

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“SITUACIÓN ACTUAL DE LA INOCUIDAD Y DESARROLLO DE UN
PLAN HACCP PARA QUINUA (*Chenopodium quinoa*, Willd.)”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

RICARDO ADOLFO OSORIO DÍAZ

Lima – Perú

2021

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“SITUACIÓN ACTUAL DE LA INOCUIDAD Y DESARROLLO DE
UN PLAN HACCP PARA QUINUA (*Chenopodium quinoa*, Willd.)”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por:

RICARDO ADOLFO OSORIO DÍAZ

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Ph. D. Mirna Zuzunaga Bedón
PRESIDENTE

Dra. Luz Gómez Pando
ASESORA

Dra. Elizabeth Heros Aguilar
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Karin Coronado
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, ejemplos de dedicación y esfuerzo.

Gracias desde el fondo de mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mi asesora, la Dra. Luz Gomez, por el estímulo a lo largo de todo el proyecto. Su motivación fue esencial para la conclusión de la monografía. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Estado actual de la quinua	4
3.2. Tendencias globales en el consumo de granos andinos	8
3.3. Cultivo de quinua.....	9
3.4. Factores del cultivo que afectan la calidad de la cosecha	10
3.5. Estándares de calidad de quinua cosechada	11
3.6. Características de las empresas procesadoras de quinua	12
3.7. Procesamiento de la quinua	13
3.7.1. Proceso de Desaponificado	13
3.7.2. Secado.....	15
3.7.3. Embalaje	15
3.7.4. Almacenamiento.....	16
3.8. Historia del sistema HACCP.....	16
3.9. El sistema HACCP y sus prerrequisitos	18
3.9.1. Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP).....	18
3.10. Los 7 principios HACCP según FAO (2002).	21
3.11. Los 12 pasos para la aplicación los principios del sistema HACCP.....	22
3.12. Programas prerrequisitos: BPA, BPM y POES	27
3.12.1. Buenas prácticas agrícolas (BPA).....	27
3.12.2. Buenas prácticas de manufactura (BPM).....	28
3.12.3. Programa operativo estandarizado de saneamiento (POES).	28
3.13. La inocuidad alimentaria y la importancia actual	29
3.14. Experiencias en sistemas HACCP aplicados a la producción primaria de quinua	29

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	31
4.1. Estructura de una empresa de producción y procesamiento de quinua perlada.	31
4.2. Propuesta de implementación del sistema HACCP para la producción de quinua perlada	32
4.2.1. Plan HACCP para una planta de proceso de quinua perlada.....	32
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	61
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Serie histórica de la superficie cosechada (ha), producción (t) y el rendimiento (kg/ha) de quinua en el Perú. 2008- 2019.	5
Tabla 2: Valor total de las exportaciones de quinua en kg y monto en dólares.	6
Tabla 3: Principales países de destino de exportación de quinua peruana.	6
Tabla 4: Ranking por monto total exportado en dólares FOB.....	7
Tabla 5: Valores máximos y mínimos de la composición del grano de quinua según varios autores (g/100 g).	8
Tabla 6: Características de grano:	11
Tabla 7: Características químicas	11
Tabla 8: Características microbiológicas.....	12
Tabla 9: Funciones de los miembros del equipo HACCP	33
Tabla 10: Descripción de la quinua perlada.	34
Tabla 11: Análisis de peligros – Etapa: recepción de materia prima: Quinua.	37
Tabla 12: Análisis de peligros – Etapa: materiales de envase.	39
Tabla 13: Análisis de peligros – Etapa: almacenamiento de materia prima.....	40
Tabla 14: Análisis de peligros – Etapa: pre limpieza.	41
Tabla 15: Análisis de peligros – Etapa: despedrado.....	42
Tabla 16: Análisis de peligros – Etapa: escarificado.....	43
Tabla 17: Análisis de peligros – Etapa: lavado en agua.	44
Tabla 18: Análisis de peligros – Etapa: centrifugado.....	45
Tabla 19: Análisis de peligros – Etapa: secado.	46
Tabla 20: Análisis de peligros – Etapa: lavado en vapor.	47
Tabla 21: Análisis de peligros – Etapa: clasificación.....	48
Tabla 22: Análisis de peligros – Etapa: selección óptica.	49
Tabla 23: Análisis de peligros – Etapa: selección gravimétrica.....	50

Tabla 24: Análisis de peligros – Etapa: pesado y envasado.....	51
Tabla 25: Análisis de peligros – Etapa: almacenamiento.....	52
Tabla 26: Determinación de los PCC (puntos críticos de control).....	54
Tabla 27: Establecimiento de límites críticos, monitoreo y acciones correctivas, etapa de recepción de materia prima: quinua	57
Tabla 28: Establecimiento de límites críticos, monitoreo y acciones correctivas, etapa de lavado en vapor	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Superficie cosechada departamental (ha) del cultivo de quinua en el Perú en el año 2017	5
Figura 2: Propuesta de organigrama de una empresa de producción y procesamiento de quinua	31
Figura 3: Ejemplo de estructura de un equipo HACCP	32
Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de producción de quinua perlada	35
Figura 5: Árbol de decisiones para etapas	53

PRESENTACIÓN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional es desarrollado en base a la experiencia personal como auditor y coordinador de proyectos, principalmente para desarrollo de Sistemas HACCP para producción primaria, así como auditor calificado para el estándar HACCP (o Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control por sus siglas en inglés) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). El rubro de inocuidad alimentaria incluye, principalmente, la manipulación de alimentos, con mayor énfasis en materias primas, productos frescos y productos semielaborados de hortalizas y frutas frescas o deshidratadas, semillas de leguminosas y cereales y procesamiento de granos y granos enteros, extruidos o harinas y de semillas de granos.

Las actividades realizadas en este rubro me permitieron conocer muchas de las principales falencias del sector en materia de inocuidad alimentaria. Hoy en día no solo es importante la eficiencia para lograr una mayor producción si no también la calidad del producto y su inocuidad, y, que frecuentemente se convierte en el cuello de botella para la comercialización de los productos producidos en el campo para abrirse paso a nuevos mercados de exportación mucho más exigentes y probablemente con mejores precios.

El sistema HACCP es la base fundamental para alcanzar los nuevos y más complejos estándares como BRC, ISO 22000 y el cumplimiento de las leyes como FSMA (Food Safety Modernization Act) que cada día toman mayor importancia y algunos son requisitos contractuales para poder comercializar los productos alimentarios en otros países.

Con el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se busca, dar a conocer la situación actual de la inocuidad alimentaria de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y proporcionar un modelo base de un sistema HACCP como una guía para el desarrollo de protocolos similares que involucren la manipulación o transformación de productos agrícolas de características similares.

I. INTRODUCCIÓN

Entre las especies de importancia revaloradas en estas últimas décadas destacan los granos andinos como la quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y el tarwi (*Lupinus mutabilis*), considerados superalimentos. La importancia de los granos andinos no solo radica en la cantidad exportada y en su valor alimenticio, sino también en los impactos socioeconómicos positivos principalmente en la región andina donde su cultivo se realiza en un sistema de agricultura familiar por agricultores de pequeña escala quienes han logrado exportar sus productos hacia países desarrollados como Estados Unidos, Canadá y países europeos. La quinua se encuentra dentro de los 10 principales productos de exportación en el año 2020.

Los granos andinos, como la quinua, cañihua, kiwicha y tarwi para llegar a los usuarios finales deben ser transformados en productos de alta calidad siguiendo los protocolos establecidos para la producción de alimentos con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria. El procesamiento adecuado de la materia prima permite que los productos obtenidos lleguen a los mercados internacionales más exigentes.

La producción en aumento requiere de plantas de proceso o centrales de manipulación y transformación que cumplan con los requisitos mínimos establecidos por la legislación nacional y la internacional o de los países de destino, de tal forma que aseguren inocuidad y calidad de los alimentos. En la actualidad, a nivel nacional, existen exigencias legales que deben cumplir los establecimientos que procesan alimentos. Entre ellos destaca las Buenas Prácticas de Manufactura y la implementación del sistema HACCP exigidos por SENASA. Por otro lado, la exportación de productos requiere el cumplimiento de las exigencias de la legislación de los países de destino que como mínimo solicitan que los establecimientos procesadores cuenten con un registro de establecimiento de manipulación de alimentos para consumo humano, por ejemplo, el emitido por la FDA (Food and Drugs Administration) para el caso de Estados Unidos, y, que presenten un certificado HACCP emitido por un organismo certificador.

“La suficiencia de la aplicación de las buenas prácticas de higiene para abordar la inocuidad de los alimentos se podría determinar realizando un análisis de peligros y estableciendo cómo controlar los peligros identificados. Sin embargo, no todas las empresas productoras cuentan con la experticia necesaria para hacer esto”. “Si la empresa no tiene la capacidad para realizar un análisis de peligros, podrá basarse en información sobre prácticas adecuadas de inocuidad de los alimentos procedente de fuentes externas, como la proporcionada por las autoridades competentes, el ámbito académico u otros organismos competentes (por ejemplo, asociaciones comerciales o sociedades profesionales) que se haya basado en la identificación de los peligros y controles pertinentes” (FAO/OMS, 2021).

En el presente documento se proporcionará información relacionada a la quinua, un grano nativo de importancia actual por el volumen de su producción y las exportaciones en los últimos años y su rol en la agricultura nacional y la seguridad alimentaria.

II. OBJETIVOS

Los objetivos de la presente monografía son:

- Dar a conocer la situación actual de la inocuidad alimentaria vinculada a la industria de la quinua.
- Presentar una propuesta de un Plan HACCP para una empresa que procesa quinua perlada.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Estado actual de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) un grano nativo de la región andina revalorado por su valor nutritivo por la calidad de sus proteínas con un balance adecuado de aminoácidos, su contenido y calidad de ácidos grasos, su contenido de carbohidratos, minerales y vitaminas (Stevens *et al.* 2006, González *et al.*, 2012; Mattila *et al.* 2018; Repo-Carrasco-Valencia *et al.*, 2019) y adicionalmente a su valor agronómico caracterizado por su tolerancia a las sequías y sales y su capacidad de prosperar en ambientes marginales de la región andina y otras zonas del mundo (Mujica *et al.*, 2001; Bois *et al.*, 2006; Jacobsen *et al.*, 2009; Pulvento *et al.*, 2012; Zaman *et al.*, 2018; Rao *et al.*, 2019).

La serie histórica de la superficie cosechada, la producción y el rendimiento de quinua en el Perú se presenta en la Tabla 1. Desde el año 2008 al 2015 se incrementó la superficie cosechada, la producción total y el rendimiento de la quinua, alcanzando en el año 2015, 69,303 hectáreas, 105,666.0 toneladas, y 1,524.7 kg/ha, respectivamente. A partir del 2016 se apreció un descenso en la superficie, la producción y el rendimiento a nivel nacional para luego incrementarse a partir de año 2018.

De acuerdo con estadísticas del año 2017, aproximadamente el 57.1 % de la superficie cosechada se encuentra localizada en Puno, seguida de Ayacucho con el 19.5%, Apurímac con el 6.2% y con los departamentos de Cuzco, Junín, Ancash, Arequipa, Cajamarca, Huancavelica, Huánuco, La Libertad, Lambayeque, Moquegua y Tacna con superficies no significativas (Figura N°1).

Tabla 1: Serie histórica de la superficie cosechada (ha), producción (t) y el rendimiento (kg/ha) de quinua en el Perú. 2008- 2019.

Año	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Producción (t)
2008	31,163.0	958.4	29,867.0
2009	34,026.0	1,157.8	39,397.0
2010	35,313.0	1,163.3	41,079.0
2011	35,475.0	1,160.9	41,182.0
2012	38,495.0	1,148.5	44,213.0
2013	44,868.0	1,161.8	52,129.0
2014	68,140.0	1,683.7	114,725.0
2015	69,303.0	1,524.7	105,666.0
2016	64,223.0	1,234.3	79,269.0
2017	61,721.0	1,274.4	78,657.0
2018	65,787.0	1,318.5	86,738.0
2019	65,280.0	1,375.2	89,775.0

FUENTE: series históricas FAO-STAT 2021.

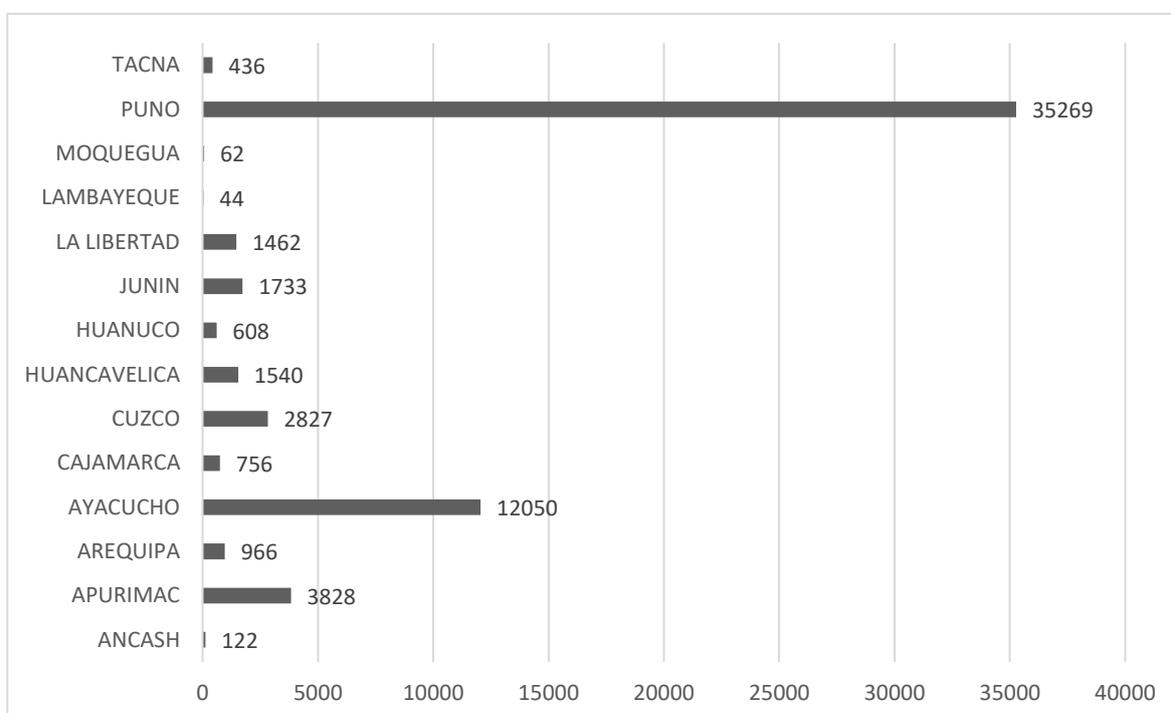


Figura 1: Superficie cosechada departamental (ha) del cultivo de quinua en el Perú en el año 2017

FUENTE: series históricas MINAGRI 2020.

En la Tabla 2 se presenta información relacionada a las exportaciones de quinua desde el 2016 hasta el 2020. La exportación de quinua peruana en el 2020 se valorizó en 125 millones de dólares (precio FOB), por 51,551,092.00 kg, valor 7.4% menor que la reportada para el 2019 (135 millones), de acuerdo con la información de ADEX DATA TRADE (2021).

Tabla 2: Valor total de las exportaciones de quinua en kg y monto en dólares.
FUENTE: ADEX DATA TRADE (2021).

Año	Peso Neto (kg.)	US\$ FOB
2016	44,101,665.96	102,473,182.70
2017	51,329,324.12	120,399,201.22
2018	50,463,630.70	122,370,862.18
2019	49,417,848.74	135,810,475.40
2020	51,551,092.10	125,824,807.07

En la Tabla 3 se muestran los 10 principales destinos de exportación; para el año 2020 el 35.5% de la quinua fue exportada a Estados Unidos, el 9.52% a Canadá, el 7.47% a Países Bajos, el 5.49% a Italia, el 3.8% a Francia, el 3.7% a España y 34.51% a varios países.

Tabla 3: Principales países de destino de exportación de quinua peruana.

País de destino	Exportaciones totales (%)
ESTADOS UNIDOS	35.50%
CANADA	9.52%
PAISES BAJOS	7.47%
ITALIA	5.49%
FRANCIA	3.80%
ESPAÑA	3.70%
CHILE	3.20%
REINO UNIDO	3.15%
ALEMANIA	2.26%
ISRAEL	2.21%
OTROS	23.69%

FUENTE: ADEX DATA TRADE (2021).

Dentro de las principales empresas exportadoras podemos mencionar a ALISUR S.A.C. que ocupa el primer lugar con un total exportado de 16.4 millones de (dólares precio FOB), le siguen, COLOREXA S.A.C con 9.2 millones, WIRACCOCHA DEL PERU S.A.C. con 8.9 millones, GLOBENATURAL INTERNACIONAL S.A. con 6.6 millones y OLAM ANDINA PERÚ S.A.C. con 6.2 millones. El ranking de las 20 empresas con mayor monto exportado en precio FOB se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Ranking por monto total exportado en dólares FOB.

POSICIÓN	EMPRESA	US\$ FOB
1	ALISUR S.A.C.	16,453,483.26
2	COLOREXA S.A.C.	9,207,605.96
3	WIRACCOCHA DEL PERU S.A.C.	8,940,055.69
4	GLOBENATURAL INTERNACIONAL S.A.	6,619,245.96
5	OLAM ANDINA PERU S.A.C.	6,244,148.61
6	APLEX TRADING S.A.C.	5,773,544.60
7	INTERLOOM S.A.C.	5,571,419.12
8	OLAM AGRO PERÚ S.A.C.	5,014,773.41
9	AGRO FERGI S.A.C.	4,779,791.67
10	DE GUSTE GROUP SAC	4,416,838.27
11	PRODUCTOS ORGANICOS DE LOS ANDES S.A.	4,109,916.31
12	ANDES ALIMENTOS & BEBIDAS S.A.C.	3,964,411.82
13	VILLA ANDINA S.A.C.	3,936,838.53
14	VINCULOS AGRICOLAS S.A.C.	3,807,873.61
15	XPODEKA S.A.C.	3,533,913.20
16	AVENDAÑO TRADING COMPANY SAC	3,510,505.76
17	INTERAMSA AGROINDUSTRIAL S.A.C.	2,619,196.11
18	AGROFINO FOODS S.A.C.	2,524,034.55
19	BROLEM COMPANY S.A.C.	2,464,107.36
20	AGRITRADE S.A.C.	2,423,170.29

FUENTE: ADEX DATA TRADE (2021).

3.2. Tendencias globales en el consumo de granos andinos

La quinua es el grano andino más importante tanto en consumo como en producción; en el año 2020 se han producido 100,095.99 toneladas de quinua y habiendo aumentado 11.9% en comparación con el año 2019 respectivamente (SISAGRI, MIDAGRI 2021), siendo así el grano andino de mayor producción a nivel nacional. De la misma forma la producción mundial de quinua se ha incrementado desde el año 2016, en donde sumó un total de 148,720 toneladas pasando a 161,415 en el 2019 según datos de FAOSTAT (2021).

Podemos afirmar que la demanda se encuentra en crecimiento en gran parte debido al cambio de los hábitos alimenticios de las personas que buscan alimentos nutritivos y producidos en forma orgánica, por productores de los centros de origen de los cultivos.

Si bien la quinua ha presentado un crecimiento sostenido durante los últimos años, en el año 2020, debido a la pandemia global por el virus Covid-19 se observó una reducción en las exportaciones totales sumando 125 millones de dólares a diferencia de los años 2018 y 2019 en donde las exportaciones sumaron una total de 135 y 125 millones de dólares respectivamente, con un efecto negativo para la economía de los sectores involucrados.

En la actualidad, la quinua destaca por tener una demanda creciente como ha sido mencionado y se espera que el 2021 logre recuperar lo avanzado en años anteriores, especialmente porque es un producto considerado por muchos como uno de los alimentos más completos (ver Tabla 5) y saludables, y, la situación generada a raíz de la pandemia global ha incentivado las buenas prácticas alimenticias y tendencias de alimentación funcional.

Tabla 5: Valores máximos y mínimos de la composición del grano de quinua según varios autores (g/100 g).

	Valor mínimo	Valor máximo
Proteínas	11.0	21.3
Grasas	5.3	8.4
Carbohidratos	53.5	74.3
Fibra	2.1	4.9
Ceniza	3.0	3.6
Humedad (%)	9.4	13.4

FUENTE: Junge, 1975. Citado en “Quinua, el grano de los Andes”

3.3. Cultivo de quinua

La quinua se siembra en el Perú en diferentes unidades productivas clasificadas dentro de los siguientes tipos de agricultura: agricultura con producción de subsistencia, agricultura familiar de pequeños negocios rurales, agricultura de producción comercial (pequeños y medianos productores) y agricultura intensiva y de agroexportación (producción agraria empresarial). En el IV CENAGRO (2012) se señala que el 2012 el 58% de la producción de quinua en el Perú fue producida por pequeños agricultores (IICA 2015).

Estas unidades emplean diferentes tecnologías de cultivo y manejo poscosecha que influye en el rendimiento y la calidad de la quinua. De acuerdo a los tipos de insumos empleados en la producción de quinua se clasifica en orgánica, mixta, convencional y tradicional (Pinedo et al., 2017)

Según IICA (2015) las características principales de la producción de quinua en los diferentes sistemas de cultivo son:

a. Sierra:

Casi la totalidad del cultivo se realiza bajo condiciones de secano o lluvia, en general todas las labores culturales son realizadas manualmente a excepción de la preparación de los campos y la cosecha, donde dependiendo de la economía del agricultor y la extensión del cultivo se puede emplear tracción animal o mecánica; esta última especialmente en la cosecha. En algunos lugares como Puno se mantienen practicas ancestrales como la siembra en Waru-Waru, aynokas y otras. En algunas zonas productoras los agricultores reciben el apoyo de instituciones públicas y privadas.

Se considera que los principales factores que afectan el cultivo son: una preparación inadecuada de suelo por carecer de maquinaria agrícola, por falta de información de las características de la nutrición de los suelos y la falta de mano de obra empleo general de semilla de mala calidad y desconocimiento de los beneficios del uso de semillas de calidad presencia de sequías en cualquier fase del cultivo, falta de agua para los riegos complementarios y ausencia de capacitación en el riego de la quinua problemas permanentes de plagas y enfermedades e inadecuado manejo de los mismos agricultura de riesgo continuos problemas climáticos (heladas y granizadas)

Otros de naturaleza económica - social (costos altos, falta de créditos, transporte, certificación orgánica, mercados y otros)

b. Yunga-Costa:

Especialmente en el Departamento de Arequipa, el cultivo es mecanizado y bajo riego y bajo un sistema convencional que emplea insumos agrícolas como fertilizantes y pesticidas inorgánicos. La mayor parte de las labores son mecanizadas especialmente la trilla.

Se considera que los principales factores que afectan el cultivo son: falta de conocimientos en las labores de preparación de suelos y tipos de siembra del cultivo de quinua. Tendencia al monocultivo de quinua disponibilidad insuficiente de semillas de calidad y manejo inadecuado de: densidad del cultivo, fertilizantes inorgánicos y orgánicos, manejo de plagas y enfermedades, uso de insumos químicos no permitidos en el cultivo, del agua de riego y empleo de agua de mala calidad, falta de maquinaria para la cosecha y escasa mano de obra para esta actividad, otros de naturaleza económica-social (precios inadecuados, deficiencia de asociación de productores, limitada capacidad de negociación y otros).

3.4. Factores del cultivo que afectan la calidad de la cosecha

a. Plagas de los granos

Entre ellas tenemos la presencia de enfermedades y plagas no controladas durante el ciclo como la presencia de insectos que se alimentan de los granos, donde destacan el complejo de Eurysacca (*E. melanocampta* y *E. quinoae*), *Nysius simulans* (chinche diminuta o chinche de las semillas), *Liorhyssus hyalinus* y *Dagbertus* sp. Estos insectos se alimentan de los granos que están en proceso de formación o formados y como consecuencia provocan la reducción de su peso y número afectando el rendimiento y calidad (Dughetti 2015; Cruces *et al.* 2016).

b. Aves

Se reportan daños significativos ocasionados por aves en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Son muchas las especies reportadas destacando la paloma rabíblanca (*Zenaida aurieulata*) sus daños son de tres tipos: consume los granos, rompe las panojas y contamina los granos, especialmente en campos donde se demora la cosecha. Según Robles (2003) en campos de Junín se calculan pérdidas hasta del 60 % de la cosecha, los daños iniciales son en campos con quinua dulce y precoces, para luego pasar a las quinuas amargas y tardías.

c. Cosecha de quinua

Existen tres tipos de cosecha informados en el cultivo de quinua: la cosecha manual, la mixta y la mecánica. En todos estos tipos de cosecha se puede deteriorar la calidad de los granos por daños mecánicos y contaminación con microorganismos u otros productos; especialmente si la cosecha se hace con granos con porcentajes de humedad muy altos o cuando la cosecha se retarda en campo propiciando contaminaciones diversas como la producida por pájaros e insectos que se alimentan directamente de los granos. Las semillas de quinua trilladas se exponen inmediatamente al sol, Se informa que la más mínima humedad puede decolorar el grano en menos de 8 horas, reduciendo su valor comercial (Aguilar y Jacobsen, 2003, FAO 2011, Gómez y Aguilar 2016).

3.5. Estándares de calidad de quinua cosechada

El SENASA señala los siguientes estándares para los lotes cosechados de quinua.

Tabla 6: Características de grano:

CARACTERÍSTICAS	PARÁMETRO
Humedad	10% - 11.50%
Pureza varietal	100% debe corresponder a la variedad negociada
Pureza física	Sin restos de cosecha, materias extrañas y/o semillas de malezas
Granulometría	Mayores a 1.4 mm de diámetro.
Granos amorfos	Menor a 1% (granos partidos)
Granos Cristalinos (ojo de gallo)	No hay tolerancia (0.00 %)
Granos infestados - infectados	0% (libre de plagas - enfermedades)
Color del grano	Característico de la variedad (Blanco – Amarillo – Rojo - Negro)
Olor	Característico

Tabla 7: Características químicas

CARACTERÍSTICA	PARÁMETRO
Producto (materia prima) – ORGÁNICO	Resultados de análisis de multiresiduales de pesticidas NEGATIVO.
Producto (materia prima) – CONVENCIONAL	Resultados de análisis de multiresiduales de pesticidas NEGATIVO y/o dentro de los rangos permitidos por los LMR de los productos autorizados y de acuerdo a país de destino.

Tabla 8: Características microbiológicas

CARACTERÍSTICA	PARÁMETRO
Bacterias mesofilicas	10,000 ufc/g (como máximo)
Coliformes	1,000 ufc/g (como máximo)
Escherichia coli	< a 0,3 NMP/g (como máximo)
Salmonella	Negativo en 25 g.
Levadura	1,000 ufc/g (como máximo)
Mohos	1,000 ufc/g (como máximo)

3.6. Características de las empresas procesadoras de quinua

El cultivo de la quinua la realizan grupos de productores asociados que comparten sistemas de producción similares y que apuntan a un mismo mercado. Hoy en día en el Perú existen legislaciones que ayudan a la formalización de las asociaciones como por ejemplo el Decreto Legislativo N°1362, que regula la promoción de la inversión privada de Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos. Tienen las ventajas de la formalización que dan acceso a financiamiento y apoyo de programas del estado como AGROIDEAS o INNOVATE PERU que pueden otorgar fondos no reembolsables para que las empresas mejoren sus capacidades técnicas y operativas.

Las plantas de proceso van desde las menos tecnológicas (utilizan métodos tradicionales de limpieza y selección) a aquellas plantas de proceso que utilizan técnicas avanzadas (selección óptica de color de granos e impurezas).

Algunas empresas procesadoras de quinua tienen un área dedicada al cultivo de quinua y otra al procesamiento. Por lo que el procesamiento de la quinua se inicia con la siembra del cultivo, su mantenimiento en campo empleando prácticas de cultivo variables según la asociación, la región y la disponibilidad del capital, seguida por la cosecha y el manejo postcosecha de la quinua en plantas procesadoras.

Un aspecto importante que a considerar es que la calidad de la quinua cosechada no se podrá mejorar por lo que es necesario la evaluación de la calidad antes de la adquisición o procesamiento de la materia prima y llevar controles rutinarios para supervisar el ingreso de la quinua en un estado óptimo a la etapa de manipulación.

Una vez que la quinua es recibida en las centrales de manipulación pasará por procesos físicos de limpieza, selección, y envasado que deberán asegurar que la calidad e inocuidad del producto se mantenga durante todo el proceso.

La principal deficiencia identificada en la cadena de valor de la quinua es la informalidad en la producción agrícola, la cual limita la cantidad de quinua de calidad, por la dificultad en la evaluación de la materia prima y la trazabilidad de los productos. La principal causa de rechazo de la quinua para exportación es la presencia de pesticidas superando los límites máximos de residuos, lo cual ocasionó pérdidas millonarias y el desprestigio de la quinua peruana en los años 2013 -2015.

3.7. Procesamiento de la quinua

Considera varios procesos destacando el desaponificado o eliminación de la saponina de los granos y que le confiere un sabor amargo. La saponina se encuentra en el pericarpio y la episperma de los granos y se elimina por diversos métodos, inclusive una combinación de varios de ellos. Los otros procesos tienen como objetivo lograr que el producto terminado cuente con un alto grado de pureza física, es decir, que los granos de quinua no tengan materia inerte u otro tipo de partículas o materiales extraños y esté libre de contaminantes orgánicos e inorgánicos.

A continuación, se describen los principales procesos según Meyhuay (FAO, 1997).

3.7.1. Proceso de Desaponificado

a) Lavado por agitación y turbulencia

Utilizando zarandas o mallas metálicas accionadas manual o mecánicamente se retienen las impurezas (pajas, tierra, residuos vegetales, etc.).

Se acondiciona la quinua remojándola por 30 minutos a temperatura ambiente con el fin de facilitar la desaponificación, pues al contacto con el agua los cristales de saponina se disuelven, eliminándose posteriormente en el lavado.

El lavado se ejecuta con un equipo con camisa de calentamiento a vapor y un agitador tipo turbina de lámina plana, el cual es accionado por un motor eléctrico. Los granos de quinua son sometidos a un proceso de fricción húmeda, debido a la gran descarga turbulenta de agua caliente que se logra en el equipo. Se produce fricción intensa entre los granos y contra las

paredes, lo que permite la eliminación de las cáscaras (pericarpio) y los compuestos responsables del sabor amargo. Posteriormente se deshidrata y empaca.

b) Método de fricción o rozamiento (Escarificado o pulido)

El escarificado consiste en la separación del pericarpio (descascarado) y segmentos secundarios del grano de quinua, donde se concentra el mayor contenido de saponina, que le confiere el sabor amargo y astringente, impropio para poder ser aprovechado en la alimentación; el pulido pretende producir una quinua de superior calidad. Su efecto consiste en remover las últimas partículas de cáscara y darle al grano un aspecto más liso y limpio, que viene a ser la quinua perlada. Esta fase se realiza a través de medios mecánicos abrasivos, utilizándose equipos de características técnicas tales como:

- Acción combinada de paletas o tambores giratorios y tamiz estacionario, que permite un constante raspado de los granos de quinua contra las paredes de las mallas. El polvillo desprendido de los granos pasa a través de la malla y es separado por gravedad o mediante uso de succionadores de aire.
- Uso de máquina flanqueadora y piladora de arroz con conos concéntricos esmerilados convenientemente regulados; así como una pulidora con conos revestidos de cuero para el perlado, posteriormente se tamiza y empaca.

c) Método termo mecánico en seco

Se someten a calor seco (80 a 90 °C) los granos de quinua por 10 minutos para luego extraer la cáscara por fricción en seco. Se obtiene un grano con bajo contenido de saponinas. Luego se tamiza y empaca.

d) Método químico

Para la eliminación de saponina, existe también el método químico, mediante el cual los granos de quinua son sometidos a una solución de hidróxido de sodio al 10% a 100 °C por 1.5 minutos, para luego lavar y secar. Su aplicación industrial es incipiente.

e) Método combinado

Consiste en someter los granos de quinua a medios mecánicos abrasivos (máquinas peladoras y pulidoras en seco), luego se lava los granos para extraer la saponina residual, luego se seca los granos húmedos de quinua, se tamiza y empaca.

3.7.2. Secado

Es conveniente secar los granos hasta alcanzar la humedad comercial (12–14%), ya que si contiene mucha humedad se pueden originar fermentaciones que desmejoran la calidad del producto. El método de secado puede ser natural o artificial.

Secado natural.

El secado natural se lleva a cabo extendiendo los granos en capas finas y exponiéndose a la acción del aire (al sol o a la sombra), por un tiempo no mayor a 15 días. Para que el secado sea eficaz, la humedad relativa del aire no debería ser mayor de 70%, y los granos deberían ser removidos frecuentemente para una exposición uniforme. Pese a los inconvenientes que acarrea (secado insuficiente o lento, daño por acción de agentes atmosféricos, animales y microorganismos), el secado natural se recomienda en los siguientes casos: Cuando las condiciones atmosféricas son propicias para un secado en un lapso relativamente corto. Cuando las cantidades que se procesan son pequeñas. Cuando la organización de la producción y las condiciones socio-económicas no justifican la inversión en una instalación para secado artificial.

Secado artificial.

El secado artificial es necesario cuando se trabaja en condiciones atmosféricas desfavorables (zonas lluviosas o con alta humedad relativa), o cuando el proceso productivo exige el manejo de grandes cantidades de grano que deben secarse en un tiempo relativamente corto. El método consiste en someter a los granos a la acción de una corriente de aire, previamente calentado.

- Secadores estáticos o discontinuos, que son relativamente baratos, pero pueden procesar sólo cantidades pequeñas de grano.
- Secadores continuos, de gran capacidad de secado, de alto costo y que requieren de una infraestructura más compleja, que se justifica sólo para grandes centros de producción o almacenes que trabajan con cantidades muy grandes.

3.7.3. Embalaje

Un empaque y embalaje adecuados contribuyen a la disminución de pérdidas debidas a factores físicos, químicos, biológicos y humanos. Las principales funciones del embalaje son las siguientes:

- Facilita la manipulación (manual o mecánica)
- Reduce las pérdidas por hurto o robo
- Protege al producto contra ataques de agentes externos (humedad, insectos, etc.)

En cuanto a los granos, se utilizan esencialmente sacos tejidos con fibras vegetales (algodón) o fibras artificiales (polipropileno).

3.7.4. Almacenamiento

Los granos se deben conservar en las condiciones apropiadas para garantizar su calidad sanitaria y organoléptica. La degradación de los granos en almacenamiento se ve afectada por la combinación de tres factores ambientales: temperatura, humedad y contenido de oxígeno.

Los granos almacenados también son afectados por microorganismos, insectos, aves y roedores. Las formas de almacenamiento de los granos son básicamente: en sacos, al aire libre o en almacenes, y a granel, en granos silos de diversa capacidad.

Los factores que determinan la calidad de grano o semilla durante el almacenamiento son los siguientes:

- Contenido de humedad del grano: El grano es higroscópico, es decir que puede ganar o perder humedad del medio ambiente. Un alto contenido de agua, mayor de 14% no es deseable ni recomendable para almacenar grano de quinua.
- Humedad y temperatura ambiente: Son los factores que más afectan la calidad fisiológica de los granos durante el almacenamiento.
- El almacenamiento de los granos debe hacerse en recintos secos, frescos y bien aireados y teniendo como base parihuelas de madera.

3.8. Historia del sistema HACCP

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), menciona que: el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) se relaciona específicamente con la producción de alimentos inocuos y, según la FAO, es "un abordaje preventivo y sistemático dirigido a la prevención y control de peligros biológicos, químicos y físicos, por medio de anticipación y prevención, en lugar de inspección y pruebas en productos finales".

Asimismo, el sistema HACCP ha pasado por varias etapas hasta su versión final e implementación en la industria alimentaria a nivel global, la OPS (2021) describe lo siguiente:

El origen al sistema HACCP está asociado a W.E. Deming, y sus teorías de gerencia de calidad, se consideran la principal causa de los cambios en la calidad de los productos japoneses, en los años 50. El Dr. Deming y otros profesionales desarrollaron el sistema de gerencia de la calidad total (total quality management- TQM), que aborda un sistema que tiene como objetivo la fabricación, y que puede mejorar la calidad y reducir los costos.

El desarrollo del concepto de HACCP, se inicia en la década de 1960, la Pillsbury Company, el Ejército de los Estados Unidos y la Administración Espacial y de la Aeronáutica (NASA) establecieron un programa para la producción de alimentos inocuos para el programa espacial americano. Considerando las enfermedades que podrían afectar a los astronautas, se juzgó como más importantes aquellas asociadas a las fuentes alimentarias. Así, la Pillsbury Company introdujo y adoptó el sistema HACCP para garantizar más seguridad y un número menor de pruebas e inspecciones al producto final (OPS, 2021).

El sistema HACCP proporcionó una forma eficiente de controlar los peligros que se pudieran encontrar en los alimentos comenzado a ganar mayor importancia por los resultados obtenidos; es así que, la Pillsbury Company presentó el sistema HACCP en 1971, en una conferencia sobre inocuidad de alimentos en los Estados Unidos, y el sistema después sirvió de base para que la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) desarrollara normas legales para la producción de alimentos enlatados de baja acidez (OPS, 2021).

En 1974 la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA - United States Food and Drug Administration) utilizó los principios de HACCP para promulgar las regulaciones relativas a las conservas de alimentos poco ácidos. A comienzos de los años 80, la metodología del HACCP fue adoptada por otras importantes compañías productoras de alimentos (FAO, 2002).

“La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos recomendó en 1985 que las plantas elaboradoras de alimentos adoptaran la metodología del HACCP con el fin de garantizar su inocuidad.” (FAO, 2002)

A partir de estos acontecimientos es que el sistema HACCP cobra mayor importancia alrededor del mundo siendo adoptado por diferentes industrias productoras de alimentos.

Hoy en día el sistema HACCP es el más utilizado en el mundo y se ha extendido a la producción primaria de alimentos para humanos, producción de alimentos para animales, en restaurantes, supermercados, en la producción de alimentos provenientes del mar, entre otros; también se ha convertido en la base para nuevos esquemas que se han ido desarrollando debido a las nuevas tendencias y necesidades de los consumidores.

3.9. El sistema HACCP y sus prerrequisitos

El sistema HACCP destinado a producción primaria tiene como prerrequisitos base los programas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Programa Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES). Estos requisitos se presentan en aquellas empresas que cuenten con la totalidad de la cadena productiva desde la producción en campo hasta la manipulación de los alimentos.

El plan de inocuidad alimentaria no es un programa independiente, sino más bien parte de un sistema más grande de inocuidad alimentaria. Los programas que sirven de cimientos al sistema de inocuidad alimentaria suelen llamarse programas de prerrequisitos. El término se acuñó para indicar que deben instaurarse antes de poner en práctica los sistemas basados en el HACCP, a fin de manejar eficazmente el riesgo que acarrear los peligros transmitidos por alimentos. El reglamento sobre Buenas Prácticas de manufactura vigentes se ocupa de los requerimientos para muchos programas de prerrequisitos. Hay otros programas que probablemente se apliquen a la mayor parte de las instalaciones, tales como especificaciones de proveedores y de manufactura. (FSPCA, 2016).

3.9.1. Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP).

El Codex *Alimentarius*, dentro los Principios generales de higiene de los alimentos CXC 1-1969, incluye las siguientes definiciones para la adecuada comprensión y elaboración de los documentos relacionados con la inocuidad alimentaria:

- Análisis de peligros: Proceso de recopilación y evaluación de información de los peligros identificados en las materias primas y otros ingredientes, el entorno, en el proceso o en los alimentos y de las condiciones que los originan para decidir si son peligros significativos.
- Autoridad competente: Autoridad gubernamental u organismo oficial autorizado por el gobierno que es responsable del establecimiento de los requisitos reglamentarios de

inocuidad de los alimentos o de la organización de los controles oficiales, entre otros, la aplicación de su cumplimiento.

- Buenas prácticas de higiene (BPH): Medidas y condiciones fundamentales aplicadas en cualquier fase de la cadena alimentaria para proporcionar alimentos inocuos e idóneos.
- Contacto cruzado con alérgenos: Incorporación involuntaria de un alimento o ingrediente alergénico en otro alimento que no está destinado a contener ese alimento (o ingrediente) alergénico.
- Contaminación: Introducción o presencia de un contaminante en un alimento o en el entorno alimentario.
- Contaminante: Cualquier agente biológico, químico o físico, materia extraña u otras sustancias no añadidas intencionalmente a los alimentos que puedan comprometer la inocuidad o la idoneidad de los alimentos.
- Control: Cuando se usa como sustantivo: Estado en el que se están observando los procedimientos correctos y se están cumpliendo los criterios establecidos.
- Cuando se usa como verbo: Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios y procedimientos establecidos.
- Desinfección: Reducción por medio de agentes biológicos o químicos, o por métodos físicos, de la cantidad de microorganismos viables en las superficies, el agua o el aire hasta un nivel que no comprometa la inocuidad o la idoneidad del alimento.
- Desviación: Incumplimiento de un límite crítico o del procedimiento de BPH.
- Diagrama de flujo: Representación sistemática de la secuencia de fases llevadas a cabo en la producción o elaboración de alimentos.
- Fase: Cualquier punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final.
- Higiene de los alimentos: Todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la idoneidad de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria.
- Idoneidad de los alimentos: Garantía de que los alimentos son aceptables para el consumo humano de acuerdo con su uso previsto.

- Inocuidad de los alimentos: Garantía de que los alimentos no causarían efectos adversos en la salud del consumidor cuando se preparen o se consuman de acuerdo con su uso previsto.
- Límite crítico: Criterio, observable o medible, relativo a una medida de control en un PCC, que separa la aceptabilidad o inaceptabilidad del alimento.
- Limpieza: Eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias objetables.
- Manipulador de alimentos: Toda persona que manipule directamente alimentos envasados o sin envasar, equipo y utensilios utilizados para los alimentos o superficies que entren en contacto con alimentos y que, por lo tanto, se espera que cumplan los requisitos de higiene de los alimentos.
- Medida correctiva: Toda medida que se toma cuando se produce una desviación, con el fin de restablecer el control, segregar y determinar el destino del producto afectado, si lo hubiera, y prevenir o reducir al mínimo la recurrencia de la desviación.
- Medida de control: Toda medida o actividad que pueda aplicarse para prevenir o eliminar un peligro o para reducirlo a un nivel aceptable.
- Nivel aceptable: Nivel de peligro en un alimento en el cual, o por debajo del cual, se considera que el alimento es inocuo de acuerdo con su uso previsto.
- Operador de empresa de alimentos (OEA): Entidad responsable del funcionamiento de una empresa en cualquier etapa de la cadena alimentaria.
- Peligro: Agente biológico, químico o físico presente en el alimento que puede causar un efecto adverso para la salud.
- Peligro significativo: Peligro determinado a través de un análisis de peligros, que se considera que es razonable esperar que se produzca a un nivel inaceptable en caso de que no exista control y para el cual el control es fundamental dado el uso al que está destinado el alimento.
- Plan HACCP: Documentación o conjunto de documentos preparados de conformidad con los principios del HACCP para garantizar el control de los peligros significativos en la empresa de alimentos.

- Producción primaria: Aquellas fases de la cadena alimentaria que llegan hasta el almacenamiento y, cuando corresponda, el transporte de los productos agropecuarios. Esto abarcaría el cultivo, la cría de peces y animales y la recolección de plantas, animales o productos de origen animal de un establecimiento agropecuario o de su hábitat natural.
- Programa de prerrequisitos: Programas que incluyen buenas prácticas de higiene, buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de fabricación, así como otras prácticas y procedimientos como la capacitación y la rastreabilidad, que establecen las condiciones ambientales y de funcionamiento que sientan las bases para la aplicación de un sistema HACCP.
- Punto crítico de control (PCC): Fase en la que se aplica(n) una o varias medidas de control para un peligro significativo, en un sistema HACCP.
- Sistema de higiene de los alimentos: Programas de prerrequisitos complementados con medidas de control en los PCC, según corresponda, que, en su conjunto, garantizan que los alimentos son inocuos y aptos para su uso previsto.
- Sistema HACCP: La elaboración de un plan HACCP y la aplicación de los procedimientos de acuerdo con dicho plan.
- Validación de las medidas de control: Obtener pruebas de que una medida de control o una combinación de medidas de control, si se aplican adecuadamente, pueden controlar el peligro hasta lograr un resultado determinado.
- Verificación: Aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar si una medida de control funciona o ha estado funcionando en la forma prevista.
- Vigilar: Acto de llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si una medida de control está bajo control. (págs. 5-7)

3.10. Los 7 principios HACCP según FAO (2002).

El diseño, la aplicación y la validación del sistema HACCP se realiza siguiendo los siete principios siguientes:

Principio 1: Realizar un análisis de peligros e identificar medidas de control.

Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC).

Principio 3: Establecer límites críticos validados.

Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.

Principio 5: Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que se ha producido una desviación con respecto a un límite crítico en un PCC.

Principio 6: Validar el plan HACCP y luego establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema HACCP funciona según lo previsto.

Principio 7: Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

3.11. Los 12 pasos para la aplicación los principios del sistema HACCP

La Guía de Aplicación del Sistema HACCP del SENASA describe de forma resumida y simplificada como se deben ejecutar los 12 pasos para la correcta aplicación del sistema.

A continuación, se presentan los 12 pasos:

1) Formación de un equipo de HACCP.

La empresa alimentaria deberá asegurarse de que dispone de los conocimientos y competencia técnica adecuados para sus productos específicos a fin de formular un plan de HACCP eficaz. Para lograrlo, lo ideal es crear un equipo multidisciplinario.

Cuando no se disponga de tal competencia técnica en la propia empresa deberá recabarse asesoramiento especializado de otras fuentes. Es posible que una persona adecuadamente capacitada que tenga acceso a tal orientación esté en condiciones de aplicar el sistema de HACCP en la empresa. De hecho, “por ello se debe determinar el ámbito de aplicación del plan de HACCP, que ha de describir el segmento de la cadena alimentaria afectada y las clases generales de peligros que han de abordarse, por ejemplo, si abarcara todas las clases de peligros o solamente algunas de ellas” (Díaz, 2009).

2) Descripción del producto.

Deberá formularse una descripción completa del producto, que incluya tanto información pertinente a la inocuidad como, por ejemplo, su composición, estructura física/química (incluido contenido de azúcares, pH, etc.), tratamientos microbiocidas/microbiostáticos aplicados, tratamientos térmicos, de refrigeración y/o congelación, envasado, duración, condiciones de almacenamiento y sistema de distribución. En las empresas de suministros

de productos múltiples, puede resultar eficaz agrupar productos con características o fases de producción similares para la elaboración del plan de HACCP.

3) Determinación del uso previsto del producto.

El uso previsto del producto se determinará considerando los usos que se estima que ha de requerir el usuario o consumidor final. En determinados casos, por ejemplo, la alimentación en instituciones, quizás deban considerarse grupos vulnerables de la población.

4) Elaboración de un diagrama de flujo.

El equipo de HACCP deberá construir un diagrama de flujo. Este debe abarcar todas las fases de las operaciones relativas a un producto determinado. Se podrá utilizar el mismo diagrama para varios productos si su procesamiento es similar. Al aplicar el sistema de HACCP a una operación determinada, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación.

5) Confirmación in situ del diagrama de flujo.

Deberán adoptarse medidas para confirmar la correspondencia entre el diagrama de flujo y la operación en todas sus etapas y momentos, y modificarlo si procede. La confirmación del diagrama de flujo deberá estar a cargo de una persona o personas que conozcan suficientemente las actividades de procesamiento.

6) Peligros relacionados con el procesamiento primario, análisis de riesgos y control (PRINCIPIO 1).

El equipo de HACCP deberá compilar una lista de todos los peligros que pueden razonablemente presentarse en cada fase de acuerdo con el ámbito de aplicación previsto, desde la producción primaria, pasando por su procesamiento primario (ver definición en Decreto Legislativo N°1062 Ley de Inocuidad de los Alimentos) y la distribución hasta el momento del consumo.

A continuación, el equipo de HACCP deberá llevar a cabo un análisis de peligros para identificar, cuáles son los peligros que deben eliminarse o reducirse a niveles aceptables para poder producir un alimento inocuo. Al realizar el análisis de peligros deberán considerarse, en cuanto sea factible, los siguientes factores:

- la probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos nocivos para la salud;
- la evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros;

- la supervivencia o proliferación de los microorganismos involucrados;
- la producción o persistencia de toxinas, agentes químicos o físicos en los alimentos; y
- las condiciones que pueden dar lugar a lo anterior.

Deberá analizarse qué medidas de control, si las hubiera, se pueden aplicar en relación con cada peligro. Puede que sea necesario aplicar más de una medida para controlar un peligro o peligros específicos, y que con una determinada medida se pueda controlar más de un peligro.

7) Determinación de los puntos críticos de control (PRINCIPIO 2).

Es posible que haya más de un PCC en el que se aplican medidas de control para hacer frente a un mismo peligro. La determinación de un PCC en el sistema de HACCP se puede facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones en el que se indica un enfoque de razonamiento lógico.

El árbol de decisiones deberá aplicarse de manera flexible, considerando si la operación se refiere a la producción, el sacrificio, el procesamiento primario, el almacenamiento, la distribución u otro fin, y deberá utilizarse como orientación para determinar los PCC. El árbol de decisiones puede no ser aplicable a todas las situaciones, por lo que podrán utilizarse otros enfoques. Se recomienda que se imparta capacitación para la aplicación del árbol de decisiones.

La FAO menciona que, “si se identifica un peligro en una etapa en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida de control que pueda adoptarse en esa etapa o en cualquier otra, el producto o el proceso deberán modificarse en esa etapa, o en cualquier etapa anterior o posterior, para incluir una medida de control”.

8) Establecimiento de límites críticos para cada PCC (PRINCIPIO 3).

Para cada punto crítico de control, deberán especificarse y validarse límites críticos. En algunos casos, para una determinada fase se fijarán más de un límite crítico. Entre los criterios aplicados suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH y cloro disponible, así como parámetros sensoriales como el aspecto y la textura.

Si se van utilizando guías al sistema de HACCP elaboradas por expertos para establecer los límites críticos, deberá ponerse cuidado para asegurar que esos límites sean plenamente

aplicables a la actividad específica y al producto o grupos de productos en cuestión. Los límites críticos deberán ser mensurables.

9) Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC (PRINCIPIO 4).

La vigilancia es la medición u observación programada de un PCC en relación con sus límites críticos. Mediante los procedimientos de vigilancia deberá poderse detectar una pérdida de control en el PCC. Además, lo ideal es que la vigilancia proporcione esta información a tiempo como para hacer correcciones que permitan asegurar el control del proceso para impedir que se infrinjan los límites críticos. De acuerdo con Díaz (2009), “siempre que sea posible, los procesos deberán corregirse cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia a la pérdida de control en un PCC, y las correcciones deberán efectuarse antes de que se produzca una desviación”.

Los datos obtenidos gracias a la vigilancia deberán ser evaluados por una persona designada que tenga los conocimientos y la competencia necesarios para aplicar medidas correctivas, cuando proceda. Si la vigilancia no es continua, su cantidad o frecuencia deberán ser suficientes como para garantizar que el PCC está controlado. La mayoría de los procedimientos de vigilancia de los PCC deberán efectuarse con rapidez porque se referirán a procesos continuos y no habrá tiempo para ensayos analíticos prolongados. Con frecuencia se prefieren las mediciones físicas y químicas a los ensayos microbiológicos, porque pueden realizarse rápidamente y a menudo indican el control microbiológico del producto. Todos los registros y documentos relacionados con la vigilancia de los PCC deberán estar firmados por la persona o personas que efectúan la vigilancia y por el funcionario o funcionarios de la empresa encargados de la revisión.

10) Establecimiento de medidas correctivas (PRINCIPIO 5).

Con el fin de hacer frente a las desviaciones que puedan producirse, deberán formularse medidas correctivas específicas para cada PCC del sistema de HACCP.

Estas medidas deberán asegurar que el PCC vuelva a estar controlado. Las medidas adoptadas deberán incluir también un adecuado sistema de eliminación del producto afectado. Los procedimientos relativos a las desviaciones y la eliminación de los productos deberán documentarse en los registros del sistema de HACCP.

11) Establecimiento de procedimientos de comprobación (PRINCIPIO 6).

Deberán establecerse procedimientos de comprobación. Para determinar si el sistema de HACCP funciona correctamente, podrán utilizarse métodos, procedimientos y ensayos de comprobación y verificación, en particular mediante muestreo aleatorio y análisis. La frecuencia de las comprobaciones deberá ser suficiente para confirmar que el sistema de HACCP está funcionando eficazmente.

La comprobación deberá efectuarse por una persona distinta de la encargada de la vigilancia y las medidas correctivas. En caso de que algunas de las actividades de comprobación no se puedan llevar a cabo en la empresa, podrán ser realizadas por expertos externos o terceros calificados en nombre de la misma.

Entre las actividades de comprobación pueden citarse, a título de ejemplo, las siguientes:

- examen del sistema y el plan de HACCP y de sus registros;
- examen de las desviaciones y los sistemas de eliminación de productos;
- confirmación de que los PCC siguen estando controlados.

Cuando sea posible las actividades de validación deberán incluir medidas que confirmen la eficacia de todos los elementos del sistema de HACCP.

12) Establecimiento de un sistema de documentación y registro (PRINCIPIO 7).

Para aplicar un sistema de HACCP es fundamental que se apliquen prácticas de registro eficaces y precisas. “Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP, y los sistemas de documentación y registro deberán ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión y ser suficientes para ayudar a las empresas a comprobar que se realizan y mantienen los controles de HACCP”. “La orientación sobre el sistema de HACCP elaborada por expertos (por ejemplo, guías de HACCP específicas para un sector) puede utilizarse como parte de la documentación, siempre y cuando dicha orientación se refiera específicamente a los procedimientos de elaboración de alimentos de la empresa interesada” (Díaz, 2009).

Se documentarán, por ejemplo, el análisis de peligros, la determinación de los PCC, la determinación de los límites críticos; se mantendrán registros, por ejemplo, las actividades de vigilancia de los PCC, las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes, los procedimientos de comprobación aplicados, las modificaciones al plan de HACCP.

Un sistema de registro debe ser sencillo, eficaz y fácil de enseñar a los trabajadores. Puede integrarse en las operaciones existentes y basarse en modelos de documentos ya disponibles, como las facturas de entrega y las listas de control utilizadas para registrar, por ejemplo, la temperatura de los productos. (Referencia)

3.12. Programas prerrequisitos: BPA, BPM y POES

3.12.1. Buenas prácticas agrícolas (BPA).

La FAO (2004) define que, Las BPA en la actualidad más que un atributo, son un componente de competitividad, que permite al productor rural diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las implicancias económicas que ello hoy supone (mejores precios, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, etc. Las BPA constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sustentabilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agropecuarias, especialmente la de los pequeños productores de subsistencia, lo que debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor. Por otra parte, para los países de LAC, las BPA constituyen un desafío y una oportunidad ya que de su cumplimiento (inocuidad, medio ambiente y salud), dependerá la entrada de sus productos agropecuarios a los mercados de creciente exigencia en calidad, ya sean estos externos o locales.

La agroindustria de la quinua tiene como uno de sus objetivos principales la producción primaria para ser utilizado como insumo en diversas industrias de alimentos, entonces, es necesario mencionar que:

La producción primaria es, indudablemente, un punto medular, sobre todo si se tiene en cuenta que las mayores alertas alimentarias de los últimos años han surgido por contaminación de los productos en el campo. “En esta etapa se pueden reducir los peligros que impactan en la salud de los consumidores, lo cual es particularmente importante cuando en etapas posteriores de la cadena o con el procesamiento no sea posible reducir o alcanzar el nivel de aptitud de los alimentos para el consumo humano” (Díaz 2009).

Además, ha quedado demostrado que la calidad que se ha logrado en la producción y sus diferentes etapas, sólo podrá mantenerse como tal y no podrá mejorar una vez que el producto ingrese a la planta de proceso. Díaz (2009) menciona que, “la calidad de la materia prima que se recibe en una planta productora de alimentos depende, de manera directa, del control que se haya ejercido sobre dichos alimentos en el campo. En la producción primaria surgen muchos peligros relacionados con la aplicación de productos químicos como

plaguicidas y productos veterinarios, que si no se controlan no habrá forma de corregirlos en la planta procesadora. Si hay un buen control de la materia prima que se recibe; es decir, un buen control de los proveedores, la planta estará en condiciones de rechazar la materia prima que no cumpla con los requisitos de inocuidad y de calidad establecidos.”

En la producción de la quinua existen dos factores que tendrán mucha relevancia en las siguientes etapas de la manipulación o transformación de los alimentos, la presencia de plagas en la materia prima y la calidad del producto cosechado:

3.12.2. Buenas prácticas de manufactura (BPM).

Las BPM deben aplicarse con criterio sanitario. Podrían existir situaciones en las que los requisitos específicos que se piden no sean aplicables; en estos casos, la clave está en evaluar si la recomendación es “necesaria” desde el punto de vista de la inocuidad y la aptitud de los alimentos. Para decidir si un requisito es necesario o apropiado, como se indica en los Principios Generales de Higiene de los Alimentos, hay que hacer una evaluación de riesgos, preferentemente con base en el Sistema HACCP. La evaluación de riesgos permite determinar si un requisito es apropiado o no, en función a la identificación de los peligros, la evaluación cuantitativa o cualitativa, la posible concentración en un alimento dado y el impacto en los consumidores. Puede ser que, por la naturaleza del producto, cierto peligro tenga muy poca probabilidad de estar presente o se halle a niveles tan bajos que no tengan impacto en la salud de los consumidores, en cuyo caso, puede ser que no sea necesario extremar algunos requisitos de control. Pero esto sólo si la evaluación de riesgos revela que la probabilidad de que el riesgo ocurra no es significativa. (Díaz, A., 2009).

3.12.3. Programa operativo estandarizado de saneamiento (POES).

La higiene supone un conjunto de operaciones que deben ser vistas como parte integral de los procesos de elaboración y preparación de los alimentos, para asegurar su inocuidad. Estas operaciones serán más eficaces si se aplican de manera tanto regular y estandarizada como debidamente validada, siguiendo las pautas que rigen los procesos de acondicionamiento y elaboración de los alimentos. Una manera segura y eficiente de llevar a cabo esas tareas es poniendo en práctica los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), una derivación de la denominación en idioma inglés de Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP). Los POES describen las tareas de saneamiento para ser aplicados antes, durante y después del proceso de elaboración. (Díaz, A., 2009).

3.13. La inocuidad alimentaria y la importancia actual

La producción de alimentos para consumo humano viene siendo uno de los temas más importantes de discusión tanto en el ámbito científico como el legal, mientras que las investigaciones sugieren cada vez más la implementación de controles que permitan asegurar la inocuidad de los alimentos evaluando los riesgos físicos, químicos y biológicos, por otro lado, surgen nuevas normas de acuerdo con la legislación de cada lugar de producción y destino que deben ser cumplidas.

Es posible mencionar que, en el mundo globalizado en el que nos encontramos, es cada vez más común la aparición de nuevas enfermedades transmitidas por alimentos y que se presenten casos de forma más frecuente.

En Estados Unidos, que es uno de los principales mercados de destino de la quinua, se identificó que los incumplimientos más frecuentes fueron el cumplimiento de programas de verificación de proveedores y fallas halladas en los análisis de peligros, lo cual indica que, a partir de la fecha, es decir, a partir del 2021, se contarán con mayores controles a las empresas proveedoras como es el caso de las exportadoras en territorio nacional.

Los mercados extranjeros requieren que sus proveedores cuenten con adecuados programas de Buenas Prácticas de Manufactura, Programas de Higiene y Saneamiento y haber implementado un Sistema HACCP, sin embargo, para demostrar el adecuado cumplimiento es un requisito contar con certificaciones de tercera parte o segunda parte obtenida mediante un organismo certificador autorizado.

En una nota publicada por CBI se resalta la importancia de contar con productos a base de quinua libres de pesticidas y de origen orgánico los cuales son considerados por los europeos como de mejor calidad y beneficiosos para la salud humana (ICI Business, 2020).

3.14. Experiencias en sistemas HACCP aplicados a la producción primaria de quinua

Actualmente las plantas procesadoras de quinua perlada u otros derivados como extruidos o harinas se sitúan en niveles de tecnología media, pero en constante mejora debido a la demanda creciente de este grano andino, algunas plantas de mayor tamaño ya suelen contar con equipamiento electrónico para la selección óptica de los granos y con procesos de envasado y limpieza automatizados.

Las plantas procesadoras que han sido visitadas cumplen con los requisitos del sistema HACCP para la producción de quinua perlada, cumpliendo con los programas prerrequisitos POES y BPM. Muchas de las plantas, sobre todo las que se ubican en la capital, Lima, no cuentan con producción propia y adquieren las materias primas mediante proveedores que pueden ser productores individuales, asociaciones o acopiadores lo cual implica que se debe enfatizar la evaluación a aquellos a fin de garantizar el ingreso de materias primas inocuas.

. Es importante señalar que la quinua perlada es procesada en una gran variedad de formas y por lo tanto con exigencias diferentes y que pueden ocasionar procesos más tediosos y costosos en cuanto a tiempo y recursos. El sistema HACCP propuesto en el presente trabajo fue diseñado para ser simple y eficaz y asegurando productos de alta calidad para el consumo.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

La implementación del sistema HACCP para el proceso de quinua perlada requiere de un adecuado análisis del entorno y de la cadena productiva desde el cumplimiento de las buenas prácticas agrícolas en campo hasta lograr el producto terminado en la planta de proceso, ya sea como un producto elaborado o una materia prima para la industria.

4.1. Estructura de una empresa de producción y procesamiento de quinua perlada.

En base a información publicada, observaciones personales y la naturaleza de las empresas productoras de quinua se propone un organigrama para una asociación de productores de quinua perlada, que produce quinua en el campo y que posee una planta de proceso de quinua perlada y que crea una empresa que favorece una cadena de valor (Figura 2).

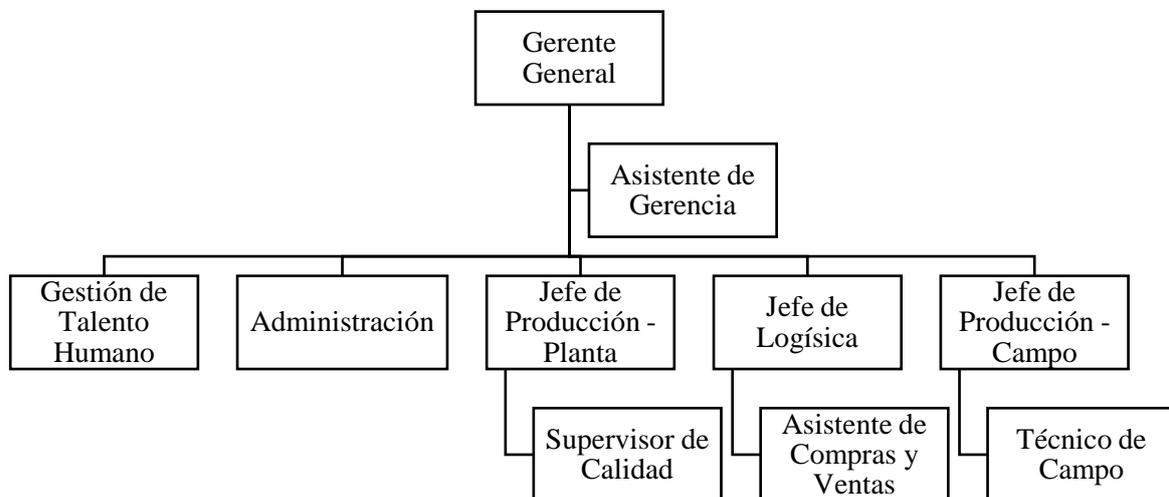


Figura 2: Propuesta de organigrama de una empresa de producción y procesamiento de quinua

4.2. Propuesta de implementación del sistema HACCP para la producción de quinua perlada

4.2.1. Plan HACCP para una planta de proceso de quinua perlada.

Objetivos.

Elaborar un plan HACCP para la producción de quinua perlada con el fin de asegurar la inocuidad del alimento y evitar daños en los consumidores.

a. Política de calidad.

El presente Plan HACCP debe identificar y eliminar los peligros durante la recepción de materias primas, manipulación y producción final, de manera que se garantice la inocuidad del producto obtenido en este caso específico la quinua perlada. Los peligros se identifican con la vigilancia de los puntos críticos de control (PCC). La empresa debe comprometerse a cumplir con las exigencias y requisitos legales normativos de los clientes y de la legislación local, así como con los programas prerrequisitos BPA, BPM y POES.

b. Organización del equipo HACCP.

A continuación, se presenta una estructura de un equipo HACCP. El equipo HACCP está compuesto por miembros de diferentes áreas de la empresa que están involucradas directa o indirectamente con el proceso de producción (Figura 3).

El equipo debe contar con un líder quien debe tener conocimientos certificados del Sistema HACCP.

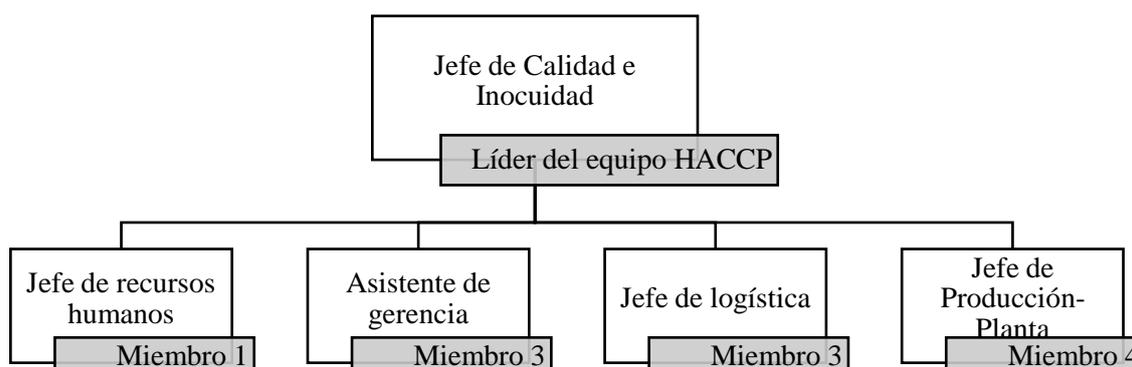


Figura 3: Ejemplo de estructura de un equipo HACCP

c. Responsabilidades y funciones de los miembros del equipo HACCP.

Las responsabilidades pueden variar entre las empresas de acuerdo al tamaño y necesidades. En la Tabla 9 se muestran las funciones que debe cumplir cada miembro del equipo HACCP, esto puede variar de empresa a empresa.

Tabla 9: **Funciones de los miembros del equipo HACCP**

CARGO	FUNCIÓN
Jefe de producción-planta	Es responsable de dirigir la producción y cualquier nuevo proceso o procedimientos de la planta. Trabaja junto con el gerente general en la planeación estratégica de la empresa. Es responsable de las áreas de producción.
Jefe de logística	Responsable de la gestión de comercialización y marketing de ventas de la compañía. Revisa mensualmente el sistema HACCP con los demás miembros del equipo.
Asistente de gerencia	Es responsable de comunicar a la gerencia general de los temas que se deben abordar para mantener la inocuidad de los alimentos y el cumplimiento del Plan HACCP de la empresa.
Jefe de calidad e inocuidad	Es el responsable de velar por la calidad e inocuidad de los productos, el cumplimiento de las normas técnicas correspondientes y especificaciones de los clientes. Supervisa y verifica la ejecución de las BPM y POES. Es responsable del Plan HACCP y de cualquier cambio y documentación relacionada. Es responsable de recolectar y atender los reclamos de los consumidores.

d. Frecuencia de Reuniones y Acta de Reunión del equipo HACCP.

El equipo debe reunirse cada vez que sea necesario y cuando existan cambios en el Plan HACCP. Las reuniones serán documentadas en un formato que debe ser firmado por los miembros del equipo.

Se debe incluir al menos una reunión anual del equipo para revisión y validación que debe ser programada anualmente.

e. Descripción del producto: quinua perlada.

La descripción del producto debe ser acorde a las disposiciones del *Codex Alimentarius* y la legislación local. Una descripción completa incluye las características del producto, el

uso previsto, consumidores potenciales y condiciones de almacenamiento y distribución. Para la descripción se toma como referencia la norma técnica peruana NTP 205.062:2014. GRANOS ANDINOS. Quinoa. Requisitos, 2a Edición.

Tabla 10: Descripción de la quinoa perlada.

Nombre:	Quinoa perlada
Descripción:	Son los granos que han sido sometidos a limpieza, lavado, secado y escarificado obteniéndose las semillas sin pericarpio y libre de saponina. Aspecto: semillas escarificadas
Características organolépticas:	Sabor: Característico a la variedad Color: Característico a la variedad (Blanco cremoso, rojo y/o negro) Olor: Característico a la variedad
Uso previsto:	Se utiliza directamente en la elaboración de guisos tradicionales o indirectamente para la elaboración de harinas, hojuelas y expandidos (maná).
Tipos de consumidores:	Destinados a todo tipo de consumidores sin restricción de edad. Se debe tener en cuenta la supervisión de un adulto en caso de alimentación de infantes.
Condiciones de almacenamiento:	El producto puede ser almacenado a temperatura ambiente evitando la luz directa del sol y alta humedad en el ambiente.
Presentación:	En bolsas de polietileno de 20kg, 25kg o 50kg, En bolsas de papel de 20kg o 25kg.
Etiquetado:	Nombre del producto, número de lote, autorización sanitaria, fecha de producción y vencimiento, cantidad.
Vida útil del producto:	Se recomienda consumir antes de transcurrir 6 meses de la fecha de su producción.

f. Diagrama de flujo de quinua perlada.

La empresa debe mantener un diagrama de flujo que muestre el proceso de producción, así como las diferentes etapas de la manipulación del producto.

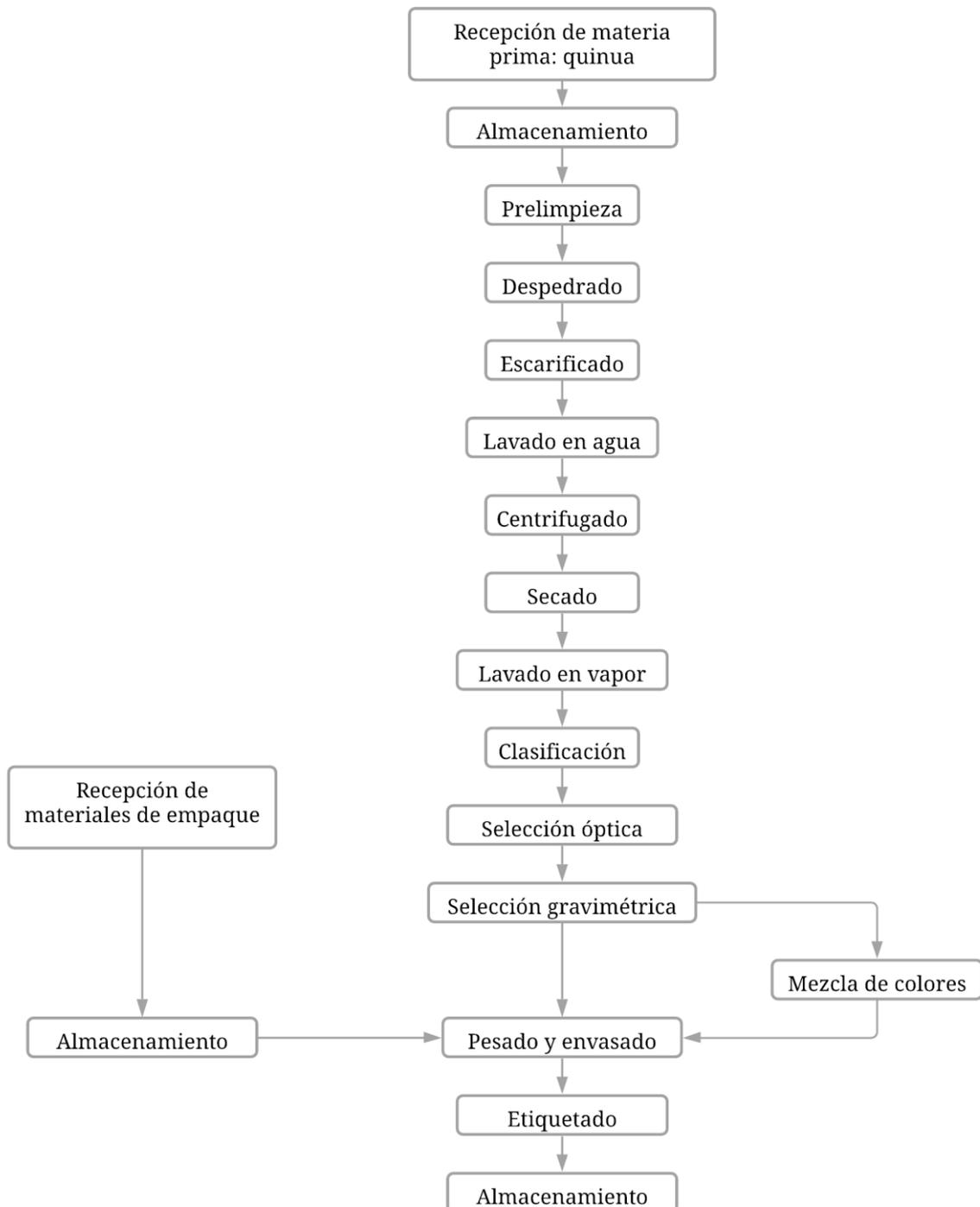


Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de producción de quinua perlada

g. Análisis de peligros y medidas preventivas.

El análisis debe ser desarrollado con la participación del equipo HACCP y con la presencia de un experto en la materia con formación certificada en sistemas HACCP. Se ha considerado tres niveles de probabilidad: bajo (1), medio (2) y alto (3); tres niveles de gravedad: bajo (1), medio (2) y alto (3); la multiplicación de la probabilidad por la gravedad resulta en el nivel del riesgo que puede ser bajo (1 a 3), medio (4 a 6) y alto (7 a 9).

Los peligros han sido clasificados en biológicos (B), químicos (C) y físicos (P).

Se presenta a continuación el análisis de peligros y medidas preventivas:

Tabla 11: Análisis de peligros – Etapa: recepción de materia prima: Quinua.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: QUINUA	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, mohos, coliformes y Salmonella por malas prácticas de postcosecha y almacenamiento en campo	2	3	Medio (6)	El peligro presenta ocasionalmente. Cuando se detecta la presencia de heces de roedores, palomas, el producto puede causar problemas de salud si pasa hasta el producto terminado.	Cumplimiento de las BPA para evitar la contaminación en la postcosecha. Capacitaciones a productores por el área de control.	NO
	C	Presencia de pesticidas, plaguicidas, fungicidas y residuos de combustible.	3	3	Alto (9)	El peligro puede ocurrir y se sabe que se produce enfermedades a largo plazo. Cuando se detecta o sospecha de la presencia de químicos el producto es puesto en cuarentena antes de su ingreso a proceso o es descartado.	Cumplimiento de las BPA durante toda la etapa del cultivo. Evaluación de proveedores que incluye visitas a los productores. Convalidación con certificaciones de BPA.	SI

Continuación...

					Cumplimiento con el manejo de post cosecha según las BPA por parte de los proveedores de materia prima.	
P	Presencia de piedrecillas, pajillas, cebadillas e impurezas en general.	3	3	Alto (9)	La presencia de piedrecillas es común en el cultivo de quinua por las prácticas de postcosecha que se emplean.	SI
					Evaluación de proveedores que incluye visitas a los productores.	

Tabla 12: Análisis de peligros – Etapa: materiales de envase.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
MATERIALES DE ENVASE	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, mohos, coliformes y Salmonella por malas prácticas de manufactura de envases.	2	2	Medio (4)	Al no cumplir las buenas prácticas de manufactura para envases estos pueden contener agentes patógenos y contaminar mediante contacto.	Se realiza una evaluación a los proveedores, así como también se exigen pruebas microbiológicas para los envases. Durante la recepción se registra el estado de los materiales de envase mediante una inspección visual, los materiales no conformes o con evidencia de manipulación no son recepcionados.	NO
	C	Contaminación por agentes químicos como metales pesados o migración de monómeros.	1	2	Bajo (2)	Al no cumplir las buenas prácticas de manufactura para envases, se pueden encontrar elementos que contaminan a los alimentos.	Se realiza una evaluación a los proveedores para verificar que el proveedor cumpla con los requisitos de las buenas prácticas de manufactura.	NO

Tabla 13: Análisis de peligros – Etapa: almacenamiento de materia prima.

Etapas del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	B	Presencia de mohos por alta temperatura y humedad del ambiente.	3	3	Alto (9)	En zonas húmedas la probabilidad de encontrar mohos es alta debido a que este ambiente favorece la aparición de estos organismos.	Capacitación al personal en buenas prácticas de almacenamiento. Correcta ubicación, mantenimiento y registro de los higrómetros.	NO
	P	Presencia de objetos diferentes al grano en los sacos como astillas, lapiceros, restos de papel o plástico.	1	2	Bajo (2)	Se presenta ocasionalmente por la manipulación a la recepción y traslado. Los sacos utilizados pueden ser penetrados por las astillas u otros objetos cortantes de menor tamaño.	Contar con información meteorológica acerca del estado del tiempo y del clima de la zona. Capacitación al personal en buenas prácticas de almacenamiento. Instructivos sobre adecuado almacenamiento y manipulación de sacos.	NO

Tabla 14: Análisis de peligros – Etapa: pre limpieza.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
PRELIMPIEZA	P	Presencia de Impurezas inorgánicas u orgánicas de mayor tamaño como terrones de arena, restos de tallos de quinua, quinua con perigonio (alto % saponina), presencia de pernos o tuercas de máquinas, desprendimiento de material metálico durante el proceso.	3	2	Medio (6)	La frecuencia de ocurrencia es elevada en las plantas procesadoras ya que la materia prima viene con impurezas que son necesarias. La mayoría de las impurezas no son perjudiciales para los consumidores.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.	NO

Tabla 15: Análisis de peligros – Etapa: despedrado.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
DESPEDRADO	P	Presencia de Impurezas inorgánicas u orgánicas de mayor tamaño como terrones de arena, restos de tallos de quinua, quinua con perigonio (alto % saponina), presencia de pernos o tuercas de máquinas, desprendimiento de material metálico durante el proceso.	3	3	Alto (9)	El rozamiento entre partes metálicas ocasiona desgaste y desprendimiento de partículas metálicas cuando el mantenimiento no es adecuado.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias. La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la despedradora.	SI

Tabla 16: Análisis de peligros – Etapa: escarificado.

Etapas del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
ESCARIFICADO	B	Presencia de microorganismos patógenos como Aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella por malas prácticas de procesamiento en la tolva de recepción	2	2	Medio (4)	Es posible que las prácticas de higiene y saneamiento de los equipos no sea la adecuada y se presenten microorganismos patógenos lo cuales pueden entrar en contacto con el producto.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Cumplimiento del programa de limpieza de equipos.	NO
	C	Contaminación por exceso de saponina.	3	3	Alto (9)	La saponina está presente en los granos de la quinua y la función de esta etapa es de eliminarla por medio del escarificado, sin embargo, el proceso puede no llegar a cumplir con el objetivo.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).	SI
	P	Presencia de partículas diferentes al grano por desprendimiento de la lija escarificadora. Presencia de polvillo y restos de impurezas orgánicas.	2	1	Bajo (2)	El desprendimiento de partículas no es frecuente ya que el mantenimiento es oportuno y adecuado.	Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias. La empresa debe contar con un registro de mantenimiento y limpieza de la despedradora.	NO

Tabla 17: Análisis de peligros – Etapa: lavado en agua.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
LAVADO EN AGUA	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella en el agua.	2	3	Medio (6)	El agua es el principal vector de microorganismos patógenos. Se pueden presentar cuando el agua no ha sido correctamente tratada para potabilizarla.	Registro diario de cloro residual en el agua para proceso, corregir de encontrar un nivel muy bajo. Utilizar agua de la red de agua potable local.	NO
	C	Exceso saponina por mal lavado en agua y/o variedades muy amargas	3	3	Alto (9)	Si no se lava correctamente o debido a variedades amargas puede presentarse un exceso de saponina. El exceso de saponina puede ocasionar intoxicación.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).	SI
	P	Presencia de partículas diferentes al grano por desprendimiento de las partes metálicas. Presencia de polvillo y restos de impurezas orgánicas.	1	2	Bajo (2)	Podría producirse de acuerdo a la lógica si no se tiene cuidado Si se detecta en cualquier otra etapa posterior el producto es separado para su reprocesamiento.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).	NO

Tabla 18: Análisis de peligros – Etapa: centrifugado.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
CENTRIFUGADO	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	2	3	Medio (6)	Durante la recepción luego del centrifugado se utilizan tolvas de acero inoxidable que debe ser limpiado, una mala operación de limpieza puede generar contaminación por patógenos.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Registros de limpieza de maquinaria.	NO
	P	Presencia de partículas diferentes al grano por desprendimiento de las partes metálicas. Presencia de polvillo y restos de impurezas orgánicas.	1	2	Bajo (2)	Podría producirse debido a la falta de mantenimiento de las partes metálicas o desgaste de la maquinaria.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Se debe contar con un registro de mantenimiento preventivo y un plan de mantenimiento anual.	NO

Tabla 19: Análisis de peligros – Etapa: secado.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
SECADO	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella y mohos.	1	3	Bajo (3)	Por realizarse en un ambiente abierto puede exponerse a una contaminación cruzada ya sea por aves, roedores, personas y otros agentes. Los mohos se forman cuando la humedad de los granos es elevada.	Cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (BPM). Vigilancia del control de plagas. Se debe contar con un registro adecuado de inspección visual y contar con un procedimiento para actuar en el caso de que el producto se contamine.	SI
	C	Contaminación por combustibles, aceites y pesticidas.	2	2	Medio (4)	Este peligro puede ser ocasionado por derrames o filtraciones en el patio de secado que no han sido reportados y limpiados.	Capacitación en manejo de derrames de sustancias peligrosas. Cumplimiento del programa de higiene y saneamiento.	NO
	P	Presencia de impurezas como piedrecillas, polvillo, arenillas, pajillas, y objetos traídos por el viento.	3	1	Bajo (3)	Debido a la exposición al ambiente se pueden encontrar piedrecillas, restos de tallos y otros similares que pueden ser trasladados por el viento o por acción humana.	Cumplimiento del programa de higiene y saneamiento. Uso de cercos de mallas para evitar el viento.	NO

Tabla 20: Análisis de peligros – Etapa: lavado en vapor.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
LAVADO EN VAPOR	B	Presencia de mohos por alta humedad en grano.	3	3	Alto (9)	Los mohos pueden aparecer cuando el lavado a vapor ha sido deficiente y la humedad en el grano es alta.	<p>Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).</p> <p>Llevar un registro de humedad de los granos por cada lote. Utilizar una balanza de humedad.</p>	SI
	C	Presencia de saponina en exceso.	3	3	Alto (9)	Puede ocurrir cuando ha habido un mal lavado en el agua o cuando son variedades con mayor contenido de saponinas.	<p>Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).</p> <p>Determinación de saponina en cada lote de producción.</p>	SI
	P	Presencia de pernos, tuercas y otras partículas metálicas.	1	3	Bajo (3)	Algunas partículas objetos pueden caer dentro del mezclador o en la tolva de salida.	<p>Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).</p> <p>Se debe contar con un registro de mantenimiento preventivo y un plan de mantenimiento anual.</p>	NO

Tabla 21: Análisis de peligros – Etapa: clasificación.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
CLASIFICACIÓN	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	1	3	Bajo (3)	Durante la alimentación de la tolva del clasificador puede ocurrir contacto con superficies no limpias debido a malas prácticas de limpieza lo cual puede generar contaminación por patógenos.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Registros de limpieza de maquinaria.	NO
	P	Presencia de impurezas inorgánicas u orgánicas como piedras, restos de pajillas, hojas de plantas, arenillas, entre otros, de diámetro similar a los granos clasificados.	1	2	Medio (2)	Debido a que las mallas son de acero inoxidable y el desgaste es muy lento esto no se presenta de forma frecuente y en esta etapa los granos llegan con muy pocas impurezas, sin embargo, podría presentarse en variedades de colores oscuros.	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Mantenimiento y calibración del selector óptico.	NO

Tabla 22: Análisis de peligros – Etapa: selección óptica.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
SELECCIÓN ÓPTICA	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	2	3	Medio (6)	Durante la recepción en la tolva del selector óptico puede ocurrir contacto con superficies no limpias debido a malas prácticas de limpieza lo cual puede generar contaminación por patógenos.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Registros de limpieza de maquinaria. Evaluación de proveedores en cumplimiento con las buenas prácticas agrícolas.	NO
	P	Presencia de semillas de otras especies.	1	1	Bajo (1)	La frecuencia de ocurrencia es muy baja debido a que la función del selector óptico es separar aquellas semillas o partículas diferentes al grano de quinua limpio.	Cumplimiento del Plan de mantenimiento de maquinarias y equipos, cumplimiento de POES.	NO

Tabla 23: Análisis de peligros – Etapa: selección gravimétrica.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
SELECCIÓN GRAVIMÉTRICA	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	2	3	Medio (6)	Durante la recepción en la tolva del selector gravimétrico puede ocurrir contacto con superficies no limpias debido a malas prácticas de limpieza lo cual puede generar contaminación por patógenos.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Verificación del cumplimiento del POES mediante registros de limpieza de maquinaria.	NO
	P	Presencia de materiales diferentes al grano como piedrecillas, pajillas, semillas o polvillo.	1	2	Bajo (2)	En esta etapa es poco frecuente encontrar partículas diferentes al grano, sin embargo, podría encontrarse debido a contaminación externa o por fallas en los procesos anteriores.	Evaluación de proveedores en cumplimiento con las buenas prácticas agrícolas. Cumplimiento del Plan de mantenimiento de maquinarias y equipos, cumplimiento de POES.	NO

Tabla 24: Análisis de peligros – Etapa: pesado y envasado.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
PESADO Y ENVASADO	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	2	3	Medio (6)	Durante la manipulación es posible que las superficies en contacto no estén limpias y puedan haber sido contaminadas con algún patógeno.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Verificación del cumplimiento del POES mediante registros de limpieza de las superficies de trabajo.	SI
	C	Contaminación por aceites o grasas generados por la cosedora de sacos.	1	2	Bajo (2)	Durante el cierre de los sacos de producto terminado podría darse el caso de que el implemento de costura pueda tener residuos de grasas utilizadas en el mantenimiento de este.	Verificación de productos lubricantes. Utilizar lubricantes de grado alimentario.	NO
	P	Presencia de insectos en el producto terminado.	2	2	Medio (4)	Es posible que insectos voladores o rastreros puedan terminar dentro de los sacos de producto terminado cuando no se cumple con un programa de desinsectación y limpieza diaria.	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Verificación del cumplimiento del POES. Verificación del programa de control de plagas.	NO

Tabla 25: Análisis de peligros – Etapa: almacenamiento.

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo	Justificación	Medidas para prevenir, controlar, o reducir el riesgo	Peligro significativo
ALMACENAMIENTO	B	Presencia de mohos por alta temperatura y humedad de ambiente.	3	3	Alto (9)	En zonas húmedas la probabilidad de encontrar mohos es alta debido a que este ambiente favorece la aparición de estos organismos.	Registro de ubicación, mantenimiento y registro de los higrómetros. Contar con información meteorológica acerca del estado del tiempo y del clima de la zona.	SI
	C	Contaminación por agentes químicos como combustibles, pesticidas, insumos de limpieza u otros.	1	3	Bajo (3)	Las malas prácticas de almacenamiento pueden ocasionar contaminación cruzada cuando el almacén de producto terminado se utiliza para almacenar productos químicos. Se presenta ocasionalmente por la manipulación a la recepción y traslado.	Capacitación al personal en buenas prácticas de almacenamiento. Verificar diariamente el estado de los almacenes.	NO
	P	Presencia de objetos diferentes al grano en los sacos como astillas, lapiceros, restos de papel o plástico.	1	2	Bajo (2)	Los sacos utilizados pueden ser penetrados por las astillas u otros objetos cortantes de menor tamaño.	Instructivos sobre adecuado almacenamiento y manipulación de sacos.	NO

h. Determinación de Puntos Críticos de Control.

La determinación de los puntos críticos de control (PCC) se realiza mediante un árbol de decisiones que se presenta en la Figura N°5.

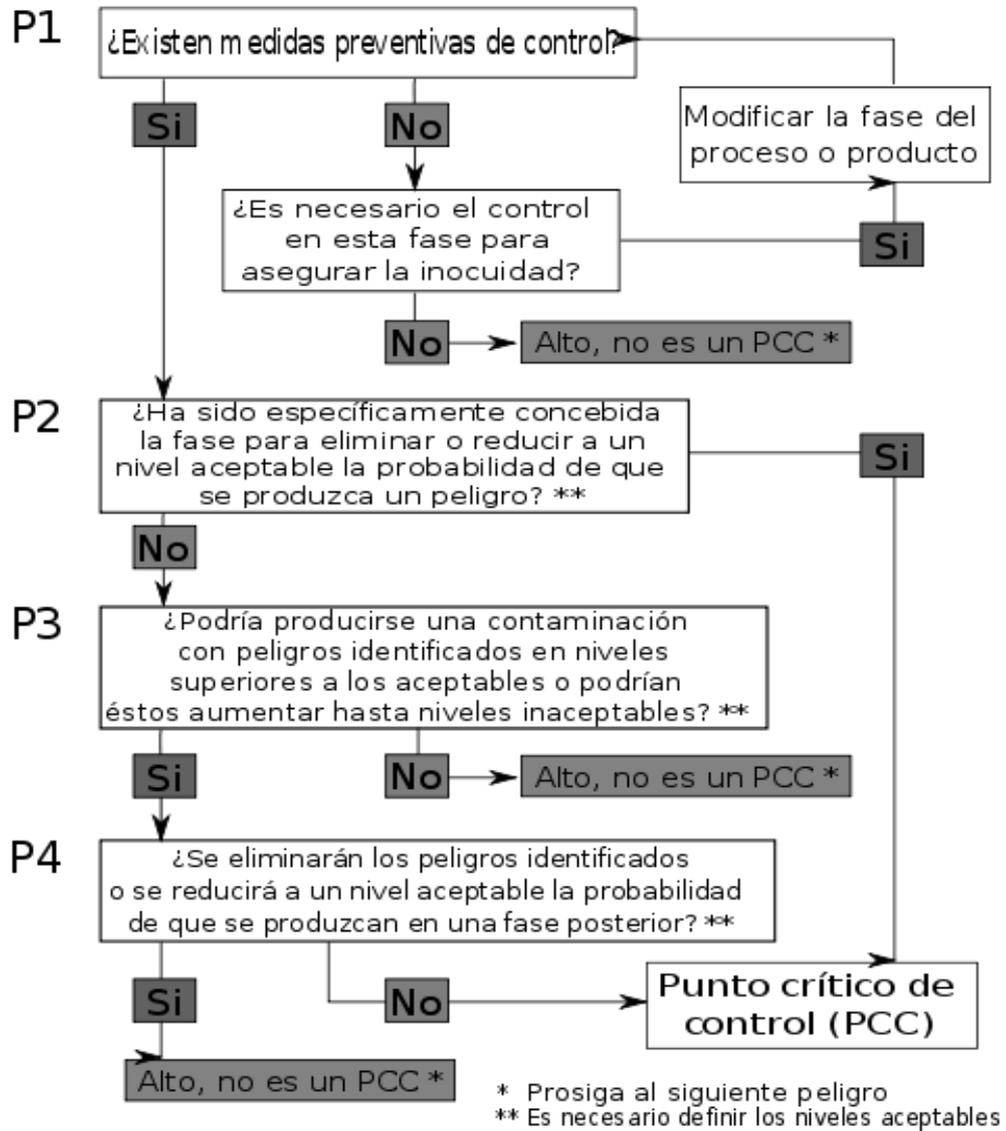


Figura 5: Árbol de decisiones para etapas

FUENTE: Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos – manual de capacitación FAO, 2002)

En la Tabla 26 se han determinado los puntos críticos de control mediante un árbol de decisiones para cada etapa.

Tabla 26: Determinación de los PCC (puntos críticos de control).

Etapa del proceso	Tipo de peligro	Peligro	P1. ¿Existen medidas preventivas de control?	Medidas preventivas	P2. ¿Fase específica para controlar el peligro?	P3. ¿Podría proliferar a niveles inaceptables en esta etapa?	P4. ¿La siguiente etapa elimina o controla el peligro?	Es PCC
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: QUINUA	C	Presencia de pesticidas, plaguicidas, fungicidas y residuos de combustible.	SI	<p>Cumplimiento de las BPA durante toda la etapa del cultivo.</p> <p>Evaluación de proveedores que incluye visitas a los productores.</p> <p>Convalidación con certificaciones de buenas prácticas agrícolas.</p>	NO	SI	NO	SI
	P	Presencia de piedrecillas, pajillas, semillas de malezas e impurezas en general.	SI	<p>Cumplimiento con el manejo de post cosecha según las BPA por parte de los proveedores de materia prima.</p> <p>Capacitaciones del área de control de calidad durante la recepción de materias primas.</p> <p>Evaluación de proveedores que incluye visitas a los productores.</p>	NO	NO	-	NO

Continuación...

DESPEDRADO	P	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora.	SI	capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.	NO	NO	-	NO
ESCARIFICADO	C	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora.	SI	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora. Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).	NO	SI	SI	NO
LAVADO EN AGUA	C	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora.	SI	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora. capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM).	NO	SI	SI	NO
SECADO	B	La empresa contará con un registro de mantenimiento y limpieza de la Despedradora.	SI	Cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (BPM). Vigilancia del control de plagas. Se debe contar con un registro adecuado de inspección visual y contar con un procedimiento para actuar en el caso de que el producto se contamine.	NO	NO	-	NO

Continuación...

LAVADO EN VAPOR	B	Presencia de mohos por alta humedad en grano.	SI	Capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Llevar un registro de humedad de los granos por cada lote. Utilizar una balanza de humedad.	SI	-	-	SI
	C	Presencia de saponina en exceso.	SI	capacitación al personal en control de producción y en buenas prácticas de manufactura (BPM). Determinación de saponina en cada lote de producción.	NO	SI	NO	SI
PESADO Y ENVASADO	B	Presencia de microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, coliformes y Salmonella.	SI	Capacitación al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Verificación del cumplimiento del POES mediante registros de limpieza de las superficies de trabajo. Registro de ubicación, mantenimiento y registro de los higrómetros.	NO	NO	-	NO
ALMACENAMIENTO	B	Presencia de mohos por alta temperatura y humedad del ambiente.	SI	Contar con información meteorológica acerca del estado del tiempo y del clima de la zona.	NO	NO	-	NO

Como resultado del análisis de peligros y la determinación de los PCC en la Tabla 27 se procede a establecer los límites críticos y las acciones correctivas en el caso de superarlos que se presentan.

Tabla 27: Establecimiento de límites críticos, monitoreo y acciones correctivas, etapa de recepción de materia prima: quinua

Punto crítico de control	Peligro significativo	Límite crítico para cada medida preventiva	Monitoreo				Acciones Correctivas
			¿Que?	¿Como?	¿Frecuencia?	¿Quién?	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: QUINUA	Presencia de pesticidas, plaguicidas, fungicidas y residuos de combustible.	Ausencia de residuos de plaguicidas.	Evaluación de proveedores aprobada.	La empresa realiza una evaluación de proveedores de materias primas la cual incluye visitas a los campos y almacenes por lo menos una vez al año.	La evaluación se realiza 2 veces al año.	Asistente de calidad.	Cuando los análisis tienen resultados con niveles de LMRs por encima de los permitidos por la legislación o requerimientos del cliente se descartan los lotes sin opción a reproceso.
			Análisis de residuos de plaguicidas a la quinua a granel.		El análisis de residuos de plaguicidas se realiza 1 vez al año.	Jefe de calidad e inocuidad.	Una evaluación de proveedor desaprobada impedirá el procesamiento de la quinua de todos los lotes recibidos de dicho proveedor.

Tabla 28: Establecimiento de límites críticos, monitoreo y acciones correctivas, etapa de lavado en vapor

Punto crítico de control	Peligro significativo	Límite crítico para cada medida preventiva	Monitoreo				Acciones Correctivas
			¿Que?	¿Como?	¿Frecuencia?	¿Quién?	
LAVADO EN VAPOR	Presencia de mohos por alta humedad en grano.	<p>Humedad de grano:</p> <p>Max: 12.5% (salida del sistema de lavado a vapor)</p>	El porcentaje de humedad en el grano.	<p>El asistente de calidad medirá la humedad para cada lote de 1000 kg antes de que el producto sea transportado al área de clasificado.</p> <p>La medición de humedad se realiza con un higrómetro portátil y/o estacionario, el resultado se expresa en %.</p>	Por cada lote de 1000 kg aproximadamente	<p>Asistente de calidad</p> <p>Jefe de calidad e inocuidad</p>	De obtenerse resultados análisis de humedad no son satisfactorios, el jefe de calidad e inocuidad ordena un segundo secado inmediato, hasta conseguir los resultados esperados.
	Presencia de saponina en exceso.	Igual o mayor a 0.005mg/100g de saponina en un lote de muestra de 1000kg	El contenido de saponina por cada lote de 1000 kg de quinua lavada a vapor.	Se realizará el análisis en el laboratorio de control de calidad mediante un procedimiento acorde a la NTP 205.062:20148 (prueba afro simétrica).	Por cada lote de 1000 kg aproximadamente	<p>Asistente de calidad.</p> <p>Jefe de calidad e inocuidad.</p>	Si se comprueba que los resultados del análisis de laboratorio no son satisfactorios, el jefe de calidad e inocuidad ordena un segundo lavado inmediato, hasta conseguir los resultados esperados.

i. Verificación y validación del Plan HACCP.

Las verificaciones se realizan antes y después de la implementación, se incluirán en esta los siguientes:

- Diagrama de flujo coherente con las operaciones.
- Todos los peligros han sido identificados e incluidos.
- Medidas preventivas para cada peligro identificado.
- Límites críticos que aseguran productos inocuos.
- Procedimientos de monitoreo adecuados para obtener información.

La frecuencia de las verificaciones será como mínimo semestral o cuando se requiera que el equipo HACCP lleve a cabo una revisión al Plan. Se verificará si hay fallas en el sistema, si han ocurrido cambios significativos en los procesos, en los equipos y si hay necesidad de ampliar el alcance del Plan.

j. Revisión del Monitoreo.

Los registros de las actividades de monitoreo y de las acciones correctivas tomadas son revisados por el jefe de calidad e inocuidad. Para el caso de los PCC, los registros son revisados diariamente y para el caso del registro de no-conformidad y Acciones Correctivas, estas son revisadas en la fecha en la que se genera el formato y/o se da solución al problema.

k. Análisis de producto terminado.

El producto procesado en planta es analizado para verificar si cumplen con los estándares fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos definidos por la empresa según los requisitos legales y del cliente.

l. Auditorías.

Se conducirán auditorías internas o externas anuales, independientes de las auditorías de tercera parte, programadas y planificadas por el equipo Auditor designado para verificar si el sistema ha sido implementado efectivamente y cumple con los objetivos propuestos.

m. Documentación y registros.

Los documentos y registros que son mantenidos por el sistema son los siguientes:

- Plan HACCP.
- Plan de Higiene y Saneamiento.
- Manual de fichas técnicas de materias primas e insumos.

Los registros de control para el Plan HACCP.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La producción y el procesamiento de la quinua peruana se encuentra en crecimiento debido a la creciente demanda de alimentos saludables y las nuevas tendencias de alimentación con super alimentos.

En el campo de la producción la creciente demanda está logrando que los productores mejoren sus técnicas de cultivo observándose mayores rendimientos en comparación con los promedios de los últimos 10 años.

En el campo de la industria de la quinua, las plantas de proceso se han incrementado y mejorado en cuanto a capacidad de procesamiento y adopción de nuevas tecnologías.

Las etapas más importantes para asegurar la inocuidad en el proceso de la quinua perlada son dos, la recepción de materia prima (quinua) y el lavado.

- En la primera etapa se debe asegurar que la quinua que se produce o que es entregada por los proveedores cumple con las buenas prácticas agrícolas de manejo del cultivo; incluyendo el uso racional de plaguicidas, respetando los límites máximos de residuos, y que la cosecha y postcosecha se haya realizado en condiciones óptimas, esto es debido a que la presencia de plaguicidas, microorganismos secundarios o toxinas no podrán ser eliminados en las etapas siguientes.
- La segunda etapa, la de lavado de la quinua, en donde se lleva a cabo la desaponificación, es igualmente importante ya que la saponina es un componente tóxico que no es deseable en el producto terminado porque puede ocasionar daños a la salud humana.

El Plan HACCP presentado se basa en plantas procesadoras que se encuentran en operación actualmente y que han logrado obtener una certificación HACCP de tercera parte, puede tomarse como una guía de cómo debe abordarse cada etapa del proceso para el desarrollo del Plan HACCP, sin embargo, cada empresa deberá realizar un exhaustivo análisis de sus procedimientos y determinará cuáles son sus puntos críticos y como deberá monitorearlos a fin de garantizar un proceso inocuo. El Plan HACCP mostrado.

5.2. Recomendaciones

Las plantas de proceso deben cumplir con los requisitos legales que son regulados por el SENASA para el caso de materias primas y dentro de estos se encuentra la implementación del sistema HACCP el cual se fundamenta en determinar aquellos puntos críticos, vigilarlos y llevar a cabo acciones correctivas para mantener la inocuidad durante todo el proceso.

El sistema HACCP es también un requisito para la gran mayoría de mercados de exportación por lo que es necesario que, además de contar con un sistema HACCP implementado para el cumplimiento de la regulación local, también sea certificado por una auditoría de tercera parte.

La inocuidad de los alimentos se rige por normativas que pueden ir cambiando a medida que aparecen nuevas tecnologías o situaciones como la pandemia global por la Covid-19 que nos ayudan a identificar nuevos peligros que antes no habían sido tomados en consideración, es por esto que, el Plan HACCP de una empresa debe ser revisado y adaptado cada cierto tiempo.

La inocuidad de los alimentos debe ser una prioridad de las políticas de salud pública, especialmente en los países en desarrollo en los que esta cuestión puede ser una de las dificultades más importantes para acceder a los mercados de exportación. La FAO y la Organización Mundial del Comercio (2018) mencionan que: “Los alimentos no aptos para el consumo plantean un gran problema social y de desarrollo, y la salud pública no puede mejorar si los alimentos que llegan a los consumidores no son inocuos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz, A. (2009). Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios, (Serie de Agronegocios. Cuadernos de Exportación, IICA, ISSN 1817-7603; no.12), 16.
- Food Safety Preventive Controls Alliance. (2016). Controles preventivos de alimentos para humanos de la FSPCA, Manual del participante, 50.
- Cruces, L.; Callohuari, Y. & Carrera, C. (2016). Quinoa Manejo Integrado de Plagas. Estrategias en el cultivo de la quinoa para fortalecer el Sistema Agroalimentario en la zona Andina. FAO. 189 p.
- Dughetti, A.C. (2015). La chinche diminuta *Nysius simulans*: plaga emergente en quinoa y otros cultivos en el valle bonaerense del Río Colorado. Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, 12(24): 5-8.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Ministerio de Sanidad y Consumo de España. (2002). Sistemas de calidad de inocuidad de los alimentos - Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC). 51-61.
- Norma Técnica Peruana: NTP 011.453 2014 GRANOS ANDINOS. Quinoa y cañihua. Buenas prácticas de manufactura en plantas de procesamiento.
- Norma Técnica Peruana: NTP 011.458 2015 GRANOS ANDINOS. Quinoa. Buenas Prácticas Agrícolas.
- Norma Técnica Peruana: NTP 205.062 2014 GRANOS ANDINOS. Quinoa. 2ª Edición.
- FAO/ OMS. (2021). Codex Alimentarius - Principios generales de higiene de los alimentos cxc-1969 (Rev. 2021). Pag 2-3.
- Ministerio de Agricultura y Riego -Perú. (2018). Manejo agronómico prácticas de conservación de suelos, producción, comercialización y perspectivas de granos andinos. 1-4.

- Rojas, W., Soto, J., Pinto, M., Jäger, M. & Padulosi, S. (2010). Granos Andinos – Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. 121-124.
- FAO y OMC. (2018). Comercio y Normas Alimentarias. ISBN 978-92-870-4506-5 (PDF). 37-38.
- Bellemare, M., Gitter, S., Kasterine, A., Obregon, E. & Zotz, A. (2016). Trade in Quinoa: Impact on the Welfare of Peruvian Communities. International Trade Centre, Geneva, Switzerland. 4-6.
- Aguilar, P.C. & Jacobsen, S.E. (2003) Cultivation of quinoa on the Peruvian Altiplano. *Food Rev. Int.*, 19: 31-41
- FAO. (2011). La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 58 p. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>
- Meyhuay, M. (1997). Quinoa: operaciones de poscosecha. Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA)/ FAO. 17-22. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ar364s.pdf>
- Gómez, L; Aguilar, E. (2016). Guía del Cultivo de la Quinoa. 2 ed. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina
- IICA (2015) El mercado y la producción de quinua en el Perú. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Lima. Perú. 172p.
- Bois, J.F., Winkel, T., Lhomme, J.P., Faffaillac, J.P. & Rocheteau, A. 2006. Response of some Andean Cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperatura: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal of Agronomy* 25: 299-308. doi:10.1016/j.eja.2006.06.007
- Gonzalez, J., Konishi, Y., Bruno, M., Valoy, M. & Prado, F. (2012). Interrelationships among seed yield, total proteína and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agoecological regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92:1222-1229.

- Jacobsen, S.E., Liu, F. & Jensen, C.R. (2009). Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Sci Hort* 122:281–287.
- Mattila, P., Mäkinen, S., Euroola, M., Jalava, T., Pihlava, J.M., Hellström, J. & Pihlanto, A. (2018). Nutritional Value of Commercial Protein-Rich Plant Products. *Plant Foods for Human Nutrition* 73:108–115.
- Mujica, A., Jacobsen, S.E., Izquierdo, J. & Marathée, J.P. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. In: Izquierdo Fernández JI et al (ed) *Cultivos Andinos*. FAO, Santiago (CD-ROM).
- Pinedo, R., Gómez Pando, L. & Julca Otiniano, A. (2017). Caracterización de los sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino*. Vol 10_02- Julio-Diciembre 2017 (ISSN: 2070-836X): 351-364.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Lafelice, G. & Marconi, E., d' An dria. (2012). Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and Non-saline Irrigation Regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science* 198: 254-263. ISSN 0931-2250.
- Rao, N.K., Hirich, A., Salehi, M., Saadat, S. & Jacobsen, S.E. (2019). Quinoa: A New Crop for Harsh Environments. *Springer Book: © Springer Nature Switzerland AG B. Gul et al. (eds.), Sabkha Ecosystems, Tasks for Vegetation Science*, 6: 301-333. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04417-6_19.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Melgarejo-Cabello S, Pihlava JM. (2019). Nutritional Value and Bioactive Compounds in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) and Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L. In: *Quinoa: Cultivation, Nutritional Properties and Effects on Health*. Peiretti, P and Gai, F. editors. Nova Science Publishers.
- Robles J., Jacobsen S-E., Rasmussen C., Otazu V. & Mandujano J. (2003). Plagas de aves en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú central. *Rev. Per. Ent.* 43: 147-151.

SENASA. (2014). Guía de Buenas Prácticas agrícolas para el cultivo de la quinua Buenas.

Recuperado de:

<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf>

Zaman M, Shahid S.A. & Heng L. (2018). Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques, Springer, Switzerland. Doi:

https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3_2.