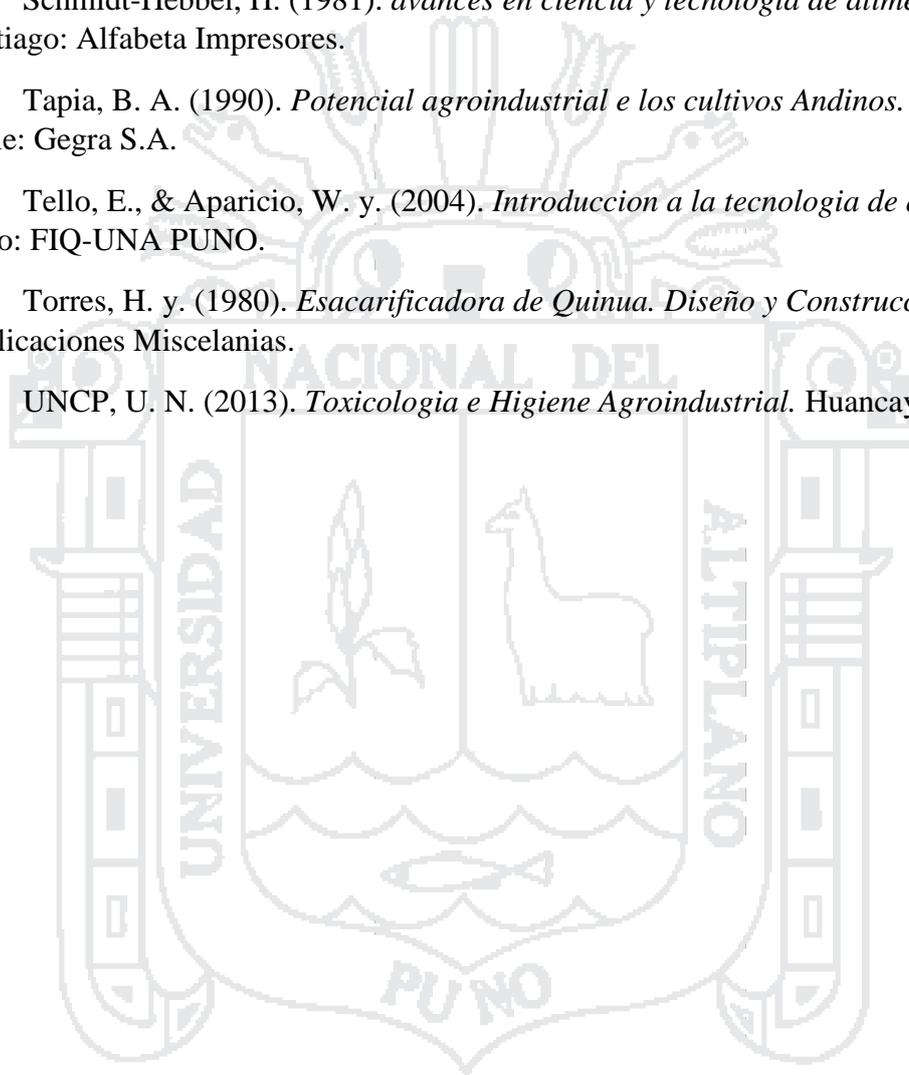
Schmidt-Hebbel, H. (1981). *avances en ciencia y tecnologia de alimentos*. Santiago: Alfabet Impresores.

Tapia, B. A. (1990). *Potencial agroindustrial e los cultivos Andinos*. Santiago. Chile: Gegra S.A.

Tello, E., & Aparicio, W. y. (2004). *Introduccion a la tecnologia de alimentos*. Puno: FIQ-UNA PUNO.

Torres, H. y. (1980). *Esacarificadora de Quinoa. Diseño y Construccion*. Publicaciones Miscelancias.

UNCP, U. N. (2013). *Toxicologia e Higiene Agroindustrial*. Huancayo.





ANEXO 01 (FICHA TÉCNICA)

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO

ACERO INOXIDABLE 304



DESCRIPCIÓN

TKM 304, con su contenido de cromo-níquel y bajo carbono, es el más versátil y ampliamente usado de los aceros inoxidable austeníticos. Generalmente conocido como 18-8, ésta aleación ofrece una resistencia a la corrosión superior a las de los tipos 301 y 201.

El tipo 304 tiene excelentes características de embutido y formado, las cuáles permiten un mayor embutido profundo que los tipos 301 y 201 sin necesidad de un tratamiento térmico intermedio. El tipo 304 es dominante en la producción de componentes de aceros inoxidables embutidos. Con un nivel más bajo de carbono que el tipo 302 ó 301, la aleación 304 se desarrolló para minimizar la cantidad de precipitación del carburo de cromo y la tendencia de corrosión intergranular en un rango de temperatura de 800 a 1650 °F (426 a 900 °C). Ya que este gradiente de temperatura ocurre en el área adyacente a la zona afectada térmicamente por la soldadura, el 304 es recomendado para la construcción de soldaduras bajo algunas condiciones corrosivas cuando no es posible un recocido después de la soldadura. Cuando calibres gruesos son requeridos en el soldado, es recomendable que se use el grado de nivel más bajo de carbono, el 304 L.

El tipo 304 no exhibe el punto de cedencia en el alargamiento y por eso no es sujeto al efecto formador de bandas de Lüders como lo son los ferríticos. Como resultado, esta aleación puede ser usada en condiciones de recocido sin proceso de Skin Pass (molino templador) correspondientes al acabado mate que otorga propiedades óptimas de embutido.

- Alta resistencia a la corrosión
- Excelente formabilidad
- Facilidad de fabricación
- Facilidad de limpieza
- Buena soldabilidad
- Amplio rango de propiedades mecánicas en condiciones de recocido y trabajado en frío.
- Buena apariencia
- Alta resistencia con bajo peso
- Buena resistencia a temperaturas criogénicas.

COMPOSICION QUIMICA, (Porcentaje de peso)

	AISI 304 UNS S30400 ASTM A304	Típico 304 ThyssenKrupp Metalox.
Carbono	0,08 max.	0,044
Manganeso	2,0 max.	1,30
Fósforo	0,045 max.	0,028
Sulfuro	0,030 max.	0,001
Silicio	0,75 max.	0,36
Cromo	18,0 - 20,0	18,12
Níquel	8,0 - 10,5	8,03
Molibdeno	---	0,19
Nitrógeno	0,10 max.	0,053
Cobro	---	0,28
Hierro	Balance	Balance

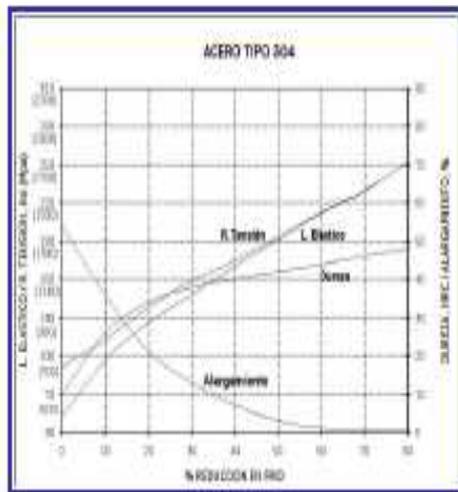
Ventajas del grado 304

PROPIEDADES MECÁNICAS (Condiciones de recocido)

	AISI 304 UNS S30400 ASTM A240	Típicos del 304 ThyssenKrupp Mexinox
Resistencia Máxima a la Tensión, ksi (MPa)	75 (515) min	95 (655)
Límite Elástico o Esfuerzo de Cedencia al 0.2 %, ksi (MPa)	30 (205) min	46 (317)
Alargamiento % a 2" (50.8 mm)	40 min	57.0
Dureza, Rockwell	B92 max	B84

TRABAJO EN FRÍO

El tipo 304 es muy dúctil y puede ser trabajado fácilmente por reducción en frío. Su deformación a temperatura ambiente produce e incrementa la resistencia acompañado por una disminución en el valor de alargamiento. Una porción de éste incremento en la resistencia su fuerza es causado por una transformación parcial de austenita a martensita durante la deformación. Los datos típicos son mostrados en la siguiente gráfica.



Aleación 304. Efectos del trabajo en frío en sus propiedades mecánicas.

El tipo 304 presenta una estructura de grano austenítico equiaxiado uniformemente.



Microestructura típica del tipo 201, 200X. Ataque químico con reactivo glicerregia.

PROPIEDADES FÍSICAS (Condiciones de recocido)

Unidades de las propiedades	Valor
Densidad g/cm ³ (lb/in ³)	8.0 (0.29)
Modulo elástico GPa (10 ⁶ psi)	193 (28.0)
Resistencia eléctrica n Ω m	720
Calor específico J/kg °K (Btu/lb °F)	500 (0.12)
Conductividad térmica a 100 °C (212 °F) W/m °K (Btu/ft °h °F)	17.2 (9.6)
Rango de fusión °C (°F)	1400-1450 (2550-2650)

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

El tipo 304 tiene una excelente resistencia a la corrosión en muchos ambientes. Esta aleación sirve a un amplio rango de ambientes moderadamente oxidantes y moderadamente reductores. Soporta oxidación ordinaria en la arquitectura y es inmune a ambientes donde se procesan alimentos (excepto posiblemente en condiciones de altas temperaturas incluyendo altos contenidos de ácido y cloruros). Resiste químicos orgánicos y una amplia variedad de químicos inorgánicos. El tipo 304 también es buen resistente al ácido nítrico. Es altamente usado en el almacenamiento de gases líquidos y equipo que se usa a temperaturas criogénicas.

Para el servicio continuo a elevadas temperaturas, el tipo 304 presenta una buena resistencia a la oxidación hasta 1650 °F (900 °C). En servicio intermitente, la temperatura máxima es alrededor de 1500 °F (815 °C).

SOLDABILIDAD

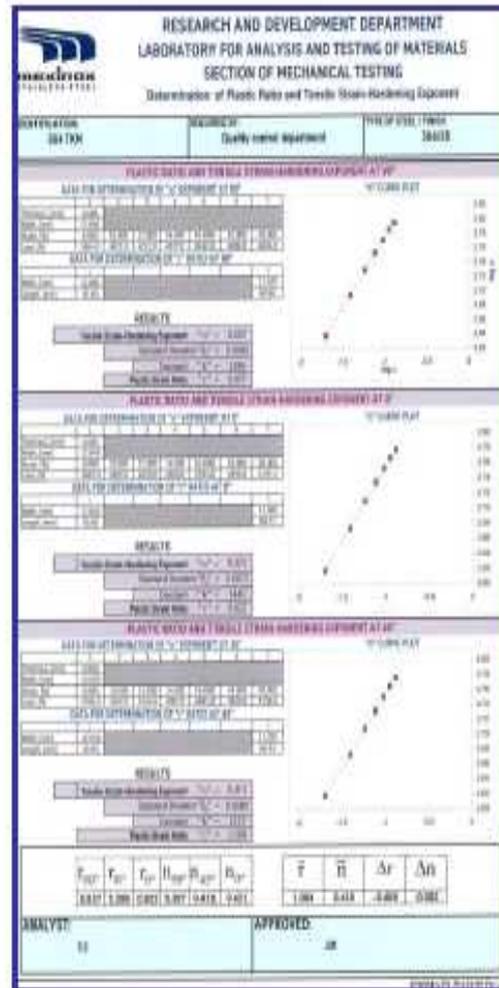
El acero inoxidable de tipo 304 puede ser soldable por técnicas convencionales de soldadura por fusión y resistencia (GTAW, TIG, GMAW, MIG, SAW). Si electrodo de alambre como metal de aporte son requeridos, los tipos AWS E/ER 308, 308L o 347 son usados frecuentemente.

Similar a otros aceros inoxidables austeníticos, donde el contenido de carbón es mayor a 0,03%, la aleación 304 es susceptible a la corrosión intergranular en la zona afectada térmicamente por la soldadura, cuando la aleación es enfriada lentamente o recalentada dentro de un rango de temperatura de 800 a 1500 °F (425 a 815 °C)

FORMABILIDAD

El tipo 304 tiene buenas propiedades de embutido. Éste grado puede ser trabajado por los métodos estándar del trabajo de hoja de metal. El embutido es el procedimiento más común para la deformación de hojas. La combinación de su bajo límite elástico (esfuerzo de cedencia) y un alto alargamiento son factores importantes en la optimización de operaciones de embutido.

La composición química del material de TKM AISI 304 es cuidadosamente controlada para obtener valores de n alrededor de 0,40. Por otro lado, cuando el metal puede fluir libremente entre el dado y la platina para "alimentar" la deformación, se dice que el formado es un embutido profundo. El comportamiento del embutido profundo es evaluado en TKM desde la determinación de los parámetros de anisotropía r y Δr. Un buen comportamiento de embutido profundo es obtenido con materiales que tengan alta resistencia al adelgazamiento bajo cargas tensiles, esto es, materiales con un mayor valor en el parámetro de anisotropía r. Relativamente altos parámetros de anisotropía son consistentemente obtenidos para el acero TKM 304. Los valores de r dependen fuertemente de las condiciones en los procesos de fabricación como lo son los tratamientos térmicos y las reducciones en la laminación en frío. Los valores típicos de r están alrededor de 1,0 lo cual confirman una isotropía de propiedades en todas las direcciones.



Hoja de cálculo típica de valores de coeficientes de anisotropía y endurecimiento por deformación en frío obtenidos en el laboratorio de TKM para material 304 2D.

APLICACIONES

- Equipo para el proceso de alimentos.
- Utensilios de cocina, tarjas, canales, equipo y aplicaciones en electrodomésticos.
- Paneles en arquitectura, estructuras y ornamentales.
- Contenedores químicos, incluyendo la transportación.
- Intercambiadores de calor.
- Cubiertas de hornos comerciales y filtros de agua.
- Equipo utilizado en hospitales.
- Equipo de aire acondicionado
- Evaporadores, tambores y barniles

El acero inoxidable 304 puede ser presentado con los siguientes acabados:

2B

Acabado laminado en frío por rodillos brillantes de Skin Pass. Éste es un acabo de uso general con un valor típico de Ra de 4 micropulgadas en calibres delgados.

BA

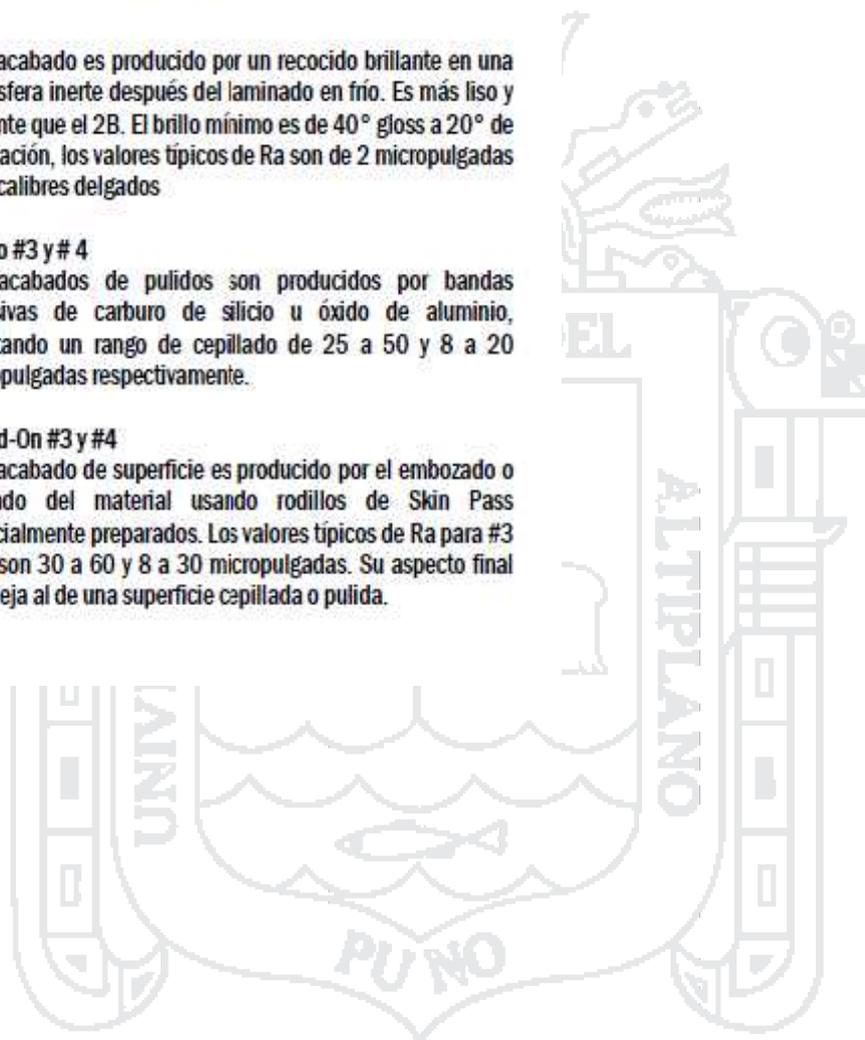
Este acabado es producido por un recocido brillante en una atmósfera inerte después del laminado en frío. Es más liso y brillante que el 2B. El brillo mínimo es de 40° gloss a 20° de inclinación, los valores típicos de Ra son de 2 micropulgadas para calibres delgados

Pulido #3 y #4

Los acabados de pulidos son producidos por bandas abrasivas de carburo de silicio u óxido de aluminio, resultando un rango de cepillado de 25 a 50 y 8 a 20 micropulgadas respectivamente.

Rolled-On #3 y #4

Este acabado de superficie es producido por el embozado o grabado del material usando rodillos de Skin Pass especialmente preparados. Los valores típicos de Ra para #3 y #4 son 30 a 60 y 8 a 30 micropulgadas. Su aspecto final asemeja al de una superficie cepillada o pulida.



ANEXO 02**(NORMAS TÉCNICAS PERUANAS)**

NORMA TÉCNICA	NTP 205.062
PERUANA	2009

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - -INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). Requisitos

QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd). Requirements

2009-06-24

1ª Edición

R.021-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2009-07-12

I.C.S: 67.060

Descriptores: quinua, requisitos

Precio basado en 15 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	3
4. DEFINICIONES	3
5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD	5
6. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN	7
7. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS	9
8. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN	9
9. MARCADO O ETIQUETADO	10
10. CONTAMINANTES	12
11. HIGIENE	12
12. MUESTREO	12
13. ANTECEDENTES	13
14. ANEXO	14

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Productos agroindustriales de exportación, Subcomité de Granos andinos –Grupo de Trabajo de Quinua-, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero de 2008 a febrero de 2009, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Productos agroindustriales de exportación, presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias –CNB-, con fecha 2009-03-24, el PNTP 205.062:2009, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2009-04-24. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 205.062:2009 QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd).** Requisitos, 1ª Edición, el 12 de julio de 2009.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza parcialmente a la NTP 205.036:1982 CEREALES. Quinua y cañihua. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	PROMPERU
Presidente	Roberto Valdivia Fernández - Mesa de Trabajo de Quinua
Secretaria	Claudia Solano Oré
ENTIDAD	REPRESENTANTE
Agroindustrias OFVI -SAC	Víctor Quispe Arocutipá

APTASMACA-JACHOCCO El Collao	Julio Mena Jinez
ASAIGA	José Vicente Puma Riquelme
Asociación de Productores Agropecuarios Cienegillas	Mario Miranda Alejo
Asociación de Productores Orgánicos de Granos Andinos San Juan de Dios – Azangaro	Adán Mango Sánchez
Asociación de Profesionales para el Desarrollo del Perú – ASPRODEP	Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri Edwin Jaime Cotatito
Asociación Wiñan Warni	Yrma Paca Ibáñez
Centro de Estudios e Innovación Tecnológica Para el Desarrollo Sostenible	Euclides Ticona Chayña
CIP-ALTAGRO-CIRNMA	Francisco Torres Castillo
Colegio de Nutricionistas	Luisa Antonieta Torres Llanos
Comité Ejecutivo Regional de Exportación- CERX	Francisco Paca Pantigoso
Corporación Brisas del Lago SAC	América Quispe Madariaga
Dirección Regional Agraria Puno Cadena Productiva de la Quinua	Vicente Alata Aguirre
Dirección Regional Agraria Puno Dirección de Promoción Agraria	Juan José Vega Quispe
Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo – DIRCETUR	Juana García Pineda
Empresa El Altiplano SAC	Juan Luis Condori Balta
Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social - FONCODES	Ciro Camacho Arce
FORTIGRANO EIRL	Pio Choque Apaza
Gobierno Regional Puno Gerencia de Desarrollo Económico	Isaías Rodríguez Hinojosa

Industrias Alimenticias Cusco S.A. - INCA SUR	Maribel Supo Halanoca
Industrias TICPAC	Marisol Cari Apaza
Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA	Vidal Apaza Mamani
Mesa de Trabajo Producto Quinua	Eusebio Chura Parisaca
Ministerio de la Producción Programa Generación de Empleo Fronterizo	Yssac Leonardo Soncco Silva
Movimiento Manuela Ramos	Verónica Galvez Condori
Municipalidad Distrital de Desaguadero	Gilbert Chura Yupanqui
Municipalidad Provincial de Azangaro	Edwin Quilca Cruz
Nutrix Peruana de Alimentos	Xenon Coaquira Turpo
PROORGANIG SRLT.	Elva Luz Macedo Enriquez
PROMPERU	Mónica Dávila
Productos Andinos Walisumahua Juli	Freddy Sagua
Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca PELT	Gerardo Maidana Zerruto
Proyecto Quinua Regional Sede Central	Héctor Yucra Tapara
Proyecto Quinua Regional Zona Norte de la Región Puno	Juan José Sánchez Torres
Proyecto Quinua Regional Zona Sur de la Región Puno	Renato Fredy Talavera Salas
Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA	Juan Edgar Huanca Puma
Sierra Exportadora	Ricardo Urbiola López
Universidad Nacional del Altiplano Escuela Profesional de Nutrición Humana	Amalia Romero Quispe

QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). Requisitos

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece las características que deben reunir los granos de quinua procesada (beneficiada), para establecer su clase y grado, en el momento de su comercialización.

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 a 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.6-2008	Norma General para el etiquetado de los alimentos preenvasados
2.1.2	ISO 4831:2006	Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms -- Most probable number technique

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 205.062 2 de 15
--------------------------	------------------------

2.1.2	CAC/RCP 1-1969 Rev 4 – 2003	Código Internacional de Prácticas Recomendado para principios generales de higiene de los alimentos
2.1.3	CODEX STAN 193:1995 Rev.4-2008. Emd 2:2004	Norma General para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos
2.2	Normas Técnicas de Asociación	
2.2.1	AOAC 945.15	Crude Protein in Cereal Grains and Oilseeds
2.2.2	AOAC 945.38	Grains
2.2.3	AOAC 920.39 C	Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed
2.2.4	AOAC 962.09 E	Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food
2.2.5	AOAC 990.12	Aerobic Plate Count in Foods
2.2.6	AOAC 997.02	Yeast and Mold Counts in Foods
2.2.7	AOAC 980.31	Bacillus cereus in Foods
2.2.8	AOAC 967.25	Salmonella in Foods
2.3	Normas Técnicas Peruanas	
2.3.1	NTP-ISO 2859-1:2008	PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO PARA INSPECCION POR ATRIBUTOS. Parte 1: Esquema de muestreo clasificados por línea de calidad de nivel aceptable (LCA) para inspección lote por lote. 2ª edición.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las variedades, cultivares y ecotipos de quinua, cuyos granos están destinados al consumo humano y su comercialización, no así a los granos destinados a la siembra u otros usos.

4. DEFINICIONES

4.1 **color del grano de quinua no procesada:** Es el color del pericarpio y del episperma, presentes en los granos de quinua antes del procesado (beneficiado); se clasifica en:

- Granos blancos;
- Granos oscuros;
- Granos de color.

4.2 **granos contrastantes:** Son granos de quinua que, por su aspecto y color, difieren de las características predominantes del proceso de selección.

4.3 **granos enteros (no defectuosos):** Son aquellos granos de quinua procesada que no presentan ningún tipo de alteración en su forma física.

4.4 **granos quebrados:** Son pedazos de granos cuyos tamaños son menores a las tres cuartas partes del grano entero ocurridos por acción mecánica.

4.5 **granos dañados:** Son granos enteros o quebrados que en forma o estructura difieren de los demás, debido a que han sido alterados por agentes físicos, químicos o biológicos.

Comprenden a:

- 4.5.1 **granos infectados:** Son granos dañados por la presencia de microorganismos.
- 4.5.2 **granos infestados:** Son granos dañados por roedores o insectos que además pueden contener insectos vivos y/o muertos, como también sus larvas y/o excrementos.
- 4.5.3 **granos manchados:** Son granos enteros o quebrados que presentan una coloración diferente a la normal de la variedad o ecotipo, debido a los fenómenos biológicos, químicos, atmosféricos, etc.
- 4.6 **granos inmaduros:** Son granos que no han alcanzado su madurez fisiológica, caracterizándose por su pequeño tamaño y coloración verdusca.
- 4.7 **granos germinados:** Son granos que presentan desarrollo inicial de la radícula (embrión).
- 4.8 **quinua:** Es el grano procedente de la especie *Chenopodium quinoa*, de la familia Chenopodiaceae.
- 4.9 **quinua procesada (beneficiada):** Son los granos de quinua que han sido sometidos a operaciones de limpieza y selección (clasificado), escarificado, lavado, secado y despedrado, resultando un producto apto para el consumo.
- 4.10 **granos recubiertos (vestidos):** Son granos que conservan la envoltura (perigonio) o parte de la flor adherida al grano, antes o después del beneficio.
- 4.11 **impurezas:** Son materias extrañas a los granos de quinua y se dividen en dos grupos:

4.11.1 **impurezas orgánicas:** Son las cascarillas, partes de tallos, granos de otras especies, partes de hojas y otras materias orgánicas.

4.11.2 **impurezas inorgánicas:** Son las piedrecillas, la arenilla, la tierra y otras materias inorgánicas.

4.12 **saponina:** Moléculas que están constituidas por un elemento soluble en lípidos y un elemento soluble en agua, y forman una espuma cuando son agitados en agua. Las saponinas son tóxicas, podrían interferir en la asimilación de esteroides por el sistema digestivo o romper membranas de las células luego de ser absorbidas.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

5.1 Requisitos mínimos

Según las disposiciones especiales de conformidad para cada categoría y las tolerancias permitidas, los granos de quinua deberán cumplir con los siguientes requisitos:

5.1 Requisitos organolépticos

Color, olor y sabor característico del producto.

5.1.4 Aspecto

Debe responder a un grado de homogeneidad respecto a las otras características organolépticas.

5.2 Requisitos bromatológicos

Los requisitos bromatológicos que deben cumplir los granos de quinua, se especifican en la Tabla 1.

TABLA 1 - Requisitos bromatológicos de los granos de quinua

Requisitos	Unidad	Valores		Método de ensayo
		Mín.	Máx.	
Humedad	%		13,5	AOAC 945.15
Proteínas	%	10		AOAC 992.23
Cenizas	%		3,5	AOAC 945.38
Grasa	%	4,0		AOAC 945.38 - 920.39 C
Fibra cruda	%	3,0		AOAC 945.38 - 962.09 E
Carbohidratos	%	65		Determinación Indirecta por la diferencia de 100 en %
Saponinas	mg/100 g	Ausencia		Método de la espuma

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

NOTA 2: La unidad en la que se expresa el contenido de saponina es en mg/100g. El valor de 120 mg/100g es equivalente a 0,12 %.

NOTA 3: Como información al consumidor, los granos de quinua no contienen gluten.

5.3 Requisitos microbiológicos

Los requisitos microbiológicos que debe cumplir este grano andino, son los indicados en la Tabla 2.

NORMA TÉCNICA
PERUANANTP 205.062
7 de 15TABLA 2 - Requisitos microbiológicos de la quinua¹

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g		Método de ensayo
					m	M	
Aerobios mesófilas (UFC/g)	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁶	AOAC 990.12
Mohos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴	AOAC 997.02
Coliformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³	ISO 4831
Bacillus cereus	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴	AOAC 980.31
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25g	-----	AOAC 967.25

Donde:

- n = número de muestras que se van a examinar;
 c = número máximo de muestras permitidas entre m y M;
 m = índice máximo permisible para indicar el nivel de buena calidad;
 M = índice máximo permisible para indicar el nivel de calidad aceptable.

6. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACION

6.1 Clasificación por el tamaño del grano

La clasificación del tamaño del grano de quinua, se define por el diámetro promedio, según la Tabla 3.

¹ Conforme a lo establecido en la regulación nacional vigente según NTS N° 071-MINSA/DIGESA.V.01 "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano".

TABLA 3 - Determinación del tamaño de los granos de quinua en función del diámetro promedio

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos, expresado en mm	Malla
Extra grande	mayor a 2,0	85 % retenido en la malla ASTM 10
Grandes	mayor a 1,70 hasta a 2,0	85 % retenido en la malla ASTM 12
Medianos	mayor a 1,40 hasta 1,69	85 % retenido en la malla ASTM 14
Pequeños	menor a 1,40	85 % que pasa por la malla ASTM 14

6.2 Clasificación por su categoría

Los granos de quinua se determinan por los valores porcentuales de las características citadas en la Tabla 4, indistintamente de la clasificación por el tamaño.

6.3 Designación de los granos de quinua, por su tamaño y categoría

Para designar a los granos de quinua, primero se nombrará su clase y por último su categoría.

Ejemplo: Quinua de tamaño grande, categoría 1 ó Quinua tamaño grande, categoría 3.

 NORMA TÉCNICA
PERUANA

 NTP 205.062
9 de 15

7. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

TABLA 4 - Tolerancias admitidas para la clasificación de los granos de quinua en función a su grado

Parámetros	Unidad	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Sensoriales							
Granos enteros	%	96		90		86	
Granos quebrados	%		1,5		2,0		3,0
Granos dañados	%		1,0		2,5		3,0
Granos germinados	%		0,15		0,25		0,3
Granos recubiertos	%		0,25		0,30		0,35
Granos inmaduros	%		0,5		0,7		0,9
Impurezas totales	%		0,25		0,30		0,35
Piedrecillas en 100 g de muestra	U/100g		ausencia		ausencia		ausencia
Granos contrastantes	%		1,0		2,0		2,5
Insectos (enteros, partes o larvas)	%		ausencia		ausencia		ausencia

8. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACION

8.1 Homogeneidad

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por quinua de la misma calidad. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

8.2 Envasado

Los granos de quinua deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos², estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno del producto.

² Para los fines de esta NTP, esto excluye el material recuperado de calidad alimentaria

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.062
10 de 15

Se permite el uso de materiales: papel, envases de polipropileno, polipropileno bio orientado y otros permitidos en alimentos en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetado con tinta o pegamento no tóxico.

8.2.1 Descripción de los envases

Los envases deberán ser de primer uso satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar y garantizar la inocuidad y aptitud del producto, durante el transporte, la manipulación, conservación y comercialización apropiada de la quinua. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraño.

9. MARCADO O ETIQUETADO

9.1 De los envases destinados al Consumidor Final

Además de los requisitos aplicables especificados en la norma CODEX STAN 1 Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados, se aplican las siguientes disposiciones específicas:

9.1.1 Identificación del producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada empaque deberá etiquetarse con el nombre del producto.

9.2 Envases destinados a la venta al por mayor

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible, indeleble y visible desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan al embarque. Para los productos transportados a granel, estas indicaciones deberán aparecer en el documento que acompaña a la mercancía.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.062
11 de 15

9.2.1 Identificación de la empresa

Nombre y dirección del:

- Productor;
- Exportador;
- Envasador y/o expedidor;
- Código de identificación (facultativo);
- Nombre de la planta de empaque

9.2.2 Identificación del producto

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre del cultivar y/o tipo comercial.

9.2.3 Origen del Producto

País de origen y región de producción, facultativamente, nombre del lugar o distrito.

9.2.4 Identificación Comercial

- Clasificación,
- Peso neto.

9.2.5 Marca de la Inspección Oficial (facultativo)

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.062
12 de 15

10. CONTAMINANTES

10.1 Contenido de metales pesados

Los granos de quinua deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. Véase norma Codex Stan 193.

Los granos de quinua no deberá exceder los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius y/o país de destino.

10.2 Residuos de plaguicidas

Los granos de quinua no deberán exceder los límites máximos para residuos (LMR) establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius y/o país de destino.

11. HIGIENE

Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente Norma Técnica Peruana se preparen y manipulen de conformidad con las secciones apropiadas del CAC/RCP 1, CAC/RCP 53 y otros textos pertinentes del Codex, así como la reglamentación nacional vigente.

12. MUESTREO

Véase la NTP ISO 2859-1

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.062
13 de 15

13. ANTECEDENTES

- 13.1 NA 0038:2008 Granos andinos - Pseudo cereales - Quinoa en grano - Clasificación y requisitos
- 13.2 NTP 205.036:1982 CEREALES. Quinoa y Cañihua
- 13.3 NTS N° 071-MINSA/DIGESA.V.01 "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"
-

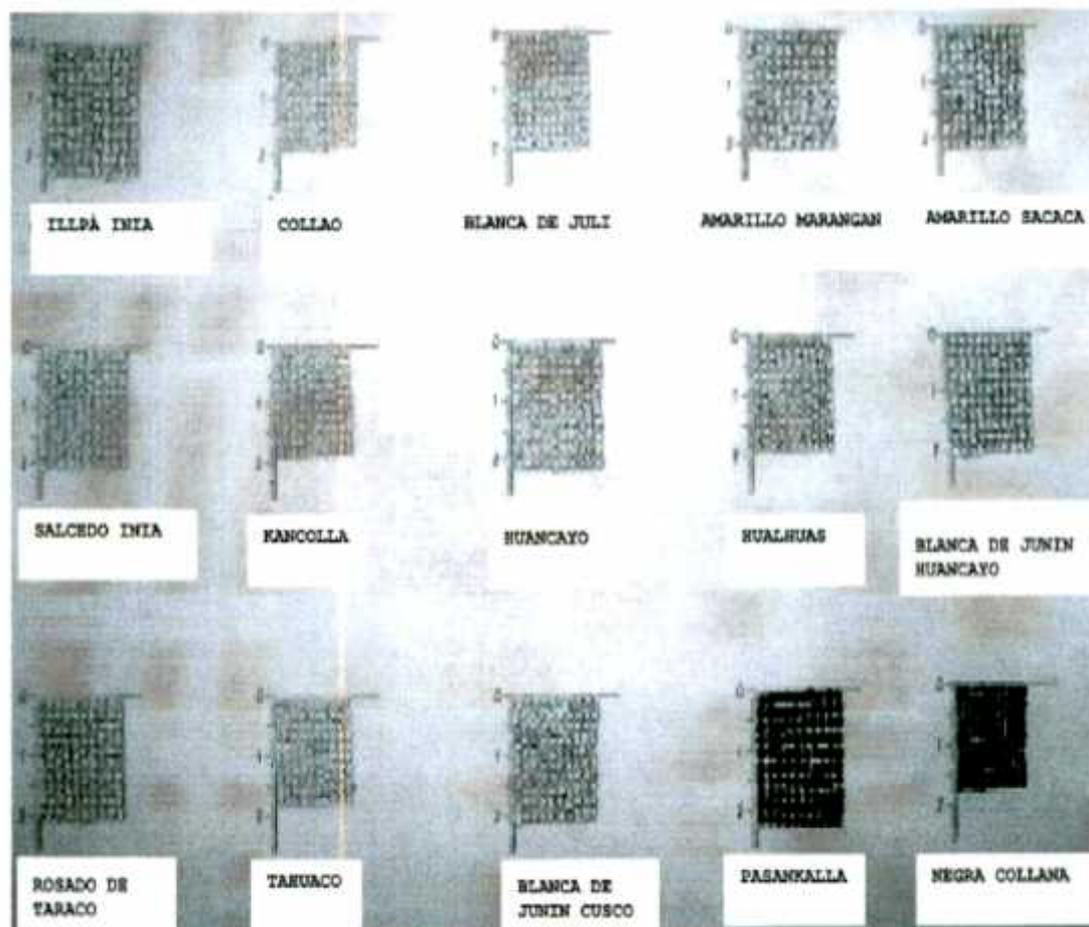


ANEXO A (INFORMATIVO)

TABLA A.1 - Principales variedades de quinua

Tipo	Variedades	Zonas de Producción
Blancas de Altiplano	Ilpa inia	Altiplano peruano
	Collao	
	Salcedo inia	
	Rosada de taraco	
	Kancolla	
	Tahuaco	
	Blanca de juli	
Blancas de Valle	Blanca de Junín de Huancayo	Huancayo
	Huancayo	Huancayo
	Hualhuas	Huaraz
	Amarillo marangani	Cusco / Sicuani
	Amarillo sacaca	Cusco
	Blanca de Junín del Cusco	Cusco / Huancayo
Color Altiplano	Pasankalla	Puno: circunlacustre
	Negra	Altiplano peruano

FIGURA A.1 - Fotografías de principales variedades



ANEXO 03
(FOTOGRAFIAS)



Figura 11: QUINUA PASANKALLA



Figura 12: QUINUA SAJAMA



Figura 13: QUINUA SERRANITA



Figura 14: QUINUA NO PROCESADA



Figura 15: QUINUA PROCESADA



Figura 16: OBTENCIÓN DEL POLVO Y CASCARA DE QUINUA



Figura 17: MUESTRAS DE POLVO (SAPONINA)



Figura 18: PESADO DEL PRODUCTO FINAL



Figura 19: PESADO DE LAS MUESTRAS



Figura 20: PESADO DE LA MUESTRA



Figura 21: PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS



Figura 22: AGREGANDO LA DISOLUCIÓN



Figura 23: RESULTADOS DEL MÉTODO AFROSIMETRICO



Figura 24: RESULTADOS DEL METODO AFROSIMETRICO



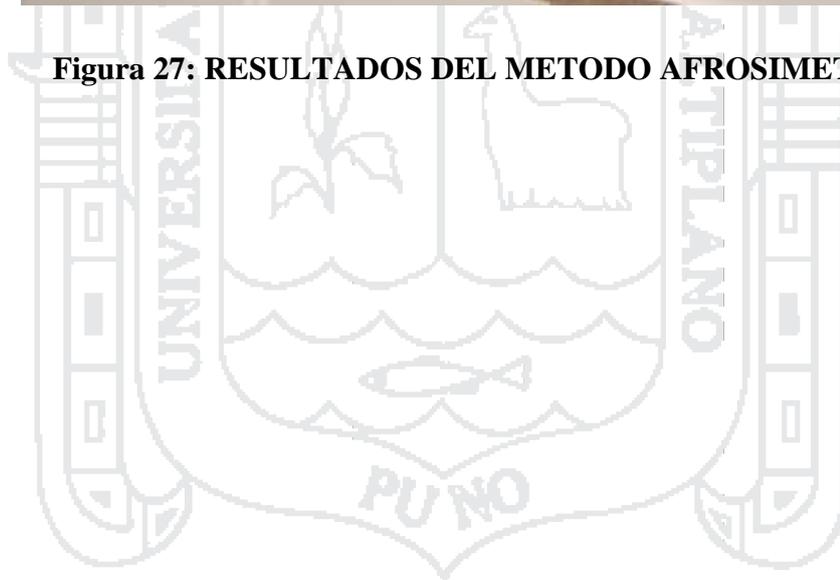
Figura 25: RESULTADOS DEL METODO AFROSIMETRICO



Figura 26: RESULTADOS DEL METODO AFROSIMETRICO



Figura 27: RESULTADOS DEL METODO AFROSIMETRICO



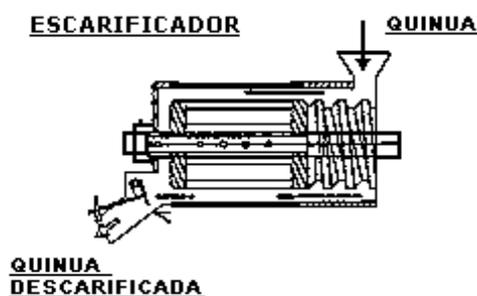
ANEXO 04**(PROFORMA)****ALNICOLSA****MAQUINARIAS Y PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**[HTTP://TANINOS.TRIPOD.COM](http://taninos.tripod.com)**CALLAO-VENTANILLA-PERÚ****LIMA, 2 DE SETIEMBRE DEL 2013**

Señores: Sr. Alfredo Ivan Olaguivel Quisocala

Atención: Srta. Lia Candia Danz**Referencia:** Máquina Escarificador de Quinua**PROFORMA**

A su solicitud, nos es grato poner ante su consideración nuestra mejor oferta bajo las consideraciones generales de venta. *Construcción de un escarificador*, bajo los siguientes ítems:

a. -Escarificador (desaponificador): Construcción de un escarificador (desaponificador) de quinua, por vía seca de flujo continuo, destinado a mejorar la eficiencia y capacidad de procesamiento, en comparación con otros equipos para desamargar la quinua.



El método vía seca, se basa en la fricción entre granos por acción mecánica (escarificado); se obtiene la saponina en forma de polvo, combinado con otras impurezas. La saponina se extrae en su totalidad, sin correr el riesgo de producir rotura de granos. Este método utiliza un equipo sencillo y, se puede recolectar la saponina evitando la contaminación ambiental. Este método es recomendado por varios investigadores.

1. – La Maquina:

Se basa en la fricción entre granos por acción mecánica (escarificado); se obtiene la saponina en forma de polvo, combinado con otras impurezas.

Especificaciones del equipo	
Construido en acero inoxidable	304
Potencia del motor eléctrico	2 hp 220/380/ 440 – 60 hz
Capacidad del escarificador	100 kg / h
Peso total del equipo	200 kg

Peso total de la maquinaria: 200 kg

Costo total del escarificador construido en acero inoxidable c-304

El costo total de la máquina es *de US\$ 3,400* incluye todos los accesorios necesarios. Se empezará el trabajo a partir de la entrega del 60% del total. El resto se cancelará después de la entrega de la misma.

Termino de los mismos 20 días útiles.

Nota: nuestros precios no incluyen IGV

ATENTAMENTE:

LORENZO BASURTO RODRÍGUEZ

GERENTE GENERAL

ALNICOLSA@GMAIL.COM

ANEXO 05

(ANALISIS)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE SAPONINAS Y PROTEINA

SOLICITANTE : BACH, LIA CANDIA DANZ
 : BACH, IVAN OLAGUIVEL
 PROCEDENCIA : PUNO
 PRODUCTO : QUINUA Y QUINUA PROCESADA
 ANALISIS SOLICITADO : SAPONINAS
 FECHA DE RECEPCIÓN : 22/12/2014
 FECHA DE ENSAYO : 22/12/2014

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SAPONINAS Y PROTEINA

MUESTRA	SAPONINAS % PESO	PROTEINAS % PESO
M1-Quinoa pasankalla	0.057	13.23
M2-Quinoa sajama	0.810	12.21
M3-Quinoa serranita	0.640	12.72
Sajama	0.630	7.61
Pasankalla	0.005	11.19
Quinoa procesada serranita	0.044	7.12
Quinoa harina pasankalla	0.018	1.02
Quinoa harina serranita	0.300	5.09
Quinoa harina sajama	0.410	5.10

Puno, C. U. 30 DE ENERO DEL 2015

ANEXO 06**(MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL EQUIPO)****INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y MANUAL.****ADVERTENCIA.**

Para reducir el riesgo de incendio, choque eléctrico o lesiones.

ASPIRADORA INDUSTRIAL

- J No deje la aspiradora cuando esté enchufada; asegúrese de apagar el interruptor.
- J Verificar el cable o enchufe si no se encuentra dañado.
- J No tire ni transporte del cable, no use el cable como manija, no cierre la puerta sobre el cordón. No pase la aspiradora sobre el cordón. Mantenga los cables lejos de superficies calientes
- J No utilice cables de extensión o tomacorrientes con menos capacidad de corriente.
- J Esta aspiradora crea succión y contiene un cepillo circular giratorio. Mantenga las partes de la aspiradora lejos de equipos móviles.
- J Colocar la aspiradora en un lugar limpio, fresco y seco.
- J Asegúrese de apagar la unidad como mínimo cada 15 minutos (durante 1 minuto) para que el motor se enfríe, el no hacerlo puede causar el fallo del motor.
- J No utilice esta unidad durante más de 4 horas (incluyendo descansos) en un día determinado.

ESCARIFICADOR

- J No deje el escarificador enchufado; asegúrese de apagar el interruptor.
- J Verificar el cable o enchufe si no se encuentra dañado.
- J Mantenga los cables lejos de superficies calientes
- J No utilice cables de extensión o tomacorrientes con menos capacidad de corriente.
- J Verificar que el equipo se encuentre debidamente instalado y limpio de cualquier material.
- J Al momento del arranque del equipo tener precaución con el sistema de giro del eje de las paletas giratorias.
- J Utilizar implementos de seguridad para la operación de la extracción de saponina.

MÉTODO DE OPERACIÓN

- VI. Verificar y conectar los cables del equipo escarificador a una toma de 220v
- VII. Verificar la aspiradora industrial y escarificadora si se encuentra debidamente aptos para poder realizar la operación.
- VIII. Tener las muestras listas para poder realizar la operación.
- IX. Verificar que la aspiradora este instalada para realizar la succión del polvillo y cascara de la escarificadora.
- X. Encender la aspiradora ubicando el botón verde encima del equipo y presionarlo, verificar en el escarificador si hay succión de aire.
- XI. Encender el escarificador ubicando la caja de control y presionar el botón verde, verificar el encendido del motor eléctrico y giro de las paletas.
- XII. Colocar un recipiente a la salida del escarificador para recepcionar el producto final.
- XIII. Agregar la(s) muestra(s) en la tolva de alimentación.
- XIV. Según la fricción que se realice dentro del escarificador este se reduzca al mínimo podemos tener la certeza de que la muestra ya salió en su totalidad.
- XV. Apagar el escarificador ubicando la caja de control y presionar el botón rojo, verificar el apagado del motor eléctrico y giro de las paletas.
- XVI. Apagar la aspiradora ubicando el botón rojo encima del equipo y presionarlo, verificar en apagado de la aspiradora.
- XVII. Proceder a realizar la limpieza de la aspiradora industrial y el escarificador.

MANTENIMIENTO

ASPIRADORA INDUSTRIAL

1. Retirar los seguros del cabezal de la aspiradora ubicados en ambos lados desbloquear y levantar.
2. Retirar el filtro hepa. Gire la perilla de bloqueo con una fuerza en sentido anti horario.
3. Limpiar el filtro y la aspiradora con cuidado.
4. Vuelva a colocar el filtro asegurando la perilla de bloqueo con una fuerza en sentido horario.
5. Colocar el cabezal de la aspiradora en su lugar y bloquear los seguros.

Advertencia: cuando los filtros se encuentren llenos, evidentemente, la succión disminuye considerablemente, limpiar inmediatamente, esto puede mejorar la eficiencia de trabajo y extender la vida útil de la aspiradora. Nunca utilice la máquina sin filtros.

ESCARIFICADOR

1. Retirar la tapa transparente que cubre el escarificador.
2. Realizar la limpieza dentro del escarificador utilizando la aspiradora industrial.
3. Colocar la tapa trasparente que cubre el escarificador

Advertencia: cuando se realice la limpieza del escarificador asegurarse que la conexión eléctrica este deshabilitada.