



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LOS
PROCESOS DE ESCARIFICADO Y PULIDO EN DOS VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa* Willd), PARA REDUCIR LA
MERMA**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. MARGARITA ALICIA RAMOS MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE ESCARIFICADO Y PULIDO EN DOS VARIEDADES D

AUTOR

Margarita Alicia Ramos Mamani

RECUESTO DE PALABRAS

12537 Words

RECUESTO DE CARACTERES

65186 Characters

RECUESTO DE PÁGINAS

85 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.4MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 19, 2023 9:29 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 19, 2023 9:30 AM GMT-5

● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



S. Roenli Guerra
DOCENTE UNA - PUNO
CIP. 19849



Dra. Alicia Magaly Leon Tacca
DOCENTE
E.P. ING. AGROINDUSTRIAL - F.C.A.
UNA - PUNO



DEDICATORIA

A mi madre Sofía Emilia, con todo mi corazón dedico mi tesis, un ejemplo de esfuerzo y perseverancia; por tu cariño y apoyo incondicional, es mi razón de ser desde el fondo de mi corazón; Muchas gracias.

A mi Padre Carlos, por guiarme desde donde está, a mi esposo Alfredo por su apoyo incondicional, a mis hermanos por estar siempre dispuestos a participar en lo que sea necesario.

Margarita A. Ramos Mamani.



AGRADECIMIENTO

A Dios, gracias por tu amor y bondad; por estar conmigo en cada paso que doy.

Me gustaría agradecer a la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a los docentes por compartir sus enseñanzas durante mi formación académica.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento, a mi director de tesis M. Sc. Saire Roefi Guerra Lima, por su tiempo y apoyo incondicional desde el inicio hasta el fin de esta investigación.

Así mismo mis agradecimientos a los miembros del jurado: Dr. Eduardo Manzaneda Cábala y Ph.D. Genny Isabel Luna Mercado, por la revisión del presente trabajo de investigación.

Al equipo Mundo Alimentario Alisof, al Ing. Fabio Cari, Patricia, David y al Ing. Daniel Quispe; por sus amables colaboraciones en esta tesis.

Con mucho aprecio a mi madre Sofía Emilia, por su generosidad y su incansable ayuda; a mis hermanos, Inés, Froilán, Lucia, y en especial a Isabel, por su apoyo incondicional de siempre.

A mi esposo por brindarme siempre su apoyo su comprensión su tolerancia su infinita paciencia para permitirme llevar adelante este trabajo de investigación para ti mi eterno amor.

Margarita A. Ramos Mamani.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.1.1. Internacionales	18
2.1.2. Nacionales	19
2.1.3. Regionales	20
2.2. QUINUA	20
2.2.1. Variedad Pasankalla	21



2.2.2. Variedad Negra Collana	22
2.3. CALIDAD DE LA QUINUA.....	22
2.3.1. Humedad del grano de quinua.....	24
2.3.2. Granulometría	24
2.3.3. Saponina	25
2.3.3.1. Método de Desaponificación en seco.....	26
2.3.3.2. Método de Desaponificación en húmedo.....	26
2.4. MERMAS DURANTE EL PROCESO	26
2.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA	27
2.6. ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL DEL PROCESO (Cp)	30
2.7. ÍNDICE DE CAPACIDAD REAL DEL PROCESO (Cpk).....	30
2.8. DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.....	31
2.9. LA HERRAMIENTA DE LOS CINCO PORQUÉS.....	31
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	33
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS	33
3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	33
3.4. MAQUINARIAS DE PLANTA	34
3.5. PROCESAMIENTO PRIMARIO DE LA QUINUA PSANKALLA Y NEGRA COLLANA.....	34
3.6. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	36
3.6.1. Método para calcular la merma inicial.....	37
3.6.2. Aplicación de diagrama de Ishikawa	37



3.6.3. Método de los cinco porqués.....	38
3.6.4. Mejoras para reducir mermas	39
3.6.4.1. Cambio de secuencia del proceso	39
3.6.4.2. Optimización del escarificado.....	39
3.6.4.3. Optimización del pulido.....	40
3.6.4.4. Capacitación del personal	41
3.6.5. Determinación de humedad.....	41
3.6.6. Determinación de granulometría.....	42
3.6.7. Determinación del contenido de saponina de quinua.....	42
3.6.8. Diseño estadístico.....	43
3.6.8.1. Distribución normal	43
3.6.8.2. Índice Z	44
3.6.8.3. Índice de capacidad potencial de proceso (Cp).....	44
3.6.8.4. Índice de capacidad real de proceso (Cpk)	45

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PORCENTAJE DE MERMA INICIAL Y SU NIVEL SIGMA.....	46
4.2. CAUSAS QUE PRODUCEN MERMAS EN ESCARIFICADO Y PULIDO DE QUINUA	47
4.3. PARÁMETROS DE CONTROL EN LOS PROCESOS	49
4.4. PORCENTAJE DE MERMA Y SU NIVEL SIGMA CON NUEVOS PARÁMETROS	53
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	60



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61
ANEXOS.....	65

ÁREA: Seguridad, Gestión y Control en Agroindustrias

TEMA: Aplicación de la metodología seis sigma en los procesos de escarificado y pulido en dos variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*), para reducir la merma

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de diciembre del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características de Granos de Quinoa Pasankalla	21
Tabla 2 Características del Grano de Quinoa Negra Collana	22
Tabla 3 Parámetros de Tolerancia.....	23
Tabla 4 Características Fisicoquímicos.....	24
Tabla 5 Clasificación por Tamaño de Granos.....	25
Tabla 6 Niveles Sigma	28
Tabla 7 Descripción de Tipos de Variación.....	29
Tabla 8 Valores de C_p y su Interpretación	30
Tabla 9 Pruebas de Capacidad de la Escarificadora	40
Tabla 10 Pruebas de Capacidad de la Pulidora.....	40
Tabla 11 Promedio de Merma inicial.....	46
Tabla 12 Nivel Sigma Inicial en los Procesos de Escarificado y Pulido	47
Tabla 13 Optimización de Capacidad de la Escarificadora	50
Tabla 14 Optimización de Capacidad de la Pulidora.....	52
Tabla 15 Límites de mermas de proceso de quinua	53
Tabla 16 Promedio Mermas con Nuevos Parámetros	53
Tabla 17 Nivel sigma con Nuevos Parámetros	56



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Flujograma para Quinua Perlada (Pasankalla/Negra Collana).....	35
Figura 2 Diagrama de Ishikawa	38
Figura 3 La Herramienta de los cinco Porqués	38
Figura 4 Nivel Sigma inicial en escarificado de quinua Pasankalla	67
Figura 5 Nivel Sigma inicial en pulido de quinua Pasankalla	67
Figura 6 Nivel Sigma inicial en escarificado de quinua Negra Collana	68
Figura 7 Nivel Sigma inicial en pulido de quinua Negra Collana	68
Figura 8 Diagrama de Ishikawa en mermas de quinua	69
Figura 9 Los cinco porqués de la merma en escarificado	69
Figura 10 Nivel Sigma en escarificado de quinua Pasankalla con nuevos parámetros	70
Figura 11 Cp y Cpk en escarificado de quinua Pasankalla con nuevos parámetros	70
Figura 12 Nivel Sigma en escarificado quinua Negra Collana con nuevos parámetros ...	71
Figura 13 Cp y Cpk en escarificado quinua Negra Collana con nuevos parámetros.....	71
Figura 14 Nivel Sigma en pulido quinua Pasankalla con nuevos parámetros	72
Figura 15 Cp y Cpk en pulido de quinua Pasankalla con nuevos parámetros	72
Figura 16 Nivel Sigma en pulido quinua Negra Collana.....	73
Figura 17 Cp y Cpk en pulido quinua Negra Collana.....	73
Figura 18 Peso de Quinua Procesada.....	82
Figura 19 Escarificador de Quinua	82
Figura 20 Absorción de Polvo de Quinua.....	82
Figura 21 Pulidora de Quinua	82



Figura 22	Quinoa procesada	83
Figura 23	Quinoa recubierta	83
Figura 24	Balanza de humedad.....	83
Figura 25	Procesamiento de datos	83



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Detalle de merma inicial en los procesos de esscarificado y pulido	65
ANEXO 2: Detalle de merma con nuevos parámetros en esscarificado y pulido.....	66
ANEXO 3: Control estadístico para merma inicial	67
ANEXO 4: Análisis de causas que producen mermas.....	69
ANEXO 5: Control estadístico para merma con nuevos parámetros	70
ANEXO 6: Documentos internos de Alisof E.I.R.L.....	74
ANEXO 7: Panel fotográfico.....	82



ACRÓNIMOS

ASTM:	American Society for Testing and Materials
C_{pi} :	Índice de capacidad para la especificación inferior
C_{ps} :	Índice de capacidad para la especificación superior
C_p :	Índice de Capacidad Potencial de Proceso
C_{pk} :	Índice de capacidad real del proceso
DMAIC:	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
DPMO:	Defectos por millón de oportunidades
LI:	Límite inferior
LS:	Límite Superior
NTP:	Norma Técnica Peruana
QNC:	Quinoa Negra Collana
QP:	Quinoa Pasankalla
SS:	Seis Sigma
Z:	Nivel sigma
σ :	Sigma
μ :	Media de la característica de la calidad.



RESUMEN

La merma en la industria alimentaria es la disminución o pérdida física de un producto ocasionado por el proceso de producción. El objetivo de la presente investigación fue aplicar la metodología Seis Sigma en los procesos de escarificado y pulido en dos variedades de quinua Pasankalla y Negra Collana, para reducir la merma. La metodología consistió en definir las especificaciones del producto y los requisitos del cliente, medir la merma y su nivel sigma, analizar las causas del problema utilizando el diagrama de causa efecto y la herramienta de los cinco porqués para mejorar los hallazgos, establecer los nuevos parámetros de proceso y nuevamente medir la merma y su nivel sigma utilizando el programa estadístico minitab. Los resultados de la merma en el proceso de escarificado se redujeron alrededor de dos puntos porcentuales en ambas variedades de quinua y su nivel sigma en este proceso para la variedad Pasankalla se incrementó de 0.92 a 2.07, mientras que para la variedad Negra Collana en el mismo proceso su asenso fue de 0.68 a 2.06. La merma en el proceso de pulido tras las mejoras realizadas, se redujo en cerca de un punto porcentual en ambas variedades, su nivel sigma en quinua pasankalla en éste proceso mejoró de 1.1 a 2.13 y en la variedad Negra Collana se aproxima a 2 cuando inicialmente apenas alcanzaba a 0.82.

Palabras claves: Escarificado, Merma, Pulido, Quinua, Seis Sigma.



ABSTRACT

Shrinkage in the food industry is the physical decrease or loss of a product caused by the production process. The objective of this research was to apply the Six Sigma methodology in the scarifying and polishing processes in two varieties of quinoa Pasankalla and Negra Collana, to reduce waste. The methodology consisted of defining the product specifications and customer requirements, measuring the shrinkage and its sigma level, analyzing the causes of the problem using the cause-effect diagram and the five whys tool to improve the findings, establishing the new parameters process and again measure the loss and its sigma level using the minitab statistical program. The results of the loss in the scarification process were reduced around two percentage points in both varieties of quinoa and its sigma level in this process for the Pasankalla variety increased from 0.92 to 2.07, while for the Negra Collana variety in the same process its rise was from 0.68 to 2.06. The loss in the polishing process after the improvements made was reduced by about one percentage point in both varieties, its sigma level in Pasakalla quinoa in this process improved from 1.1 to 2.13 and in the Negra Collana variety it approaches 2 when initially it barely reached 0.82.

Keywords: Polishing, Quinoa, Six sigma, Shrinkage, Scarifying,



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La merma es “la pérdida física, baja o disminución de un bien por causas naturales, producida en el proceso de producción o comercialización” (Ynca Córdova & Gonzales De la rosa Toro, 2017). En este caso, durante el proceso de escarificado y pulido se han registrado altos porcentajes de merma que representa alrededor de (7 – 13) %, un amplio rango de variabilidad, que muestra la carencia de estudio y análisis de las razones por las que ocurre dicha merma.

Los altos niveles de merma incrementan la cantidad de productos no conformes, influye negativamente en los costos de fabricación y consecuentemente afecta a la productividad de la empresa. Según Meléndez, (2017), la reducción de merma es de vital importancia, al minimizar desperdicios en la materia prima y ahorrar en otros costos indirectos de fabricación, existe un mayor control sobre el reproceso y no conformidad de productos, aumenta la satisfacción del cliente y como consecuencia se logra beneficios en la rentabilidad y productividad.

A pesar de la disponibilidad y de la diversidad de metodologías y/o técnicas para mejorar la eficiencia de los procesos tales como: Seis Sigma, justo a tiempo, gestión de la calidad total, entre otros; generalmente éstas técnicas se aplican en las grandes empresas manufactureras, sin embargo, en algunos pequeños negocios, tal es el caso de la empresa “Mundo alimentaria alisof E.I.R.L.” falta estandarización y control en los procesos de escarificado y pulido de quinua, que repercute en la cantidad de merma afectando a la productividad y reduciendo su eficacia. Además, el manejo de mermas no solo requiere una



adecuada planificación de la producción, si no también cuantificar en cada etapa e identificar las causas más frecuentes considerando que algunas causas por las que se produce las mermas se pueden reducir aplicando técnicas de mejora continua y otras no, ya que obtener una merma cero no es posible.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar la metodología Seis Sigma en los procesos de escarificado y pulido en dos variedades de quinua Pasankalla y Negra Collana, para reducir la merma.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la merma inicial en los procesos de escarificado y pulido de quinua (Pasankalla y Negra Collana) y calcular su nivel sigma en ambos procesos.
- Identificar las causas por las cuales se producen altos porcentajes de mermas en los procesos de escarificado y pulido de quinua (Pasankalla y Negra Collana).
- Establecer nuevos parámetros de control para los procesos de escarificado y pulido de quinua (Pasankalla y Negra Collana); calcular su merma y su nivel sigma de ambos procesos.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Indah et al., (2021) en su estudio titulado “Análisis de defectos de productos utilizando el método Seis Sigma: un estudio de caso en Rice Milling Company” cuyo objetivo fue percibir la mayoría de las causas de defectos para eliminar los mismos mediante la mejora continua, para ello recolectó los datos de producción y utilizó Microsoft Excel para determinar su nivel sigma, como resultado reportó que la calidad del arroz es bastante buena con un nivel sigma de 2.368 y con una capacidad del proceso de 0.246, además identificó que hay cuatro tipos de defectos que son insectos, grañones, arroz inmaduro y objeto desconocido.

Costa *et al.*, (2019) aplicaron la metodología Seis Sigma para reducir el número de unidades defectuosas y los costos de calidad asociados al proceso en una industria automotriz; la excesiva fuerza de inserción de pines en las Placas de Circuito Impreso implicaba altos costos de rechazo y tiempos de parada de línea que afectaban el abastecimiento de las líneas de ensamble final; mediante un análisis exhaustivo determinaron que la causa raíz está en la interacción de tres factores: las características físicas, la zona de contacto de los pines y el desgaste de los componentes de la máquina, un conjunto de mejoras de los mismos, elevó los niveles



de calidad del proceso, haciéndolo más estable y con menor variabilidad, aumentando principalmente su nivel sigma de 4.22 a 4.92.

2.1.2. Nacionales

Latinez Valdivia, (2020) Implementó el método de control bioestructurado de procesos en el procesamiento industrial de quinua, en el escarificado, determinó que los porcentajes promedios de saponina en polvo oscila de 5.4% a 5.87% obtenido como descarte durante cinco meses en el año 2018, al finalizar todos los procesos, el contenido de saponina en el producto terminado osciló entre 0.005% - 0.007% afirmando que son aptos para el consumo humano.

Campos Napán, (2018) Aplicó la metodología de superficie de respuesta para reducir al máximo la saponina en quinua blanca variedad Salcedo-INIA para lo cual utilizó un escarificador, en el que optimizó dos variables (carga (kg/h) y revoluciones por minuto (rpm)), afirmando que éstos parámetros son los que aseguran la máxima extracción de saponina, tal fue el caso de la muestra escarificada que resulto con cero por ciento de saponina con una carga de 800 kg/h y 700 rpm, obteniendo un rendimiento de 99,61 por ciento; el contenido de saponina antes del proceso de escarificado reportó 0,23 por ciento; afirmó que no deteriora la integridad del grano ni su composición fisicoquímica durante la eliminación de la saponina.

Tinoco Ángeles, (2016) en su aplicación de Seis Sigma en logística en el almacén de una unidad minera peruana indica que es necesario monitorear el nivel Sigma de un proceso debido a que es un buen indicador para tener la información de la variabilidad de los procesos y reducir dicha variabilidad, es decir un proceso cuya



variabilidad sea mínima, será un proceso sostenible a largo plazo; además menciona que el ciclo (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) debe realizarse periódicamente, es decir, es necesario volver a revisar los requerimientos claves del cliente, las nuevas fallas o potenciales fallas del proceso, las posibles causas de los defectos y su correlación con el defecto definido.

2.1.3. Regionales

Candia Danz & Olaguivel Quisocala, (2016) en su diseño y evaluación de una escarificadora para la extracción de saponina de la quinua – región puno, realizó pruebas de determinación del porcentaje de saponina por el Método Afrosimétrico a tres variedades de quinua antes de escarificar, obteniendo 0.05 % para Pasankalla, 0.08 % para sajama y 0.07% para serranita; tras el proceso de escarificado, observó que hay una reducción de saponina en las muestras procesadas reportando un 0.005% para Pasankalla; 0.01 % para sajama y 0.04% para serranita, además, en su balance de materia en el proceso de escarificado de la quinua Pasankalla obtuvo una merma de 9.7%, indicando que el proceso de eliminación de la saponina son aceptables y estuvieron dentro de los límites permitidos establecidos en la Norma Técnica Peruana 205.062-2009.

2.2. QUINUA

La quinua es un grano andino que se cultiva en el Perú y otros países, en los últimos años ha despertado el interés mundial, por su alto contenido de proteínas de buena calidad, por su contenido de minerales y vitaminas. Según, Repo de Carrasco (2014) “La quinua es una fuente excelente de proteína, lípidos e hidratos de carbono. El embrión ocupa una mayor

proporción de la semilla que en los cereales comunes, por lo que el contenido de proteína y aceite son relativamente altos” (pág. 17).

2.2.1. Variedad Pasankalla

Esta variedad tiene granos de color plomo, su epispermo es de color rojo, tiene un diámetro aproximado de 2.12 mm (Candia Danz & Olaguivel Quisocala, 2016). Además, “Posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con rendimientos superiores a 3000 kg/ha. Es una variedad precoz, cuyo periodo vegetativo solo dura 140 días” (Gómez Pando & Castellanos, 2016). En cuanto a otras características como su morfología física de esta variedad se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Características de Granos de Quinoa Pasankalla

Características del Grano	
Aspecto del grano	Opaco
Color del perigonio	Púrpura
Color del pericarpio	Plomo claro
Color del episperma	Vino oscuro
Color del perisperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	Bastante uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Diámetro del grano	2,10 mm
Rendimiento de semillas por planta	32,00 a 34,00 g
Peso de 1 000 granos (g)	3,51 a 3,72 g

Fuente: Apaza et al., (2013).

2.2.2. Variedad Negra Collana

Esta variedad esta “Compuesto de 13 accesiones, comúnmente conocidos como “Quytu jiwras”, a partir de las accesiones que fueron recolectadas en 1978, de las localidades de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno” (Apaza et al., 2013). Sus características morfológicas del grano de la variedad Negra Collana se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Características del Grano de Quinoa Negra Collana

Características del grano	
Aspecto del grano	Opaco
Color del perigonio	Verde
Color del pericarpio	Gris
Color del episperma	Negro brillante
Color del perisperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	Uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Diámetro del grano	1,60 mm
Rendimiento de semillas por planta	27,20 a 29,40 g
Peso de 1 000 granos (g)	2,03 g

Fuente: Apaza et al., (2013).

2.3. CALIDAD DE LA QUINUA

El alto valor nutricional y funcional de la quinua destaca por sí mismo, debido a que siempre cumple los requerimientos humanos diarios en cuanto al contenido de aminoácidos

esenciales, al contenido de ácidos grasos poliinsaturados y tiene importantes efectos para la salud y la alimentación humana (Vargas Zambrano et al., 2019).

Los granos de quinua procesada deben cumplir ciertos requisitos de calidad, que comprende desde las características organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas, pureza, tamaño, grado, entre otros que se encuentran estipulados en las normas técnicas peruanas de los granos andinos. En cuanto a las tolerancias admitidas la NTP 205.062 (2021) señala que existe alguna diferencia de los granos de grado 1 y de grado 2 que es distinto a la clasificación por el tamaño del grano, tal como se muestra en la tabla 3, sin embargo estos parámetros definen la calidad del producto y su valor comercial.

Tabla 3

Parámetros de Tolerancia

Parámetro	Unidad	Grado 1	Grado 2
Granos enteros	%	mínimo 97	mínimo 94
Granos quebrados	%	máximo 1	máximo 2
Granos dañados (manchados)	%	máximo 0.5	máximo 0.5
Granos germinados	%	máximo 0.25	máximo 0.5
Granos recubiertos	%	0	0
Granos inmaduros	%	máximo 0.5	máximo 0.7
Granos contraste	%	máximo 0.5	máximo 2.0
Impurezas totales	%	máximo 0.25	máximo 0.3

Fuente: NTP 205.062 (2021).

Los requisitos fisicoquímicos de granos de quinua procesada se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Características Fisicoquímicos

<i>Requisito</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valores</i>
Humedad	(%)	13
Proteínas	(%)	Mínimo 10
Cenizas	(%)	3.5
Grasa	(%)	Mínimo 4.0
Fibra cruda	(%)	Mínimo 4.0
Saponina	(%)	< 0,12

Fuente: NTP 205.062 (2021).

2.3.1. Humedad del grano de quinua

Otra característica fisicoquímica que determina la calidad del grano es su contenido de humedad, Según la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 (2021), la humedad máxima permitida es 13%, en tanto , otros autores señalan que el contenido de humedad del grano de la quinua para el almacenamiento, está en un rango de 10 – 12%, estos parámetros permiten prevenir el crecimiento de bacterias, hongos y la germinación de las semillas; los granos almacenables por un tiempo mayor, son los granos con menor humedad (Gómez Pando & Castellanos, 2016).

2.3.2. Granulometría

La granulometría de una muestra consiste en separar los granos por tamaño utilizando mallas ASTM a fin de cuantificar en términos porcentuales. “El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado que actúen como filtros de los granos, que se llama comúnmente columna de tamices” (Bianka et al., 2011).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 (2021) el tamaño de los granos de quinua en función del diámetro promedio es como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Clasificación por Tamaño de Granos

Tamaño de los Granos	Diámetro promedio de los Granos (mm)	Malla
Grandes	Mayor a 1,70	85% retenido en mallas ASTM 12 (1,68 mm)
Medianos	Entre 1,40 a 1,70	85% retenido en mallas ASTM 14 (1,41 mm)
Pequeños	Mayor a 1,20	90% retenido en mallas ASTM 16 (1,190 mm)

Fuente: NTP 205.062 (2021).

2.3.3. Saponina

La Norma Técnica Peruana NTP.011.460 (2016) define a las saponinas como “glucósidos compuestos por azúcares y agliconas o sapogeninas que están presentes en los granos de quinua, se caracteriza por su sabor fuerte y amargo.” Además Apaza et al., (2013) señala que “la toxicidad de las saponinas depende del tipo de saponina, el organismo receptor y su sensibilidad, y el método de absorción” el mismo autor en otro punto menciona que los niveles de saponinas varían según el amargor de la quinua. Así mismo, Candia Danz & Olaguivel Quisocala (2016) reportaron a la quinua Pasankalla escarificada con un 0.005 % de saponina.

(Coronel Rivera, 2018, p. 22), en su investigación indica que “el inconveniente que tiene la semilla de quinua radica en el contenido de saponina que son considerados compuestos tóxicos para el ser humano”, es por eso que es importante eliminar la saponina con un método adecuado hasta alcanzar los niveles permitidos.



2.3.3.1. Método de Desaponificación en seco

Según la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 (2014) el proceso de desaponificación en seco “Es la operación física (proceso de fricción) mediante la cual se separa el pericarpio (cáscara) de la superficie del grano, con la finalidad de eliminar la saponina” (Pág. 15).

2.3.3.2. Método de Desaponificación en húmedo

Según la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 (2014) el proceso de desaponificación en húmedo “Es la operación física (lavado con agua potable a temperatura ambiente y posterior centrifugado o escurrimiento), por medio del cual se separa el polvillo de saponina que quedo adherido al grano después del proceso de escarificado en seco” (Pág. 15).

2.4. MERMAS DURANTE EL PROCESO

De acuerdo a la afirmación de Ynca Córdova & Gonzales De la rosa Toro, (2017) la merma se define como: “la pérdida física, baja o disminución de un bien por causas naturales, producida en el proceso de producción o comercialización” (Pág.10).

Las mermas presentes dentro del proceso de producción son inherentes, complejas y controlables. Evitar el incremento de mermas y desperdicios de materiales no es una tarea sencilla para las empresas en el control de sus inventarios, la generación de residuos durante la transformación de las materias primas a un producto terminado es inevitable debido a su complejidad. (Aguilar Salazar & Parrales Chalén, 2019)



2.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Costa et al., (2019) definen el Seis Sigma como un enfoque sistemático y organizado, orientado al cliente, cuyo objetivo es mejorar la calidad de los procesos y el rendimiento de productos y servicios utilizando técnicas estadísticas. En la misma línea según, Sheely et al., (2002) la metodología Seis Sigmas es una filosofía de operaciones comerciales e iniciativa que permite alcanzar alta calidad y además una mejora continua para obtener un alto nivel de satisfacción del cliente; así mismo, señala que para ello, es necesario establecer métricas alineando los objetivos y valores estratégicos de una organización para las necesidades y expectativas de sus clientes.

Smętkowska & Mrugalska (2018) afirman que Seis Sigma se enfoca principalmente en mejorar los procesos de producción y ello conduce al incremento de la rentabilidad de la empresa; para alcanzar el nivel Seis Sigma es necesario que las organizaciones comprendan las razones de la variabilidad de los procesos, además de realizar su análisis de causa y efecto y la evaluación de sus costos (Pág.595).

Por su parte López Guerrero et al., (2019) amplía la aplicación de Seis Sigma señalando que Seis Sigma no es solo un enfoque particular para un proceso específico o solo para mejorar los procesos de producción y manufactura, si no sus aplicaciones se han diversificado con el paso del tiempo alcanzando a la parte administrativa de cualquier organización, interesada en la mejora continua (Pág. 161).

La metodología Seis Sigma se ajusta a cualquier proceso, su objetivo se centra en reducir los defectos de cualquier naturaleza, éste sistema mejora la calidad de un producto o servicio, aumenta la satisfacción del cliente y mejora el desempeño organizacional. Así,



Sheely et al., (2002) afirman que “Seis Sigma es el nuevo estándar de excelencia con solo 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO)”;

además indican que “Sigma (σ) representa una unidad de medida que designa la dispersión sobre la media (promedio) de un proceso”, en los negocios, un valor sigma representa una métrica, es decir, qué tan bien está funcionando un proceso y con qué frecuencia es probable que ocurra un defecto, los niveles sigma se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Niveles Sigma

Nivel Sigma	DPMO	Nivel de Calidad
6 σ	3.4	99.9999998%
5 σ	233	99.98%
4 σ	6,210.00	99.40%
3 σ	66,807.00	93,30%
2 σ	308,537.00	69.20%
1 σ	690,000.00	30,90%

Fuente: Adaptado de Rubio Rodríguez, (2016)

Según Rubio Rodríguez (2006)” para incrementar el nivel de sigma de un proceso, se debe de reducir la cantidad de variación y asegurarse que el proceso se encuentra dirigido apropiadamente”(Pág. 31). Además, señala que al disminuir la variación significa tener mayor predictibilidad en el proceso, disminución de desperdicios y re-trabajos que a su vez reduce costos de producción, obtención de productos y servicios que funcionan mejor y son más duraderos; y finalmente, clientes satisfechos que los valora como proveedores. La tabla 7 muestra los rangos de niveles sigma y su variación.

Tabla 7

Descripción de Tipos de Variación

Valores Sigma	Descripción	Variación
(0.0 – 2.0)	Difícil producir productos que cumplan con los requerimientos del cliente (especificaciones)	Demasiada
(2.0 – 4.5)	La mayoría de los productos cumplen con los requerimientos	moderada
(4.5 – 6.0)	Prácticamente todos los productos cumplen con los requerimientos (menos de 4 defectos por millón de oportunidades)	Muy poca

Fuente: Adaptado de Rubio Rodriguez, (2016)

El Seis Sigma aplica cinco fases que se ha denominado DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Según Terrés Speziale, (2007) la primera fase se refiere a definir los requisitos del cliente, las oportunidades de mejora, los mapas de proceso, formatos y registros; la segunda fase es para medir el funcionamiento de programa de control de calidad interno, evaluación externa de la calidad; la tercera fase consiste en analizar la oportunidad de mejora refiriéndose a la revisión de los resultados, detectar las no conformidades, establecer oportunidades de mejora, medidas preventivas y correctivas; la cuarta fase es para mejorar el funcionamiento, es decir, rediseñar las estructuras y los procesos; finalmente en la quinta fase se controla el funcionamiento midiendo el desempeño y los resultados.

Según, Gutiérrez (2006) en la tercera fase “analizar” la meta es identificar la causa raíz del problema, es decir, entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmar éstas con datos y en la cuarta fase “mejorar” se propone a implementar soluciones que atiendan las causas raíz y asegurarse de que se corrija

o reduzca el problema hasta alcanzar las mejoras deseadas, luego en la quinta fase se controla y se diseña un sistema para mantener las mejoras logradas.

2.6. ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL DEL PROCESO (C_p)

Según Gutiérrez, (2006) el índice de capacidad de proceso compara la variación tolerada de un proceso con la amplitud de la variación real del proceso, el C_p es una medida especializada en evaluar la capacidad de cumplimiento de las especificaciones, es decir, en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria, en ese sentido detecta la necesidad de mejora. Su interpretación se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Valores de C_p y su Interpretación

Valor del índice C_p	Clase o categoría de proceso	Decisión
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$C_p > 1.33$	1	Adecuado
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.

Fuente: Gutiérrez, (2006)

2.7. ÍNDICE DE CAPACIDAD REAL DEL PROCESO (C_{pk})

En tanto, “el índice de capacidad real del proceso, se puede ver como una versión corregida del C_p , que sí toma en cuenta el centrado del proceso” (Gutiérrez, 2006).



2.8. DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

El diagrama de causa y efecto “es una herramienta que permite identificar y analizar las posibles causas de variación en el proceso o la ocurrencia de un fenómeno, y las causas interactúan entre sí” (Basílio dos Santos & Campos, 2021).

El paso a seguir para la ejecución del diagrama de Ishikawa comienza al definir el problema que se va a estudiar y lo que se quiere lograr; el paso dos consiste en estudiar y tener en mente la información del proceso a través de la documentación, observación, además intercambiando ideas con el personal que labora en ese proceso; el paso tres consiste en discutir el problema intercambiando ideas con el personal de las áreas que están relacionadas con el problema; el paso cuatro consiste en organizar la información recopilada en causas principales, secundarias y terciarias eliminando información innecesaria; en el paso cinco se arma el diagrama y se verifica la situación actual; en el último paso se marca lo más importante lo que permitirá lograr el objetivo (Ishikawa, 1993, como se citó en Basílio dos Santos & Campos, 2021).

2.9. LA HERRAMIENTA DE LOS CINCO PORQUÉS

La herramienta de los cinco porqués se utiliza para analizar a profundidad las causas del problema, preguntando y respondiendo el porqué de un problema en forma sucesiva. Según Gutiérrez (2006), si el análisis sólo llega hasta el segundo o tercer por qué, entonces se estaría buscando soluciones parciales; sin embargo al llegar a encontrar la causa raíz se logra un efecto en toda la cadena de causas-efectos.

Gutiérrez (2006), menciona que una herramienta de especial utilidad en la búsqueda de las causas del problema, es el diagrama de causa-efecto, un método gráfico, mediante el



cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas; para ello se puede construir las 6M (métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente); además señala que analizar la causa raíz se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmar éstas con datos, una de las técnicas es el de los cinco porqués.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la planta de Mundo alimentario Alissof EIRL ubicada en el sector los Jardines Mz.K2 Lote 13A2 del distrito de Pachacamac- departamento Lima– Perú.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

La materia prima: quinua Pasankalla y quinua Negra Collana

Envases de polietileno de baja densidad

Hilos de algodón

Agua destilada

3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- Mesa de trabajo
- Software estadístico Minitab
- Probeta de 10ml marca borosil
- Cronómetro aplicativo de Smartphone
- Tubo de ensayo 16 mm de diámetro
- Regla stanfordd
- Mallas ASTM (14 y 16)
- Balanza de humedad (marca Yoke modelo DHS – 100 A -I)



3.4. MAQUINARIAS DE PLANTA

- Escarificador (Marca Jarcon, Modelo ETT-1000X P/A, motor 15HP trifásico 220 V, procedencia Lima).
- Pulidora (Marca GI, Modelo GIV- 30 I/C, Potencia 15 HP, Voltaje 220 V, procedencia Lima).
- Zaranda (Marca Fischer Agro, Modelo 200FA, Potencia 7.5 HP, Voltaje 220 V, procedencia Lima).
- Balanza Plataforma (marca Sores, modelo GS-500 AFM)

3.5. PROCESAMIENTO PRIMARIO DE LA QUINUA PSANKALLA Y NEGRA COLLANA

- a. Recepción de materia prima:** Se realiza la recepción de quinua en sacos de polietileno por 50 kg, luego, se realiza el muestreo para determinar su humedad, granulometría y porcentaje de impurezas.
- b. Escarificado:** Las saponinas se concentran en pericarpio de la quinua, en esta etapa se reduce dicha saponina a través de fricción y absorción de polvo, en un proceso continuo con una maquina escarificadora.
- c. Pulido:** Consiste en aclarar los granos opacos escarificados, éste proceso de fricción aplicada por la maquina pulidora por un tiempo corto le da un aspecto más liso y brillante al grano.
- d. Selección 1:** Proceso en el que se separan las impurezas de las semillas de quinua a través de mallas y un sistema de extracción de polvo.

- e. **Despedrado:** En esta etapa se separa las piedras que pudieran estar presentes en las semillas de quinua a través de gravimetría por diferencia de peso específico.
- f. **Selección 2:** En esta etapa se selecciona por gravimetría, separa por peso específico, los granos partidos, pajilla u otras partículas que pudieron haber traspasado las mallas de la primera selección.

Figura 1

Flujograma para Quinua Perlada (Pasankalla/Negra Collana)



Fuente: adaptado de (Candía & Olaguivel,2016)



3.6. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

En la presente investigación se aplicó la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) de Seis Sigma.

En la fase definir se conformó el equipo Seis Sigma en una reunión designando funciones y responsabilidades, se elaboró un plan de trabajo, como se muestra en el anexo F-1, se delimitó los procesos (escarificado y pulido) y productos (quinua Pasankalla y Negra Collana); también se identificó las expectativas de los clientes y el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las NTP 205.062:2021.

En la fase de medición. se recogió los datos de la información del proceso, tales como peso de materia prima y producto terminado, para ello se revisó la bitácora de producción, información de registros de control de calidad (calidad del grano, humedad y contenido de saponina), los tickets de balanza y los informes de procesos de ocho lotes de producción en quinua Pasankalla y 8 lotes de quinua Negra Collana, del periodo Julio 2021- diciembre 2021. Se sistematizó los datos y se determinó la merma inicial y su nivel sigma inicial lo cual se detalla en el punto 4.1 de la presente investigación. La hoja de ensayo de calidad y el informe de procesos se muestra en los anexos E-2 y E-3 respectivamente.

En la fase de Análisis el equipo Seis Sigma, analizó los resultados de la fase anterior utilizando dos herramientas de calidad: el método del diagrama de Ishikawa para detectar las probables causas que ocasionan las altas mermas y la técnica de los cinco porqués para profundizar el análisis. Las metodologías se detallan en los puntos 3.6.2. y 3.6.3 de la presente investigación respectivamente.

En la fase de Mejora una vez ordenado los hallazgos, se calendarizó la ejecución de las mejoras designando responsabilidades en los documentos internos de la empresa y se realizó el monitoreo. Las mejoras para reducir la merma se detallan en el punto 3.6.4. de la presente investigación.

En la fase Control con los nuevos parámetros que se detallan en 4.3. y las mejoras aplicadas en 3.6.4, se procedió a evaluar el porcentaje de mermas y su nivel sigma y se detalla en el punto 4.4.

3.6.1. Método para calcular la merma inicial

Para determinar la merma inicial de la quinua en el proceso de escarificado y pulido se procedió a revisar los informes de procesos y los ensayos de calidad de los 8 lotes de las variedades Pasankalla y Negra Collana, los registros de merma se muestran en el anexo 1, y el resumen de las mermas se muestran en los resultados 4.1. Según (Meléndez, 2017), el cálculo de la merma se determinó según la fórmula:

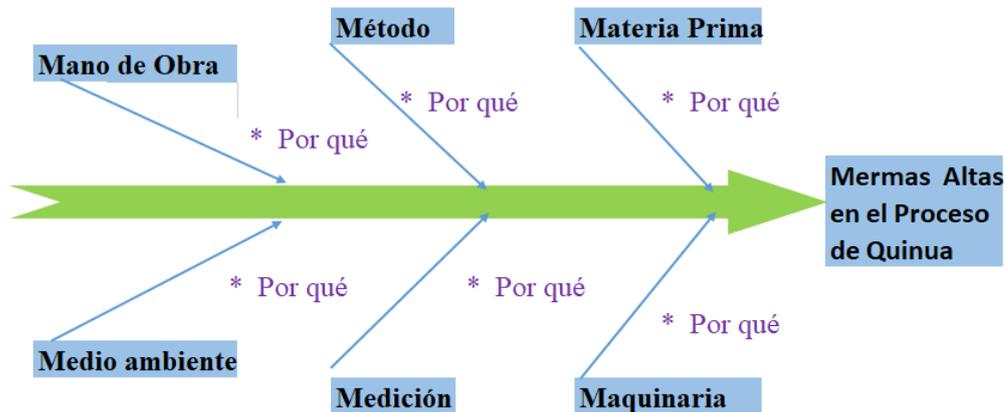
$$\% \text{ Merma total} = \left(1 - \left(\frac{\text{Kg terminado}}{\text{Kg procesado}}\right)\right) * 100$$

3.6.2. Aplicación de diagrama de Ishikawa

Para realizar el diagnóstico del problema y sus causas, el equipo Seis Sigma se reunió con todo el personal involucrado en las áreas de escarificado y pulido para participar con una lluvia de ideas de las posibles causas que afectan a las mermas del proceso, luego se ordenó las ideas y se seleccionó las causas fundamentales como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Diagrama de Ishikawa



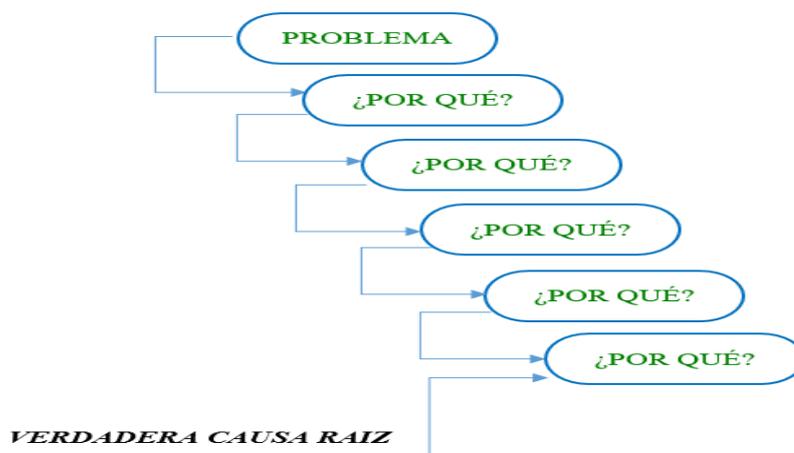
Fuente : adaptado de Gutiérrez, (2006)

3.6.3. Método de los cinco porqués

Para llegar a hallar la causa raíz del problema se usó la técnica de los cinco porqués, que consiste en preguntar cinco veces el “porqué” de las causas de los problemas de manera consecutiva tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3

La Herramienta de los cinco Porqués



Fuente : adaptado de Gutiérrez, (2006)



3.6.4. Mejoras para reducir mermas

3.6.4.1. Cambio de secuencia del proceso

En la nueva secuencia de procesos, se adelanta la etapa de selección 1 antes del proceso del escarificado, a fin de seleccionar las impurezas, pero sobre todo para separar los granos pequeños (< 1.40 mm) utilizando mallas ASTM 14 y procesar éstas por separado en las etapas de escarificado y pulido.

3.6.4.2. Optimización del escarificado

Para optimizar el proceso de escarificado se determinó la capacidad real de la máquina, controlando la presencia de granos recubiertos y granos quebrados. Se realizó pruebas variando la entrada de producto (Kg/h) tanto para granos grandes y pequeños como se muestra en la tabla 9. La cantidad de muestra para todas las pruebas fue de 500kg.

Tabla 9*Pruebas de Capacidad de la Escarificadora*

Variedad	Tamaño del grano	Entrada de producto	Granos recubiertos	Granos partidos y dañados
Quinua	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	(800Kg/h)		
		(850Kg/h)		
		(900Kg/h)		
Pasankalla	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$ mm)	(800Kg/h)		
		(850Kg/h)		
		(900Kg/h)		
Quinua Negra	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	(800Kg/h)		
		(850Kg/h)		
		(900Kg/h)		
Collana	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$ mm)	(800Kg/h)		
		(850Kg/h)		
		(900Kg/h)		

3.6.4.3. Optimización del pulido

Para optimizar el proceso de pulido se determinó la capacidad real de la maquina pulidora, controlando tiempos de proceso, la apariencia y el porcentaje de granos partidos. Se realizó pruebas variando tiempos por cada batch de 100 kg. tanto para granos grandes y pequeños como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Pruebas de Capacidad de la Pulidora

Variedad	Tamaño del grano	Tiempo de proceso	Apariencia del grano	Granos partidos y dañados
Quinoa	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	1 minuto		
		2 minutos		
		3 minutos		
Pasankalla	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$ mm)	1 minuto		
		2 minutos		
		3 minutos		
Quinoa Negra	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	1 minuto		
		2 minutos		
		3 minutos		
Collana	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$ mm)	1 minuto		
		2 minutos		
		3 minutos		

3.6.4.4. Capacitación del personal

Para mejorar el control de procesos fue necesario la capacitación del personal de planta con una meta de 30 min por semana, sobre el manejo de tiempos, cantidad de carga en la alimentación de acuerdo a los parámetros optimizados, además de la calibración de máquinas.

3.6.5. Determinación de humedad

Se realizó utilizando una balanza de humedad que consiste en deshidratar la muestra mediante la aplicación de calor halógeno midiendo la cantidad de la humedad perdida para determinar la humedad de la muestra; la validación de los datos se realizó analizando la humedad de la muestra en un laboratorio acreditado, su metodología



fue acorde a la Norma Técnica Peruana NTP 205.069 (2015), los cálculos se basan con la siguiente formula:

$$\%Humedad = \frac{A}{B} * 100$$

Dónde: A = Pérdida de humedad en gramos

B = Peso original de la muestra

3.6.6. Determinación de granulometría

La granulometría se determinó mediante el método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 205.062:(2021), que consiste en colocar los tamices ASTM en orden ascendente, es decir, el tamiz de abertura de malla más gruesa quede en la parte superior; por otro lado, pesar 250g de muestra (granos de quinua) y transferir la muestra al tamiz superior y zarandear durante 10 minutos para que cada tamiz deje pasar todos los granos que corresponden según su abertura, pesar la cantidad de los granos retenidos en cada tamiz y realizar los cálculos respectivos; los resultados se expresan como diámetro promedio de los granos en milímetro.

$$\%Cernido = \frac{m2}{m1} * 100$$

m₁: peso total del producto bruto

m₂: peso del producto que pasa por la malla

3.6.7. Determinación del contenido de saponina de quinua

La determinación del contenido de saponina se realizó según el método de la Norma Técnica Peruana NTP.011.460: (2016), para ello se pesó 0.50g de quinua y se



colocó en un tubo de ensayo, se añadió 5.0ml de agua destilada y se tapa el tubo, luego se inició a sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos y se dejó el tubo en reposo durante 30 minutos, luego otra vez se sacudió durante 20 segundos y nuevamente se dejó en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos, posteriormente se sacudió al tubo por unos segundos similar a los termómetros orales que se suele realizar y se dejó en reposo el tubo por 5 minutos y finalmente se midió la altura de la espuma al 0,1 cm más cercano.

$$\% \text{ saponina} = 0.646 * h * 0.104 / (\text{peso de la muestra en } g * 10)$$

h=altura de la espuma en cm

3.6.8. Diseño estadístico

3.6.8.1. Distribución normal

Según Gutiérrez, (2006) “si X es una variable aleatoria normal su función de densidad de probabilidad está dada por”:

$$y = f(x) = \frac{1e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}\sigma}$$

Donde: σ : desviación estandar

μ : media

e: número de Euler

3.6.8.2. Índice Z

En Seis Sigma el nivel de calidad de un proceso se mide mediante el índice Z, el cual consiste en calcular la distancia entre las especificaciones y la media μ del proceso en unidades de la desviación estándar (Gutiérrez, 2006). En la presente investigación se utilizó el software estadístico Minitab para calcular el nivel Sigma que se basa en lo siguiente:

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} \quad y \quad Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

Dónde:

- σ : desviación estándar
- EI: especificado inferior
- ES: especificado superior
- μ : media de la característica de la calidad
- Zi y Zs: son Z inferior y Z superior

La capacidad de un proceso medida en términos del índice Z es igual al valor más pequeño de entre Zs y Zi, entonces se tiene: $Z = \text{Minimo}[Z_s, Z_i]$

3.6.8.3. Índice de capacidad potencial de proceso (Cp)

Para calcular el C_p , se utilizó el software estadístico Minitab que está basado en la fórmula señalada por Gutiérrez (2006), donde menciona que el índice de capacidad potencial del proceso (C_p) se define como la variación tolerada en relación a la amplitud de la variación real.

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$



Dónde: σ = desviación estándar del proceso.

ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad

3.6.8.4. Índice de capacidad real de proceso (Cpk)

Para calcular el índice de capacidad real de proceso se utilizó el software estadístico Minitab. Según Gutiérrez (2006), “.El índice C_{pk} es igual al valor más pequeño de entre C_{pi} y C_{ps} ”, además menciona que existen varias formas equivalentes de calcular, la más común es la siguiente:

$$Cpk = \text{Minimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Donde:

EI: especificado inferior

ES: especificado superior

μ : media de la característica de la calidad

$$\text{Además, } C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad \text{y} \quad C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

C_{pi} : índice de capacidad para la especificación inferior

C_{ps} : índice de capacidad para la especificación superior

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PORCENTAJE DE MERMA INICIAL Y SU NIVEL SIGMA

Los resultados promedios de la merma inicial del proceso de escarificado y pulido de quinua de las variedades Pasankalla y Negra Collana, se aprecia en la tabla 11; los mismos se detallan en el anexo 1, con los cuales se determinó el nivel sigma y se muestra en la tabla 12. Los gráficos estadísticos se muestran en el anexo 3.

Tabla 11

Promedio de Merma inicial

Proceso	Quinua Pasankalla (%)	Quinua Negra Collana (%)
Escarificado	9.77	9.93
Pulido	1.20	1.61
Total	10.97	11.54

Éstos porcentajes de merma son resultados de la recopilación de los datos de producción en seis meses (julio a diciembre del 2021), donde la conformidad de los productos estuvo orientado al cumplimiento de la calidad del producto, sin controlar las mermas registradas, sin embargo, se observó que estas mermas fueron mayores comparados a las variedades de quinua blanca. Además, según los registros de escarificado, la quinua Pasankalla en la mayoría de los lotes tomó más tiempo en su procesamiento debido a la doble o triple pasada por presentar remanencia de granos recubiertos y consecuentemente ello incrementa el porcentaje de merma.

En la etapa de recepción de materia prima habitualmente se determinaba las impurezas, sin embargo, el flujograma de procesos siempre fue única para todos los lotes, fue por eso que en la fase de mejoras se realizó las estipulaciones en función a la calidad de materia prima y con todo el conjunto de ajustes y mejoras se volvió a medir los porcentajes de merma que se aprecia en el punto 4.4 de esta investigación.

Tabla 12

Nivel Sigma Inicial en los Procesos de Escarificado y Pulido

Proceso	Nivel Z Quinoa Pasankalla	Nivel Z Quinoa Negra Collana
Escarificado	0.92	0.68
Pulido	1.10	0.82

Según Rubio Rodriguez, (2016) los niveles sigma que se encuentren entre 0.0 a 2.0 tienen demasiada variación y es difícil producir productos que cumplan con las especificaciones del cliente. En tal sentido, tanto en el proceso de escarificado y pulido en las dos variedades de quinua el nivel sigma es muy baja y se interpreta que los porcentajes de merma a lo largo de los meses estudiados presentan datos dispersos y que no estuvieron bajo control.

4.2. CAUSAS QUE PRODUCEN MERMAS EN ESCARIFICADO Y PULIDO DE QUINUA

Los altos porcentajes de merma en los procesos de escarificado y pulido de quinua Pasankalla y Negra Collana, tuvieron varias causas, se identificaron gracias al diagrama de Ishikawa y se muestra en el anexo 4 – Figura 8, entre las más importantes se identificó: presencia de granos recubiertos, falta de optimización de la capacidad de las máquinas, el desgaste de las paletas que baja la capacidad de la escarificadora, falta control de calidad



durante el proceso, secuencia del proceso incorrecto, la materia prima fue heterogénea (tamaño y espesor) y la falta de capacitación al personal.

La calidad de la materia prima fue unos de las causas más difíciles de controlar y es que éste depende de varios factores tales como: su genética propia de cada variedad, condiciones climáticas de los lugares de producción, madurez fisiológica en el momento de cosecha y manejo adecuado de la cosecha y post cosecha. Según Osorio Díaz, (2021) a nivel nacional el cultivo de quinua se realiza en diferentes tipos de agricultura tales como: agricultura con producción de subsistencia, agricultura familiar, producción comercial (pequeños y medianos productores) y agricultura intensiva (producción agraria empresarial). Además, cada campaña agrícola en cada zona de producción tiene características únicas, es por ello que cada lote tiene distintas características y si es un lote proveniente de acopio es muy difícil que sea homogéneo la materia prima.

Según Shaw & Loomis, (1950) un indicador de la madurez fisiológica del grano es la máxima acumulación de peso seco. En la misma línea, Urdanegui et al., (2021) estudiaron los rendimientos y evaluación agromorfológica en once genotipos y dos variedades de quinua en Huancayo donde uno de sus indicadores fue peso de mil granos y en la variedad Negra Collana en una campaña llegó a 3gr. y en otra campaña apenas a 2.1 gr. En ese sentido podemos comprender la importancia del llenado de grano y la cosecha en un punto óptimo de madurez fisiológica, una cosecha temprana significa que la semilla aún no alcanzó su máximo vigor por el contrario ya inició el proceso de deterioración.

Para profundizar a analizar estas causas fue necesario ordenar y hallar la causa raíz del problema, que principalmente fue la secuencia incorrecta del proceso que no permitió



seleccionar granos por tamaño antes del proceso de escarificado, para ello se utilizó la herramienta de los cinco porqués que se muestra en el anexo 4 – Figura 9.

Indah et al., (2021) utilizaron el diagrama de Ishikawa para percibir la mayoría de las causas de los defectos en la producción de arroz en el que menciona haber hallado la carencia de procedimiento estándar en el proceso de producción, además, la falta de comunicación de cada operador al cambiar de turno genera diferencias en la configuración de las máquinas, los ajustes inadecuados de estas máquinas que causaron vibraciones ocasionando que el arroz se rompa; otros hallazgos importantes en la planta de arroz fueron la falta de control de plagas, falta de control de calidad en materia prima entre otros. Algunos hallazgos como la carencia de un proceso estándar, falta de capacitación al personal de producción y falta de control de calidad, tienen coincidencia con la presente investigación esto explica que una empresa que busca mejora en sus procesos siempre encontrará deficiencias y a la vez oportunidades para mejorar.

4.3. PARÁMETROS DE CONTROL EN LOS PROCESOS

Los parámetros de control de procesos se establecieron a partir de la optimización de las máquinas de escarificado y pulido que se muestran en la tabla 13 y 14 respectivamente.

Tabla 13*Optimización de Capacidad de la Escarificadora*

Variedad	Tamaño de grano	Entrada de producto	Granos recubiertos	Granos quebrados
Quinua	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	800Kg/h	Ausencia	1.13%
		850Kg/h	0.03%	1.21%
		900Kg/h	0.37%	1.54%
Pasankalla	Pequeños (1.2 ≥ G ≤ 1.40) mm	800Kg/h	1.86%	3.09%
		850Kg/h	2.83%	4.74%
		900Kg/h	2.66%	4.23%
Quinua Negra	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	800Kg/h	Ausencia	0.76%
		850Kg/h	Ausencia	1.17%
Collana	Pequeños (1.2 ≥ G ≤ 1.40) mm	900Kg/h	Ausencia	1.32%
		800Kg/h	Ausencia	0.70%
		850Kg/h	Ausencia	1.20%
		900Kg/h	0.09%	1.23%

Según las especificaciones técnicas de la maquina escarificadora, su capacidad aproximada es de 1000kg/h en quinua blanca, sin embargo, no hay especificación para quinua de color. En la tabla 13, se aprecia los resultados de las pruebas de optimización de escarificado variando la cantidad de entrada de producto; para granos grandes y medianos de la variedad Pasankalla se obtuvo ausencia de granos recubiertos con una entrada de producto de 800kg/h. con un porcentaje de granos quebrados inferiores al 1.6 por ciento y que está dentro de la tolerancia de la NTP 205.062 (2021) donde el límite máximo es 2 por ciento para granos de grado 2.

Para los granos pequeños de la variedad quinua Pasankalla, se obtuvo presencia de granos recubiertos sin importar la cantidad de entrada del producto, sobrepasando los límites



de tolerancia de la NTP 205.062 (2021) donde el límite máximo es cero; así mismo se observó un incremento de granos quebrados que sobrepasó la tolerancia de la NTP 205.062 (2021).

Para quinua Negra Collana, los granos grandes y medianos se puede procesar hasta 900Kg/h. sin presencia de granos recubiertos, siempre y cuando no tenga granos inmaduros, con un porcentaje inferior a 1.5 por ciento de granos quebrados y se encuentra dentro de los límites de la NTP 205.062 (2021); los granos pequeños de ésta variedad se puede procesar hasta 850 Kg/h.

Campos Napán, (2018) estudió dos variables: carga (kg/h) y revoluciones por minuto (rpm), para reducir al máximo la saponina en el escarificado de quinua blanca de la variedad Salcedo-INIA, el resultado más óptimo de la muestra escarificada con cero por ciento de saponina fue con una carga de 800 kg/h y 700 rpm con un rendimiento de 99,61 por ciento, es decir, una merma de apenas 0.39%. La cantidad de carga es distinta a la presente investigación debido a que son máquinas distintas y los estudios fueron en diferentes variedades de quinua, en lo que si coincide es que la cantidad de carga influye en la calidad del producto escarificado.

Claro está que cada variedad de quinua es distinta en la adherencia del pericarpio a la semilla, en la variedad Pasankalla no se desprende con facilidad, es decir, en muchos lotes fue necesario procesar dos veces por la escarificadora, para así cumplir con la especificación del producto procesado y también es oportuno mencionar que los granos pequeños de esta variedad son los que siempre han tenido presencia de granos recubiertos con los parámetros estudiados, es por ello, que se le separó por tamaño y finalmente se logró procesar con una

sola pasada a partir de los granos medianos hasta los más grandes. Distinto fue con la variedad de quinua Negra Collana, en este caso bastó optimizar la capacidad de la máquina y se logró procesar sin importar el tamaño de grano.

Tabla 14

Optimización de Capacidad de la Pulidora

Variedad	Tamaño del grano	Tiempo de proceso	Apariencia del grano	Granos Quebrados
Quinua	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	1 minuto	Opaco	0.21 %
		2 minutos	Limpio	0.66 %
		3 minutos	Limpio	1.51 %
Pasankalla	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$) mm	1 minuto	No se realizó	-
		2 minutos	No se realizó	-
		3 minutos	No se realizó	-
Quinua Negra Collana	Grandes y medianos (> 1.40 mm)	1 minuto	Limpio	0.51 %
		2 minutos	Limpio	1.01 %
		3 minutos	Limpio	1.15 %
Collana	Pequeños ($1.2 \geq G \leq 1.40$) mm	1 minuto	Limpio	1.16 %
		2 minutos	Limpio	1.58 %
		3 minutos	Limpio	1.73 %

En los resultados de optimización de la pulidora, el tiempo de pulido suficiente para granos grandes y medianos de quinua Pasankalla fue de 2 minutos y para la variedad Negra Collana bastó un minuto, en ambas variedades la cantidad de granos quebrados estuvo dentro de la tolerancia de la NTP 205.062 (2021). Sin embargo, no se realizó el pulido de granos pequeños de quinua Pasankalla por presentar deficiencias en el proceso de escarificado.

Piedra Rivas, (2010) en su estudio denominado “mejoramiento del control de la etapa de pulido mediante el análisis de regresión de las variables que inciden en el proceso de

pilado de arroz” que el mejor tratamiento fue aplicando un tiempo de 50 segundos para pulir arroz con un rendimiento de 60.37% obteniendo una excelente calidad de arroz pilado.

Los límites de mermas se establecieron a partir de los datos inferiores y superiores hallados durante los cálculos de mermas en ambos procesos tras realizar las mejoras y se aprecian en la tabla 15.

Tabla 15

Límites de mermas de proceso de quinua

Límites	Escarificado QP	Pulido QP	Escarificado QNC	Pulido QNC
Inferior (%)	7	0.5	7.5	0.5
Superior (%)	8	1	8.5	1

QP: quinua Pasankalla y QNC: quinua Negra Collana

4.4. PORCENTAJE DE MERMA Y SU NIVEL SIGMA CON NUEVOS PARÁMETROS

Los resultados de promedios merma del proceso de escarificado y pulido de la quinua Pasankalla y quinua Negra Collana con nuevos parámetros se aprecian en la tabla 16, los detalles en anexo 2. Los niveles sigma de estos procesos se aprecia en la tabla 17 y los gráficos estadísticos en el anexo 5.

Tabla 16

Promedio Mermas con Nuevos Parámetros

Proceso	QP (%)	QNC (%)
Escarificado	7.55	7.95
Pulido	0.85	0.77
Total	8.40	8.72

QP: quinua Pasankalla y QNC: quinua Negra Collana



El porcentaje promedio de merma inicial en el proceso de escarificado para la quinua Pasankalla fue 9.77%, con las mejoras y los nuevos parámetros se redujo a 7.55%, en el mismo proceso para la quinua Negra Collana la merma inicial fue de 9.93% y tras las mejoras se redujo a 7.95. Al respecto, los reportes de Candia Danz & Olaguivel Quisocala, (2016) en su balance de materia en el proceso de escarificado de la quinua Pasankalla obtuvo una merma de 9.7% un resultado cercano con la merma inicial de ambas variedades, pero diferente de la merma con nuevos parámetros, es oportuno mencionar que el porcentaje de merma está directamente relacionado con la calidad de la materia prima y sobre todo la granulometría del mismo, probablemente estas sean las razones de diferencia, sin descartar otros factores como la excesiva fricción de los granos ya que los contenidos de saponina de ambos variedades oscila desde 0% hasta 0.03% muy por debajo de 0,12% los límites máximo establecido por la norma técnica NTP 205.062 (2021).

Por otra parte, Mujica Sanchez, (2012) en su escarificado de quinua Pasankalla en una muestra de 20Kg de materia prima, obtuvo 5.49 % de polvillo, aunque no especifica exactamente el rendimiento ni la presencia de granos recubiertos, a pesar de ello, aparentemente este resultado fue muy inferior a la merma con nuevos parámetros de la presente investigación debido a que con la ésta investigación no solamente se busca obtener productos con saponina residual esté dentro de los parámetros de la norma técnica Peruana, si no también, la eliminación de los remanentes de granos recubiertos ya que éstos hacen que la apariencia del grano sea menos atractiva para los clientes, además la última norma NTP 205.062 (2021) tiene tolerancia cero para granos recubiertos.

Campos Napán, (2018) en el escarificado de quinua blanca variedad Salcedo-INIA obtuvo cero por ciento de saponina y una mema de 0.39 % este resultado también es muy



inferior a los resultados de la presente investigación, probablemente sea debido a la variedad y la buena calidad la quinua que son ampliamente distintos en su contenido de saponina.

Las mermas en el proceso de Pulido de quinua Pasankalla se ha reducido de 1.2 % a 0.85% y en pulido de quinua negra collana de 1.61 % a 0.77 %, es preciso mencionar que cuanto más tiempo de pulido, se genera mayor cantidad de polvillo, incrementando las mermas en los granos procesados; por el contrario, los tiempos cortos por debajo de un minuto de pulido no mejora la apariencia de los granos especialmente en la variedad Pasankalla.

Pedron et al., (2019) investigaron sobre “la Mitigación de arsénico en granos de arroz mediante pulido y lavado: evidenciando el beneficio y el costo” en el que observaron visualmente que el pericarpio y la aleurona de los granos de arroz descascarillados fueron eliminados total o parcialmente después del proceso de pulido y mencionan que se puede notar un cambio en la coloración de caramelo claro a blanco, dependiendo del tiempo de pulido; los granos descascarillados y pulidos después de 20, 40 y 60 segundos, las pérdidas medias de masa durante el pulido fueron 8,5, 13,6 y 18,3%, respectivamente.

A pesar de aplicar el proceso de pulido a tiempos y productos distintitos, podemos observar que existe una coincidencia entre la presente investigación con los estudios de arroz pulido, principalmente en la influencia del tiempo de pulido, en el rendimiento del producto, tanto así, que basta pocos segundos para incrementar la pérdida de masa del arroz que alcanza alrededor de cinco puntos porcentuales en solo 20 segundos, en tanto en el caso de la quinua es menos sensible y probablemente sea por el tipo de máquina pulidora, aun así, fue distinto

el tiempo de pulido para cada variedad del grano, ya que los tiempos prolongados incrementan la merma.

Tabla 17

Nivel sigma con Nuevos Parámetros

Proceso	Nivel Z QP	Nivel Z QNC
Escarificado	2.07	2.06
Pulido	2.13	1.97

QP: quinua Pasankalla y QNC: quinua Negra Collana

En los niveles sigma para el proceso de escarificado de quinua Pasankalla se incrementó de 0.92 a 2.07 y para quinua Negra Collana de 0.68 a 2.06. Para el proceso de pulido de la quinua Pasankalla los niveles sigma se incrementó de 1.1 a 2.13 y en quinua Negra Collana de 0.82 a 1.97. Según Rubio Rodriguez, (2016) con obtener 2σ estaría procesando con 69.20% de aciertos con una variación moderada y que la mayoría de los productos cumplen con los requerimientos. Siendo así, el manejo de mermas en estos procesos en esta investigación finalizó con mayor estabilidad comparado con el nivel sigma inicial que tenía demasiada variación.

Indah et al., (2021) en su estudio titulado “Análisis de defectos de productos utilizando el método Seis Sigma: un estudio del caso Rice Milling Company” cuyo objetivo fue percibir la mayoría de las causas de defectos para eliminar los mismos, mediante la mejora continua, para ello recolectó los datos de producción y utilizó Microsoft Excel para determinar su nivel sigma, como resultado reportó que la calidad del arroz es bastante buena con un nivel sigma de 2.368 con una capacidad del proceso de 0.246, además identificó que hay cuatro tipos de defectos que son insectos, grañones, arroz inmaduro y objeto desconocido.



No es una tarea fácil alcanzar el nivel Seis Sigma aún para las grandes manufactureras. Recordemos que Costa *et al.*, (2019) en su aplicación de la metodología Seis Sigma en una industria automotriz, elevó los niveles de calidad del proceso aumentando su nivel sigma de 4.22 a 4.92. Tal como se mencionó en los antecedentes de la presente investigación, de modo no es libre de defectos, sino más bien, esta metodología tiene fases como un ciclo de mejora continua, en ese sentido es importante trazar objetivos alcanzables y que los resultados de mejoras sea cuantificado, aunque no se considere procesos de clase mundial.

Los niveles Sigma son indicadores de variabilidad de un proceso y normalmente es distinta de una compañía a otra, debido a que sus procesos y el manejo de éste son distintos, como en este caso podemos comparar los resultados de ésta investigación con los resultados de Rice Milling Company que tuvo un poco menos defectos que el proceso de escarificado y pulido de quinua, pero muy por debajo de la industria automotriz. Vale la pena aclarar que alcanzar Seis Sigma significa llegar a una excelencia en los procesos. Por eso López Guerrero *et al.*, (2019) afirma que “Seis Sigma es una medida estadística de variación que cuando se logra, un proceso produciría 3.4 defectos por millón de oportunidades”.



V. CONCLUSIONES

- El porcentaje promedio de la merma inicial en quinua Pasankalla en el escarificado fue 9.77% y se logró reducir a 7.55%, en pulido de la misma variedad se redujo de 1.20% a 0.58%, mientras que en el escarificado de quinua Negra Collana tuvo una merma inicial de 9.93% reduciéndose a 7.95 %, en el pulido de ésta última variedad su merma inicial fue de 1.61% y se redujo a 0.77%. Todas la muestras presentaron contenidos de saponina dentro de los límites permitidos por la NTP 205.062:2021 y ausencia de granos recubiertos.
- El nivel sigma inicial para quinua Pasankalla en el proceso de escarificado apenas llegó a 0.92 e incrementó a 2.07 tras las mejoras, en el proceso de pulido de la misma variedad su nivel sigma aumentó de 1.1 a 2.13, mientras que en el escarificado de quinua Negra Collana el nivel sigma ascendió de 0.68 a 2.06 y en el pulido de quinua Negra Collana apenas subió de 1.1 a 1.97 por lo que se interpreta que en un principio los procesos han estado fuera de control y tras realizar un conjunto de ajustes y mejoras, la mayoría de los productos están dentro de los límites de control, teniendo una variación moderada los procesos son más estables.
- Las principales causas que ocasionan las altas mermas fueron: presencia de granos recubiertos, falta de optimización de la capacidad de las máquinas, el desgaste de las paletas que baja la capacidad de la escarificadora, falta control de calidad durante el proceso, secuencia del proceso incorrecto, la materia prima fue heterogénea (tamaño y espesor) y la falta de capacitación al personal; en función a los hallazgos se realizó las mejoras como: optimizar la capacidad de las maquinas del escarificador variando la



cantidad de carga y pulidor controlando tiempos por batch, verificación periódica de las paletas del escarificador, fortalecimiento en el control de calidad durante el proceso, cambio de secuencia de procesos según la calidad de la materia prima y el cumplimiento de metas en capacitación al personal.

- Los nuevos parámetros de proceso para escarificado de granos grandes y medianos de quinua variedad Pasankalla es a 800kg/h., los granos pequeños de la misma variedad no se lograron optimizar, los granos grandes y medianos en quinua Negra Collana se puede procesar hasta 900kg/h y los granos pequeños hasta 850kg/h; el tiempo de pulido para quinua Pasankalla fue de dos minutos y para quinua Negra Collana un minuto, con estos parámetros los porcentajes de granos quebrados y granos recubiertos se encuentran dentro de la tolerancia de la NTP 205.062 (2021). Así mismo, el límite máximo de merma en escarificado en quinua Pasankalla es 8% y para quinua Negra Collana 8.5%, y para pulido el límite máximo es 1% en ambas variedades.



VI. RECOMENDACIONES

- A las pequeñas empresas que producen bienes y/o brindan servicios de cualquier rubro, a los centros de salud y educación recomendando experimentar la aplicación de la metodología Seis Sigma y compartir sus hallazgos o beneficios que se pueden obtener para mejorar la disponibilidad de casos prácticos.
- A los estudiantes que tengan interés en Seis Sigma recomendando desarrollar aplicativos prácticos que puedan simplificar los softwares estadísticos disponibles; además desarrollar un manual de implementación de la metodología Seis Sigma para orientar y simplificar su aplicación en cualquier pequeña empresa.
- A los interesados en la aplicación de Seis Sigma recomendando determinar la fase definir es fundamental y para definir con claridad las especificaciones requeridas es importante escuchar activamente al cliente antes, durante y después de la aplicación Seis Sigma.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Salazar, Y. D., & Parrales Chalén, D. J. (2019). *Modelo de gestión para reducir mermas y desperdicios de inventario en los procesos productivos de una empresa de plástico*. Universidad de Guayaquil.
- Apaza, V., Cáceres Sanizo, G., Estrada Zuñiga, R., & Pinedo Taco, R. E. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, 80.
- Basílio dos Santos, G. A., & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*, 26, 13. https://doi.org/https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.3485
- Bianka, B., Pérez, L., & Núñez, L. K. (2011). *Evaluación en Te, del crecimiento exponencial de Escherichia coli e influencia del tamaño de partícula en la liberación de contenido, Abril – Noviembre 2011*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Campos Napán, J. J. M. (2018). *Maximización de la reducción de saponina en escarificado de quinua (chenopodium quinoa willd.) por abrasión aplicando superficie de respuesta* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3655>
- Candia Danz, L., & Olaguivel Quisocala, A. (2016). *Diseño y evaluación de una escarificadora para la extracción de saponina de la quinua- region Puno* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2575>
- Coronel Rivera, J. A. C. (2018). *Determinación del contenido de saponina y proteína en genotipos de quinua (chenopodium quinoa willd) producidos en la finca experimental la María* (Issue 593). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Costa, J. P., Lopes, I. S., & Brito, J. P. (2019). Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1592–1599.



<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.126>

Gómez Pando, L., & Castellanos, E. A. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*.

Gutiérrez, P. H. (2006). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed). McGRAW-HILL.

Indah Chyntia, R. B., Tiara Risa, D., Ade Lita, K., & Sri Susilawati, I. (2021). Product defects analysis using six sigma method – a case study at rice milling Company. © *IEOM Society International*, 158–169.

Latinez Valdivia, P. A. (2020). *Implementación del método de control bioestructurado de procesos - MCBP- en el procesamiento industrial de quinua* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4429/latinez-valdivia-paola-andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Guerrero, A., Hernández Gómez, J. A., Velázquez Victorica, K. I., & Olivares Fong, L. D. C. (2019). Six sigma as a competitive strategy: Main applications, implementation areas and critical success factors (CSF). *DYNA (Colombia)*, 86(209), 160–169. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.76994>

Meléndez, V. A. (2017). *Reducción de la merma en el proceso de fabricacion de la empresa Nexpol S.A.C.* 70.

Mujica Sanchez, A. M. H. (2012). *Extracción de saponina de cultivares de quinua (Chenopodium Quinoa W.) para uso industrial* (UNAP-OFI).

Norma Técnica Peruana NTP.011.460:2016 granos andinos quinua. Determinación del contenido de saponina por el metodo de espuma (primera ed). (2016).

Norma Técnica Peruana NTP 205.062:2021 granos andinos . Quinoa en grano. Requisitos. (tercera ed). (2021).

Norma Técnica Peruana NTP 205.062 2014 Granos Andinos. Quinoa. Requisitos. (2014).

Norma Técnica Peruana NTP 205.069.2015 cereales y productos derivados. Contenido de humedad metodo de estufa de aire. (2015).



- Osorio Díaz, R. A. (2021). “*Situación Actual de la Inocuidad y Desarrollo de un Plan Haccp para Quinoa (Chenopodium Quinoa, Willd.)*” [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5264/osorio-diaz-ricardo-adolfo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pedron, T., Segura, F. R., Pollo Paniz, F., de Moura Souza, F., Coelho dos Santos, M., Martins de Magalhães Júnior, A., & Lemos Batista, B. (2019). Mitigation of arsenic in rice grains by polishing and washing: Evidencing the benefit and the cost. *Journal of Cereal Science*, 87, 52–58.
- Piedra Rivas, S. E. (2010). *Mejoramiento del control de la etapa de pulido mediante el análisis de regresión de las variables que inciden en el proceso de pilado de arroz*. Escuela superior politécnica del litoral.
- Repo-Carrasco, R. (2014). *Valor nutricional y compuestos bioactivos en los cultivos andinos re - descubriendo los tesoros olvidados* (Fondo edit).
- Rubio Rodriguez, R. (2016). *Aplicación de la metodología Lean Seis Sigma en la industria de alimentos: caso de estudio del proceso de llenado de cubos*. Universidad Iberoamericana.
- Shaw, R. H., & Loomis, W. E. (1950). *Bases for the Prediction of Corn Yields*. 225–244.
- Sheely, P., Navarro, D., Silvers, R., Keyes, V., & Dixon, D. (2002). The Black Belt memory Jogger: A pocket Guide for Six Sigma Success. *GOAL/QPC and Six Sigma Academy*, 1(9), 1689–1699.
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Terrés-Speziale, A. (2007). Six Sigma. Determinación de metas analíticas. *Rev Mex Patol Clin*, 54, 28–39. <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2007/pt071g.pdf>
- Tinoco Ángeles, F. E. (2016). Six sigma en logística: aplicación en el almacén de una unidad



minera. *Industrial Data*, 16(2), 67. <https://doi.org/10.15381/idata.v16i2.11923>

Urdanegui, P., Pérez Ávila, Á., Estrada Zúñiga, R., Neyra, E., Mujica, Á., & Corredor, F. A. (2021). Yield and agromorphological evaluation of quinoa genotypes (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Huancayo, Peru. *Agroindustrial Science*, 11(1), 63–71. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.08>

Vargas Zambrano, P., Arteaga Solorzano, R., & Cruz Vera, L. (2019). Análisis Bibliográfico Sobre El Potencial Nutricional De La Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Como Alimento Funcional. *Revista Centro Azúcar*, 46, 89–100. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-89.pdf>

Ynca Córdova, L. P., & Gonzales De la rosa Toro, F. de L. (2017). El tratamiento de las mermas y desmedros en el impuesto a la renta: principales problemas y propuestas de solución [Universidad de Lima]. In *Universidad de Lima*. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/9536>

ANEXOS

ANEXO 1: Detalle de merma inicial en los procesos de escarificado y pulido

	Proceso	Merma QP (%)	Merma QNC (%)	
Lote: QP1C-2021	Escarificado	10.5	9.8	Lote: QNC1C-2021
	Pulido	0.9	1.8	
	Total	10.4	12.6	
	Humedad:	11.00	12.05	
Lote: QP3M-2021	Saponina:	0.003	0.002	Lote: QNC2C-2021
	Escarificado	10.2	8.6	
	Pulido	1.3	1.7	
	Total	11.5	9.3	
Lote: QP2S-2021	Humedad:	11.53	12.03	Lote: QNC2M 04-2021
	Saponina:	0.003	0.001	
	Escarificado	8.7	11.3	
	Pulido	0.6	2.3	
Lote: QP3S-2021	Total	9.3	13.6	Lote: QNC3C-2021
	Humedad:	10.68	11.5	
	Saponina:	0	0.002	
	Escarificado	8.8	10.8	
Lote: QP4S-2021	Pulido	1.1	1.9	Lote: QNC3M-2021
	Total	9.9	12.7	
	Humedad:	10.52	12.02	
	Saponina:	0.03	0.013	
Lote: QP2C-2021	Escarificado	8.9	8.7	Lote: QNC4C-2021
	Pulido	1.6	0.9	
	Total	9.5	9.6	
	Humedad:	11.37	10.47	
Lote: QP3C-2021	Saponina:	0.02	0.002	Lote: QNC5C-2021
	Escarificado	11.5	10.6	
	Pulido	1.2	0.6	
	Total	12.7	11.2	
Lote: QP4M-2021	Humedad:	11.52	10	Lote: QNC1S-2021
	Saponina:	0	0	
	Escarificado	9.4	11.1	
	Pulido	2.1	2.2	
Lote: QP4M-2021	Total	11.5	13.3	Lote: QNC1S-2021
	Humedad:	11	13	
	Saponina:	0	0.001	
	Escarificado	9.4	11.1	
Lote: QP4M-2021	Pulido	2.1	2.2	Lote: QNC1S-2021
	Total	11.5	13.3	
	Humedad:	11	13	
	Saponina:	0	0.001	

ANEXO 2: Detalle de merma con nuevos parámetros en escarificado y pulido

	Proceso	Merma QP (%)	Merma QNC (%)	
Lote: 002-1022-MAA	Escarificado	7.64	7.92	Lote: 001-1522-MAA
	Pulido	0.79	0.54	
	Total	8.43	8.46	
	Humedad:	12.12	11.50	
	Saponina:	0	0	
Lote: 003-1522-MAA	Escarificado	7.51	8.03	Lote: 002-1522-MAA
	Pulido	0.96	0.79	
	Total	8.47	8.82	
	Humedad:	10.14	11.40	
	Saponina:	0	0	
Lote: 003-1022-MAA	Escarificado	7.21	8.22	Lote: 003-1522-MAA
	Pulido	0.57	0.93	
	Total	7.78	9.15	
	Humedad:	11	10.5	
	Saponina:	0	0	
Lote: 005-1522-MAA	Escarificado	7.50	7.51	Lote: 002-1122-MAA
	Pulido	0.95	0.76	
	Total	8.45	8.27	
	Humedad:	12.11	12.03	
	Saponina:	0	0	
Lote: 001-0622-MAA	Escarificado	7.39	7.99	Lote: 003-1122-MAA
	Pulido	0.88	0.82	
	Total	8.27	8.81	
	Humedad:	10	12.40	
	Saponina:	0	0	
Lote: 006-1522-MAA	Escarificado	7.70	7.93	Lote: 005-1522-MAA
	Pulido	1	0.78	
	Total	8.70	8.71	
	Humedad:	12.30	12	
	Saponina:	0.001	0	
Lote: 007-1522-MAA	Escarificado	7.56	8.11	Lote: 004-1122-MAA
	Pulido	0.78	0.76	
	Total	8.34	8.87	
	Humedad:	11.6	11.5	
	Saponina:	0.003	0	
Lote: 002-0622-MAA	Escarificado	7.9	7.89	Lote: 008-1522-MAA
	Pulido	0.94	0.81	
	Total	8.84	8.70	
	Humedad:	12	12.10	
	Saponina:	0	0	

ANEXO 3: Control estadístico para merma inicial

Figura 4

Nivel Sigma inicial en escarificado de quinua Pasankalla

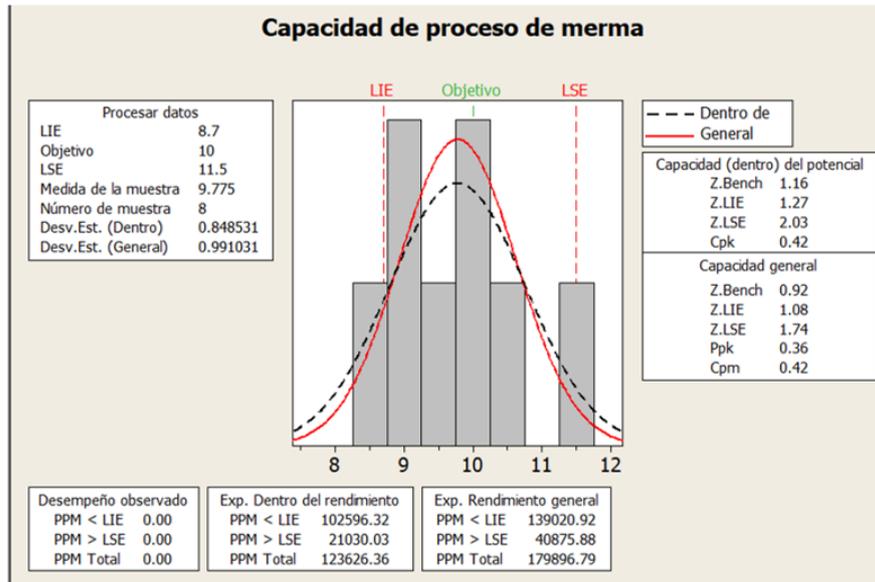


Figura 5

Nivel Sigma inicial en pulido de quinua Pasankalla

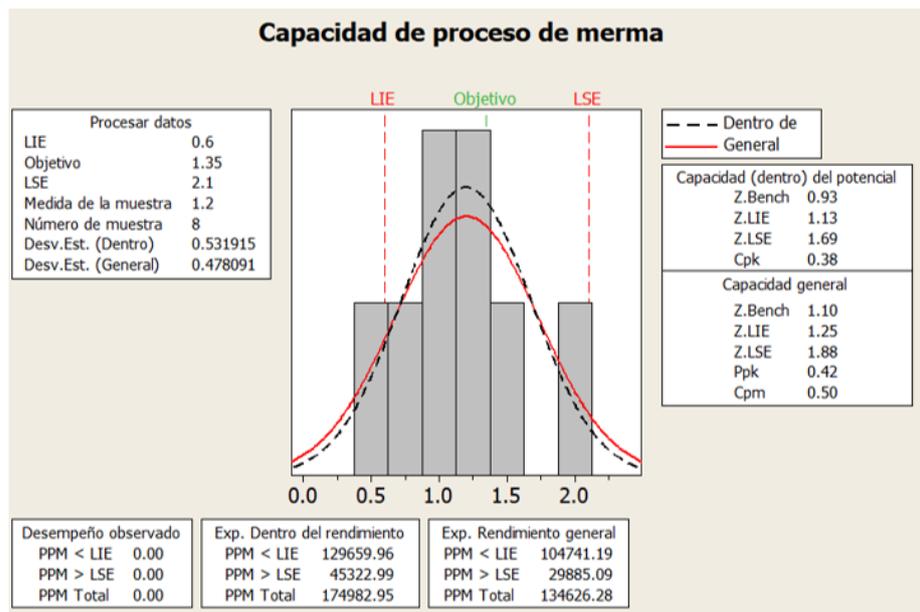


Figura 6

Nivel Sigma inicial en escarificado de quinua Negra Collana

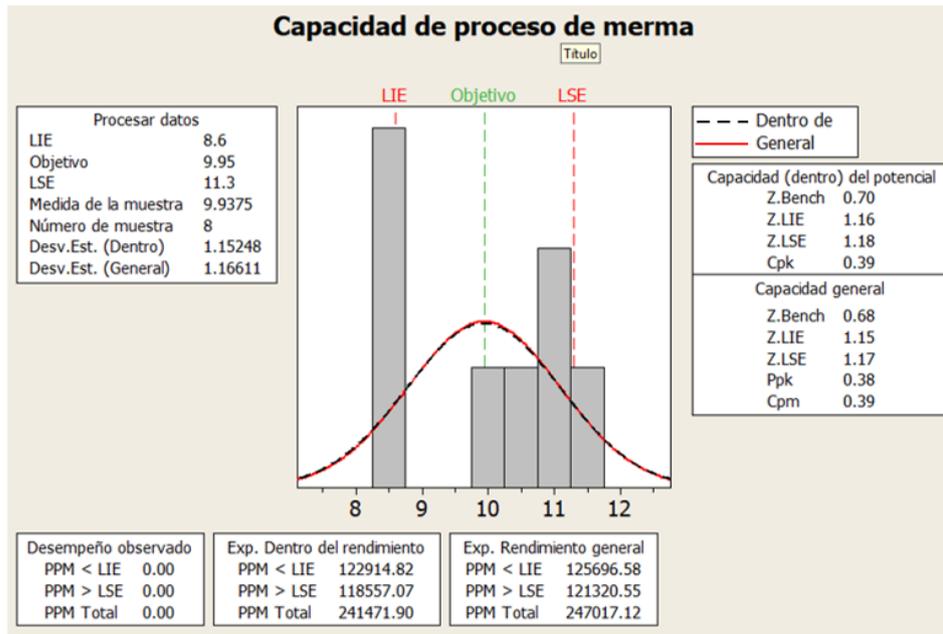
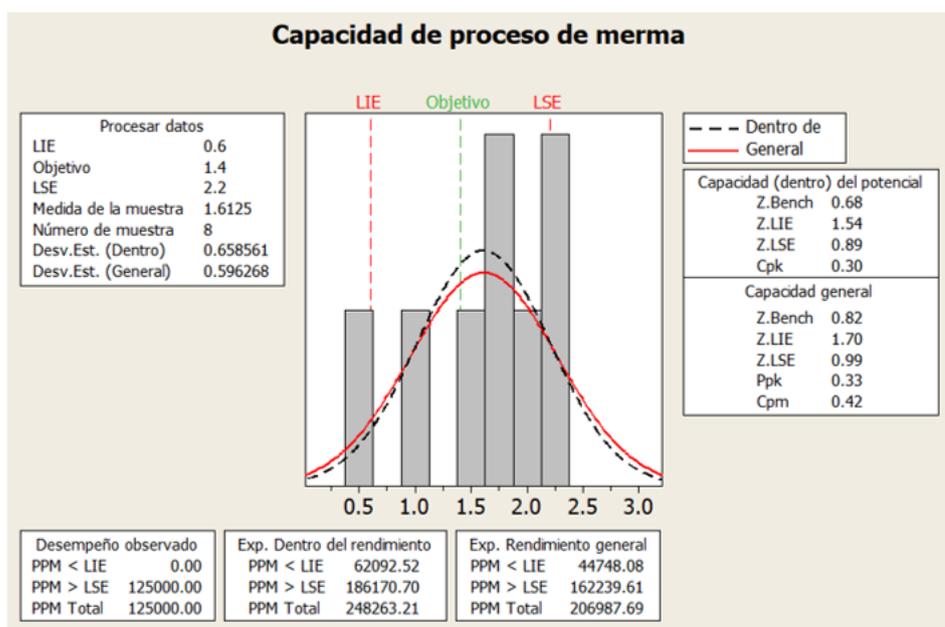


Figura 7

Nivel Sigma inicial en pulido de quinua Negra Collana



ANEXO 4: Análisis de causas que producen mermas

Figura 8

Diagrama de Ishikawa en mermas de quinua

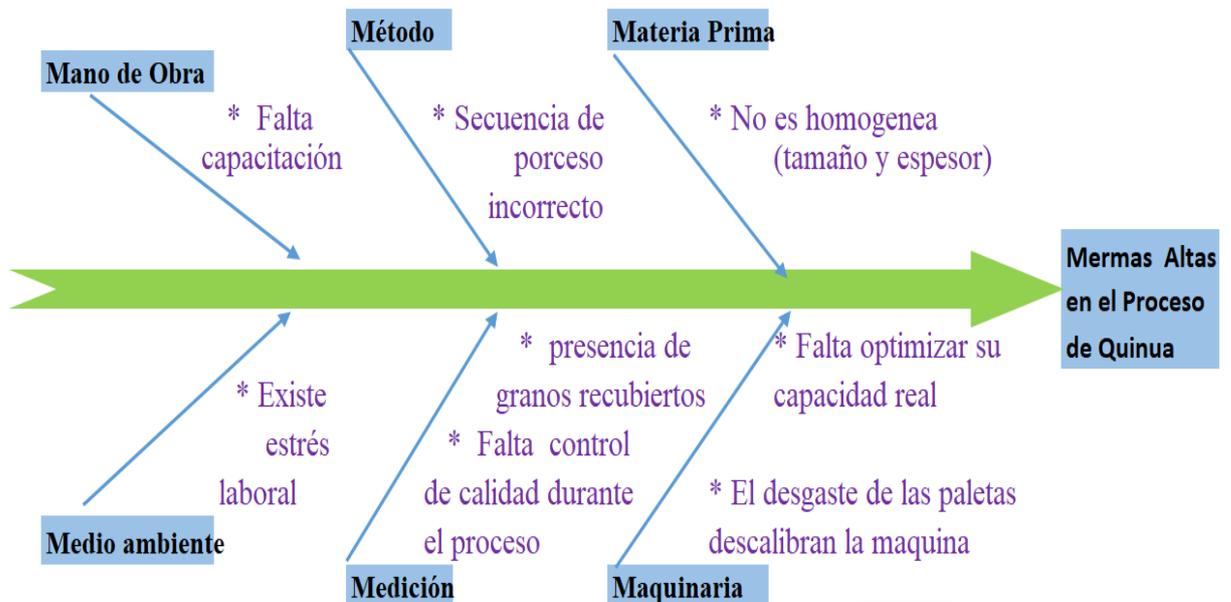
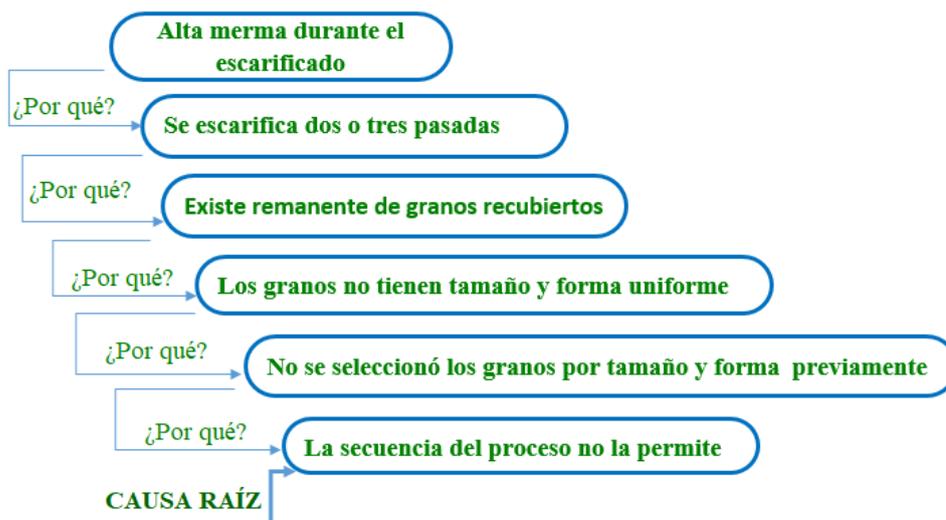


Figura 9

Los cinco porqués de la merma en escarificado



ANEXO 5: Control estadístico para merma con nuevos parámetros

Figura 10

Nivel Sigma en escarificado de quinua Pasankalla con nuevos parámetros

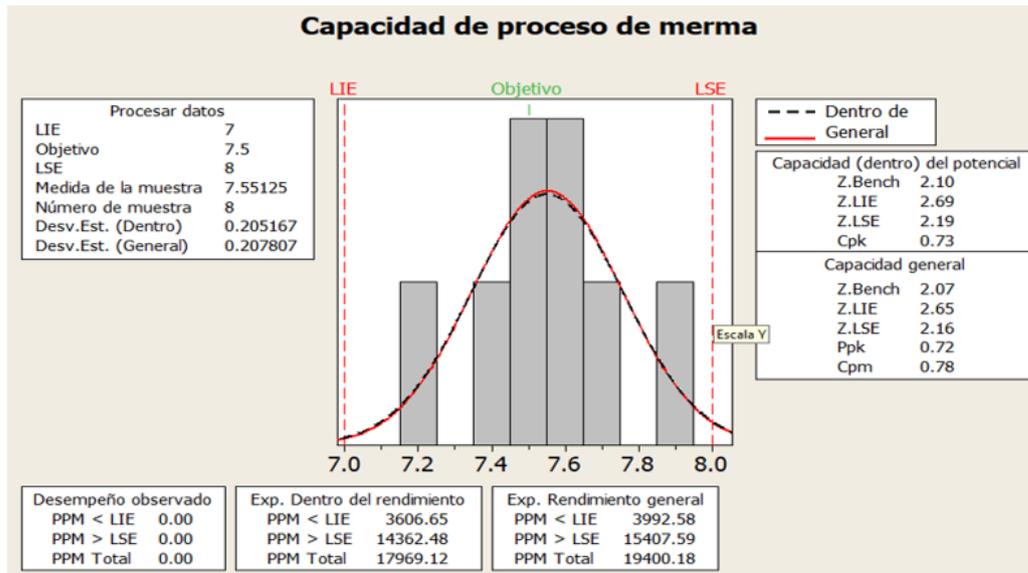


Figura 11

Cp y Cpk en escarificado de quinua Pasankalla con nuevos parámetros

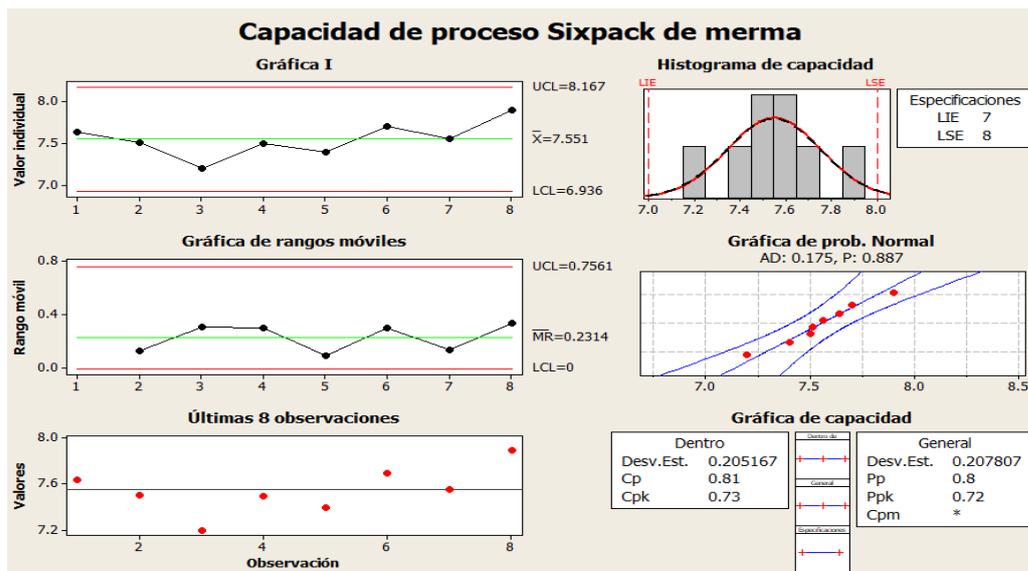


Figura 12

Nivel Sigma en escarificado quinua Negra Collana con nuevos parámetros

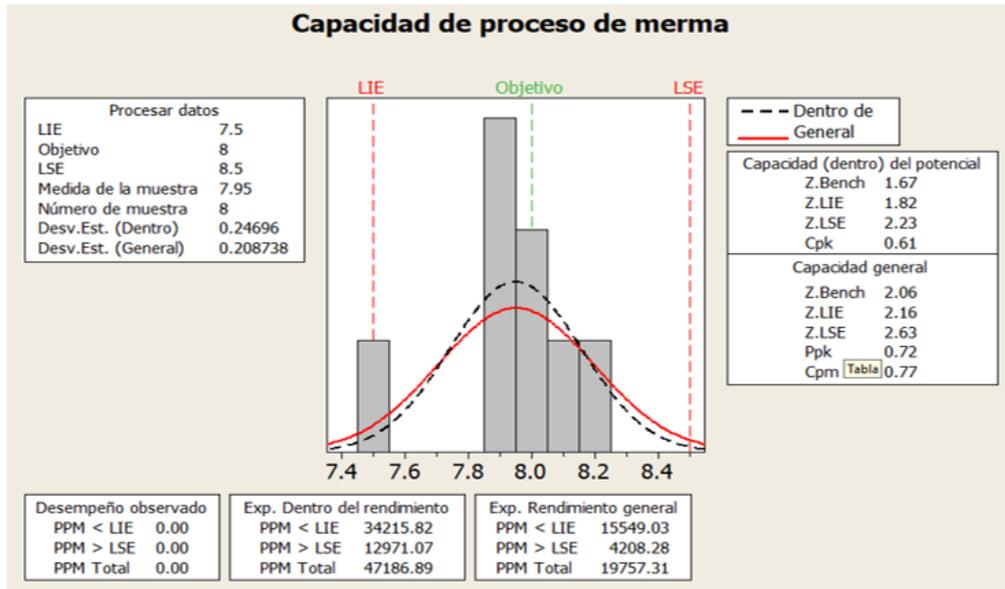


Figura 13

Cp y Cpk en escarificado quinua Negra Collana con nuevos parámetros

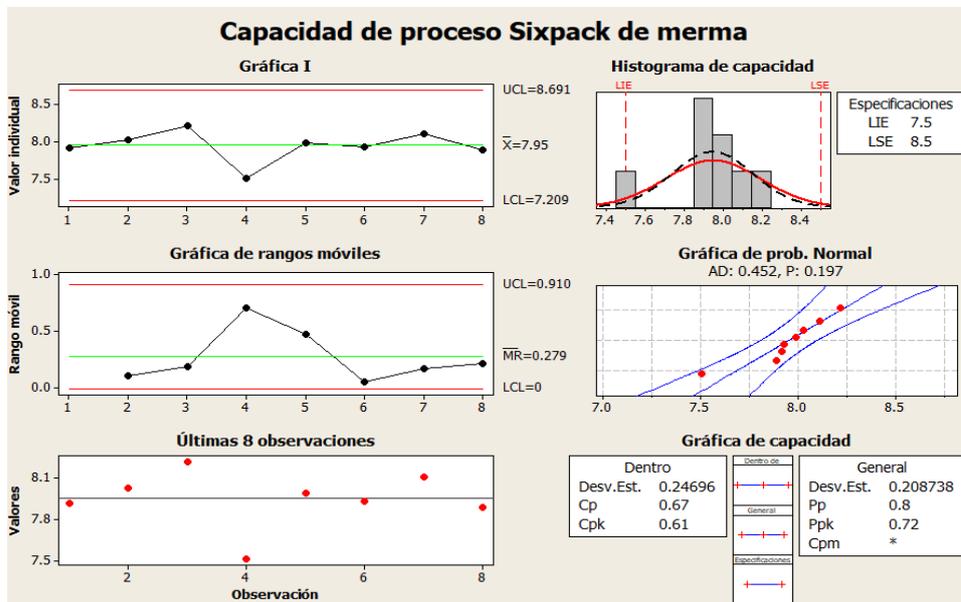


Figura 14

Nivel Sigma en pulido quinua Pasankalla con nuevos parámetros

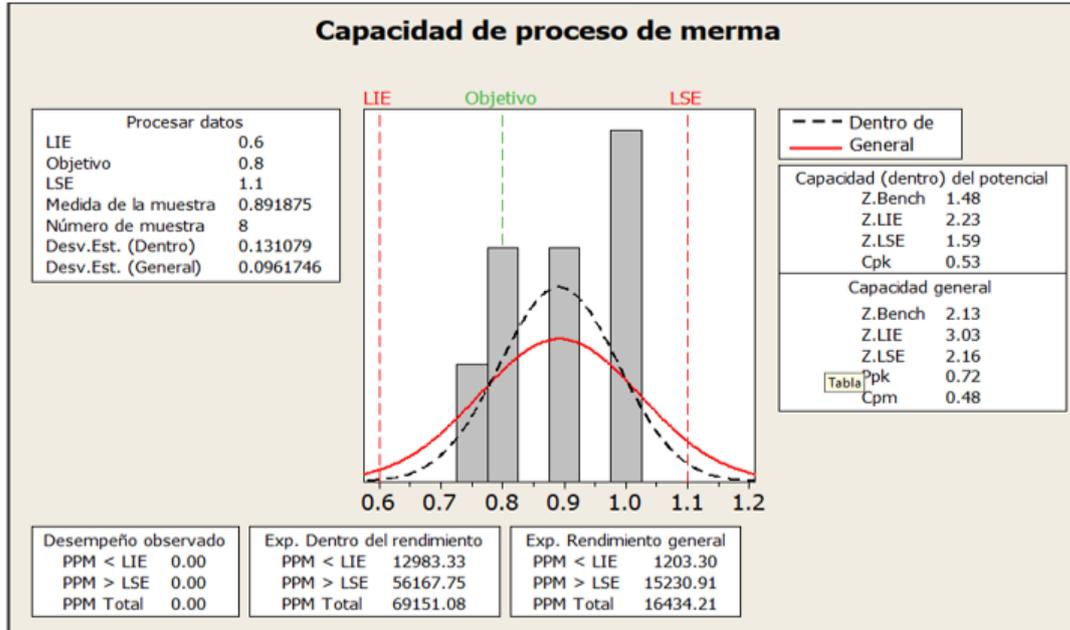


Figura 15

Cp y Cpk en pulido de quinua Pasankalla con nuevos parámetros

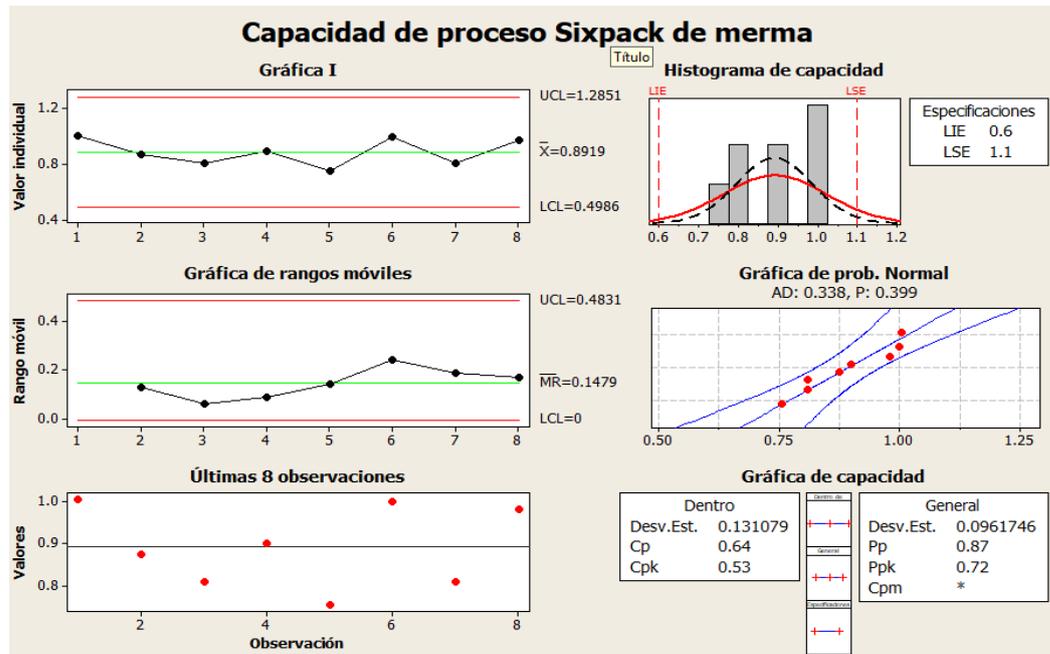


Figura 16

Nivel Sigma en pulido quinua Negra Collana

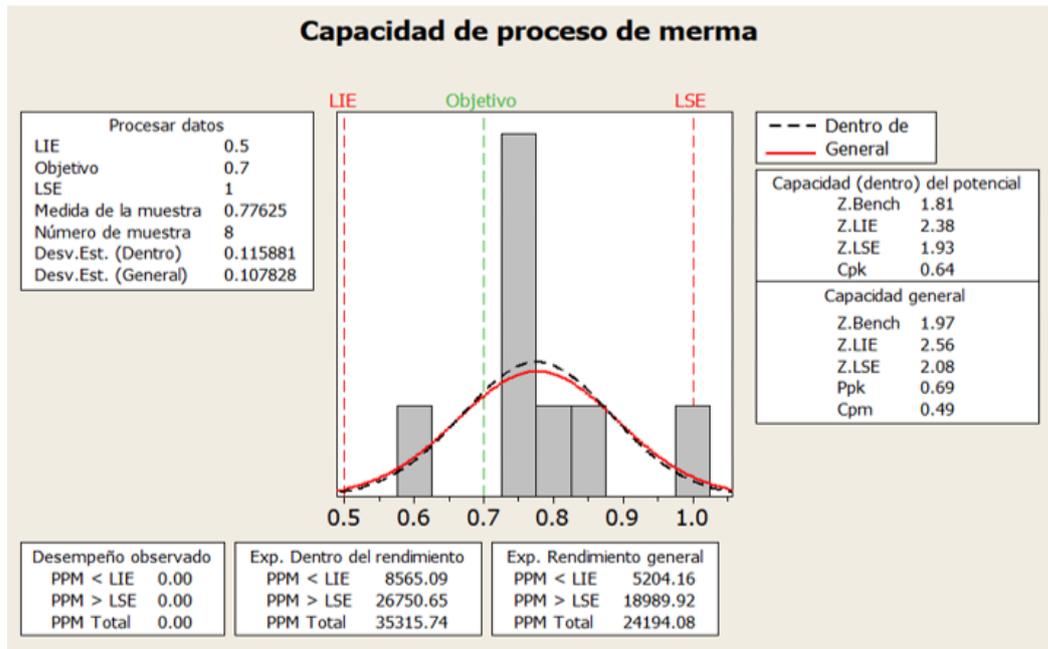
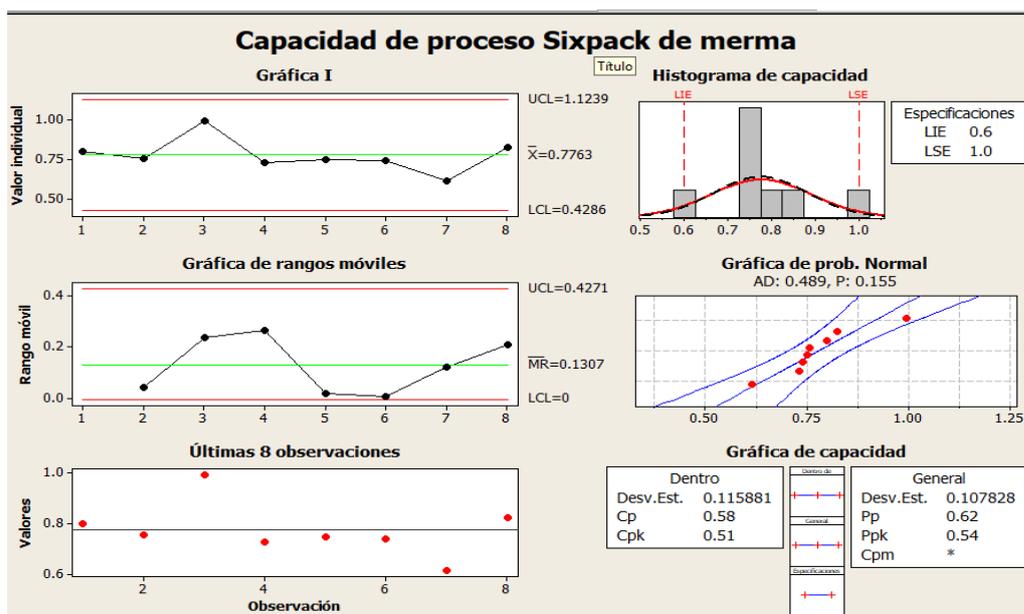


Figura 17

Cp y Cpk en pulido quinua Negra Collana



ANEXO 6: Documentos internos de Alissof E.I.R.L.

 Mundo Alimentario Alissof E.I.R.L. PLAN DEL PROYECTO SEIS SIGMA	
(20 de julio del 2021- 20 de diciembre del 2022) Fase definir: última semana de julio del 2021. Fase medir: hasta la tercera semana de diciembre del 2021 Fase analizar: hasta tercera semana de enero del 2022 Fase mejorar: hasta última semana de mayo del 2022 Fase control: hasta la tercera semana de diciembre del 2022.	Identificación del problema Existe variación en los porcentajes de merma y estas a su vez son altas en los procesos de escarificado y pulido de quinua roja y negra que son críticas para el cliente y para la empresa. La hoja de calidad a menudo presenta no conformidad en relación a la apariencia con recomendación de una segunda pasada lo que incrementa los costos de procesos y retrasa tiempos de proceso
Integrantes del Equipo SS Líder de implementación: Margarita Ramos	Funciones y responsabilidades Conoce las herramientas Seis Sigma para Planear, ejecutar e implementar proyectos; Entrena a los integrantes del equipo, Selecciona las herramientas estadísticas correctas para medir las mejoras, implementar las técnicas y prácticas que permitan la reducción de costos y la mejora en la calidad dentro de sus organizaciones; Comunica las estrategias, métodos y resultados del proyecto a todos los niveles de la organización.
Miembro del equipo: Evelio Cari Jefe de Planta.	Tiene conocimientos de Seis Sigma, participa como miembro del equipo del proyecto SS. Verifica el cumplimiento de las especificaciones técnicas y es el responsable del monitoreo de los resultados de calidad, implementa herramientas para aumentar la productividad y revisa las mejoras de los procesos.
Miembro del equipo: Patricia Pablo Analista de calidad	Tiene conocimientos preliminares de Seis Sigma, participa como miembro del equipo del proyecto SS. Es responsable registrar datos de calidad.
Miembro del equipo: David Flores Jefe de operarios	Tiene conocimientos básicos del Seis Sigma, conoce las necesidades del cliente, registra los datos de producción, participa como miembro del equipo del proyecto SS.
Importancia de los procesos	Medición
Los procesos de escarificado y pulido a menudo presentan una no conformidad en cuanto a la apariencia del producto.	Ensayo de calidad (calidad del grano, saponina y contenido de humedad), Porcentaje de merma y nivel sigma.
Impacto: después del proyecto el equipo espera reducir la merma de los procesos	



Mundo Alimentario Alisof E.I.R.L.



ENSAYO DE CALIDAD

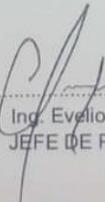
Producto: Quinoa Pasankalla

Lote: QP4S-2021

Fecha: 04/12/2021

Cantidad de Muestra: 1 kg

Tamaño de los Granos	Diámetro Promedio de los Granos (mm)	Porcentaje	Observación
Grande	Mayor a 1,70	56%	Conforme
Mediano	Entre 1,40 a 1,70	44%	
Chico	Mayor a 1,20	0%	
Tamaño de Grano: El 56 % de la muestra es grano grande			
Parámetro	Tolerancia NTP 205.062:2021		Calidad del grano
	Grado 1	Grado 2	
Granos enteros	minimo 97 %	minimo 94 %	96.10%
Granos quebrados	maximo 1 %	máximo 2 %	0.41%
Granos manchados	maximo 0.5 %	maximo 0.5 %	0.27%
Granos germinados	maximo 0.25 %	maximo 0.5 %	0%
Granos recubiertos	0%	0%	1.6 %
Granos inmaduros	maximo 0.5 %	maximo 0.7 %	0.13%
Granos contraste	maximo 0.5 %	maximo 2.0 %	0.12%
Impurezas totales	maximo 0.25 %	maximo 0.3 %	0.37%
Observación: requiere una pasada más por presentar granos recubiertos.			
Características Organolépticas			Observación
Color	Característico		Conforme
Olor	Característico		Conforme
Sabor	Característico		Conforme
Aspecto	Homogéneo		Conforme
Características Físicoquímicas			Observación
Humedad	Porcentaje		11.37% Conforme
Saponina	Porcentaje		0.02% Conforme


Ing. Evelio Cari R.
JEFE DE PLANTA



Mundo Alimentario Alissaf E.I.R.L.



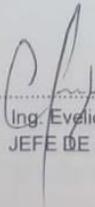
INFORME DE PROCESOS

PRODUCTO: QUINUA ROJA

En la fecha 06 de diciembre del 2021 con guía 0005603 se recibió 255 sacos (11,270.00 Kg.) de quinua roja materia prima. Como resultado del proceso de escarificado, pulido y selección se obtiene 99130 Kg. de quinua perlada.

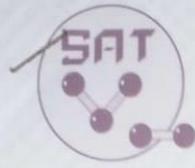
Proceso	Peso (Kg.)	Rendimiento (%)	Estado	Referencia N° de Guía
Quinua perlada	9913.09	87.96	entregado	002-000229
Polvo del escarificado	1003.03	8.9	Por recoger	
Polvo del pulido	180.32	1.6	Por recoger	
Impurezas	169.05	1.5	Por recoger	
Perdida de humedad	4.50	0.04	No aplica	
Total	11270	100		

Lima, 13 de diciembre del 2021


Ing. Evelio Cari R.
JEFE DE PLANTA



H.C.L. PESA		BALANZA ELECTRONICA	
AV. COLECTORA IND. MZ A LT. SANTA ANITA			
TICKET N°	0014116		
TIPO SERVICIO	CAMION		
PRECIO (S/.)	10.00 CONTADO		
N° PLACA	D4N-787		
PRODUCTO	QUINUA		
G/R N°	<S/G>		
EMPRESA	S/E		
CONDUCTOR	S/P		
DATOS DE ENTRADA		DATOS DE SALIDA	
06/10/2021 13:38:13	<Fecha-Hora>	06/10/2024 05:40:53	<Fecha-Hora>
<Observacion>		<Observacion>	
CARLOS	< Operador >	CARLOS	
PESO ENTRADA		17,480	kg
PESO SALIDA		6,210	kg
PESO NETO		11,270	kg



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

CERTIFICADO DE CALIDAD No. 0053-2023

- 1.- **DATOS DEL SOLICITANTE**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
 DIRECCIÓN : Mza. C1, Lote 20, Cooperativa de Vivienda - Santa Aurelia - Santa Anita - Lima
 SISTEMA DE CERTIFICACIÓN : Tipo o Prototipo
- 2.- **DATOS DEL PRODUCTO**
 PRODUCTO : QUINUA P
 MARCA : SIN MARCA
 ENVASE : Bolsa de polietileno transparente litografiada x 500g Aprox.
- 3.- **DATOS DE LA MUESTRA**
 TAMAÑO DE LA MUESTRA : 02 Bolsas x 500g. c/u.
 ANÁLISIS SAT : 02 Bolsas x 500g. c/u.
 DIRIMENCIA SAT : Sin muestra dirimente
 IDENTIFICACIÓN : S/I
 N° de Lote: 003-1522-MAA
 FECHA DE PRODUCCIÓN : Diciembre del 2022
 DECLARADO POR EL CLIENTE
 FECHA DE VENCIMIENTO : Diciembre del 2023
 DECLARADO POR EL CLIENTE
 NOMBRE DEL PRODUCTOR : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : Av. Almirante Guisse N° 2580 - 2586 - Lince. 18/01/2023
- 4.- **DOCUMENTO REFERENCIA PARA LA CERTIFICACIÓN**
 NTP 205 062 (2021) Quinua. Requisitos
- 5.- **METODOS DE ENSAYO**
 Saponina : Ciencia y Tecnología de los Alimentos Herman Schmidt Pág. 132 - (1981)
 Num Coliformes : ICMSF (1983) Vol 1. 2° Ed. Pág. 132, 134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia) Bacterias coliformes. Recuento de coliformes técnica del número mas probable (NMP) Método 1. (Norteamericano)
- 6.- **RESULTADOS** : Según Informe de Ensayo N° DT. 00269-01-2023
- 6.1 **ANÁLISIS QUÍMICOS:**

ANÁLISIS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Saponina	Ausencia	Ausencia



- Pág. 1 de 2 -



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ · TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

CERTIFICADO DE CALIDAD No. 0056-2023

- 1.- **DATOS DEL SOLICITANTE**
NOMBRE DEL SOLICITANTE : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
DIRECCIÓN : Mza. C1, Lote 20, Cooperativa de Vivienda - Santa Aurelia - Santa Anita - Lima
SISTEMA DE CERTIFICACIÓN : Tipo o Prototipo
- 2.- **DATOS DEL PRODUCTO**
PRODUCTO : QUINUA N
MARCA : SIN MARCA
ENVASE : Bolsa de polietileno transparente litografiada x 500g Aprox.
- 3.- **DATOS DE LA MUESTRA**
TAMAÑO DE LA MUESTRA : 02 Bolsas x 500g c/u.
ANÁLISIS SAT : 02 Bolsas x 500g c/u.
DIRIMENCIA SAT : Sin muestra dirimente
IDENTIFICACIÓN : S/I
N° de Lote: 008-1522-MAA
FECHA DE PRODUCCIÓN : Diciembre del 2022
DECLARADO POR EL CLIENTE
FECHA DE VENCIMIENTO : Diciembre del 2023
DECLARADO POR EL CLIENTE
NOMBRE DEL PRODUCTOR : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Av. Almirante Guisse N° 2580 - 2586 - Lince, 18/01/2023
- 4.- **DOCUMENTO REFERENCIA PARA LA CERTIFICACIÓN**
NTP 205 062 (2021) Quinoa. Requisitos
- 5.- **MÉTODOS DE ENSAYO**
Saponina : Ciencia y Tecnología de los Alimentos Herman Schmidt Pág 132 - (1981)
Num. Coliformes : ICMSF (1983) Vol 1 2° Ed. Pág. 132, 134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia) Bacterias coliformes. Recuento de coliformes técnica del número más probable (NMP) Método 1. (Norteamericano)
- 6.- **RESULTADOS** : Según Informe de Ensayo N° DT. 00269-03-2023
- 6.1 **ANÁLISIS QUÍMICOS:**

ANÁLISIS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Saponina	Ausencia	Ausencia



- Pág. 1 de 2 -





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
 JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
 E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE RESULTADOS No. 0073-2023

1.- DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE DEL SOLICITANTE : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
 DIRECCIÓN : Mza. C1, Lote 20, Cooperativa de Vivienda - Santa Aurelia - Santa Anita - Lima
 SISTEMA DE CERTIFICACIÓN : Tipo o Prototipo

2.- DATOS DEL PRODUCTO

PRODUCTO : QUINUA P
 MARCA : SIN MARCA
 ENVASE : Bolsa de polietileno transparente litografiada x 500g Aprox.

3.- DATOS DE LA MUESTRA

TAMAÑO DE LA MUESTRA : 02 Bolsas x 500g. c/u.
 ANÁLISIS SAT : 02 Bolsas x 500g. c/u.
 DIRIMENCIA SAT : Sin muestra dirimente
 IDENTIFICACIÓN : S/I
 N° de Lote: 008-1522-MAA
 FECHA DE PRODUCCIÓN : Diciembre del 2022
 DECLARADO POR EL CLIENTE
 FECHA DE VENCIMIENTO : Diciembre del 2023
 DECLARADO POR EL CLIENTE
 NOMBRE DEL PRODUCTOR : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L.
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : Av. Almirante Guisse N° 2580 - 2586 - Lince, 18/01/2023

4.- METODOS DE ENSAYO

Humedad : NTP 205 069 (2015)
 Num. de Hongos (Mohos y Levaduras) : ICMSF (1983) Vol. 1, 2° Ed, Pág. 166-167(Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 en Castellano. (Ed. Acribia). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.

5.- RESULTADOS : Según Informe de Ensayo N° DT. 00269-02-2023

5.1 ANALISIS QUIMICOS:

ANALISIS	RESULTADOS
Humedad g/100g	10,14



- Pág. 1 de 2 -





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
 JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
 E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE RESULTADOS No. 0071-2023

<p>1.- DATOS DEL SOLICITANTE NOMBRE DEL SOLICITANTE DIRECCIÓN</p> <p>SISTEMA DE CERTIFICACIÓN</p>	<p>: MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L. : Mza. C1, Lote 20, Cooperativa de Vivienda - Santa Aurelia - Santa Anita - Lima : Tipo o Prototipo</p>				
<p>2.- DATOS DEL PRODUCTO PRODUCTO MARCA ENVASE</p>	<p>: QUINUA N : SIN MARCA : Bolsa de polietileno transparente litografiada x 500g. Aprox</p>				
<p>3.- DATOS DE LA MUESTRA TAMAÑO DE LA MUESTRA ANÁLISIS SAT DIRIMENCIA SAT IDENTIFICACIÓN</p> <p>FECHA DE PRODUCCIÓN DECLARADO POR EL CLIENTE FECHA DE VENCIMIENTO DECLARADO POR EL CLIENTE NOMBRE DEL PRODUCTOR LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</p>	<p>: 02 Bolsas x 500g. c/u. : 02 Bolsas x 500g. c/u. : Sin muestra dirimente : S/I : N° de Lote: 003-1522-MAA : Diciembre del 2022 : Diciembre del 2023 : MUNDO ALIMENTARIO ALISSOF E.I.R.L. : Av. Almirante Guisse N° 2580 - 2586 - Lince, : 18/01/2023</p>				
<p>4.- MÉTODOS DE ENSAYO Humedad Num. de Hongos (Mohos y Levaduras)</p>	<p>: NTP 205 069 (2015) : ICMSF (1983) Vol. 1, 2° Ed. Pág. 166-167 (Traducción Versión Original 1978) : Reimpresión 2000 en Castellano. (Ed. Acribia). : Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.</p>				
<p>5.- RESULTADOS</p>	<p>: Según Informe de Ensayo N° DT. 00269-06-2023</p>				
<p>5.1 ANÁLISIS QUÍMICOS:</p>					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">ANÁLISIS</th> <th style="width: 50%;">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad</td> <td style="text-align: center;">g/100g 12,10</td> </tr> </tbody> </table>		ANÁLISIS	RESULTADOS	Humedad	g/100g 12,10
ANÁLISIS	RESULTADOS				
Humedad	g/100g 12,10				



- Pág. 1 de 2 -

ANEXO 7: Panel fotográfico

Figura 18

Peso de Quinua Procesada



Figura 19

Escarificador de Quinua



Figura 20

Absorción de Polvo de Quinua



Figura 21

Pulidora de Quinua



Figura 22

Quinoa procesada



Figura 23

Quinoa recubierta



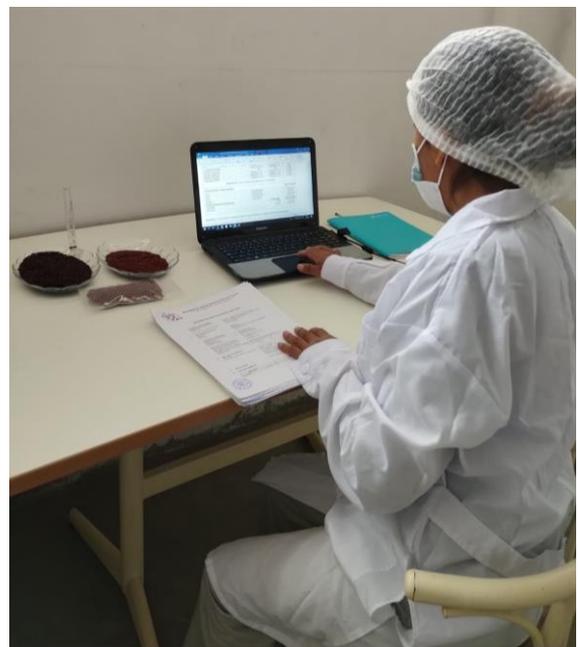
Figura 24

Balanza de humedad



Figura 25

Procesamiento de datos





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Margarita Alicia Ramos Mamani,
identificado con DNI 40999938 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agroindustrial

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Aplicación de la metodología Seis Sigma en los
Procesos de esarificado y pulido en dos variedades de
quinua (Chenopodium quinoa willd), Para reducir la merma"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Margarita Alicia Ramos Mamani,
identificado con DNI 40999938 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agroindustrial

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Aplicación de la metodología Seis Sigma en los procesos de
escarificado y Pulido en dos Variedades de quinua
(Chenopodium quinoa Willd); Para reducir la merma.”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella