



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

FACULTAD DE CIENCIAS Y FILOSOFÍA

“ALBERTO CAZORLA TALLERI”

**METODOLOGÍAS PARA PREVENIR EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO Y
NO ENZIMÁTICO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA DE AJÍ
AMARILLO EN UNA EMPRESA ALIMENTICIA DE LIMA - PERÚ.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN QUÍMICA**

AUTORA:

MAYRA MAYUMI PORTAL PAREDES

ASESOR:

DR. FRANCISCO JOSE PEIRANO BLONDET

Lima - Perú

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi querida madre por su apoyo incondicional y a mi hija

Abril quien me da fuerzas de seguir superándome en la vida.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo de suficiencia profesional no habría sido posible sin el apoyo brindado de las personas que de manera de gratitud mencionaré en las siguientes líneas.

En primera instancia agradecer a dios por la vida y todo lo brindado.

A mi querida madre Nancy Paredes, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida personal y profesional.

A mi asesor el Dr. Francisco José Peirano Blondet, por su disponibilidad al apoyarme y guiarme en todo lo consultado.

A la empresa donde laboré y pude desarrollarme como profesional en mi área.

A mi hermana Kelly por apoyarme incondicionalmente con los cuidados de mi hija.

Finalmente agradecer a Marco por ser mi compañero y estar pendiente en mis proyectos personales.

METODOLOGÍAS PARA PREVENIR EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO Y NO ENZIMÁTICO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA DE AJÍ AMARILLO EN UNA EMPRESA ALIMENTICIA DE LIMA - PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1%
3	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Ají Amarillo.....	5
2.2. Taxonomía.....	5
2.3. Morfología general.....	6
2.4. Fruto.....	6
2.5. Pardeamiento.....	7
2.5.1. Pardeamiento enzimático	7
2.5.2. Pardeamiento no enzimático	9
2.5.3. Reacción de Maillard.....	9
2.6. Análisis de peligro	10
2.6.1. Peligros biológicos.....	10
2.6.3. Peligros físicos.....	10
2.6.4. Peligros químicos	10
2.7. Riesgo.....	11
2.8. Gravedad o Severidad	11
2.9. Importancia del peligro.....	12
2.9.1. Método para evaluar la importancia de un peligro	12
2.9.2. Secuencia de decisiones para identificar los puntos críticos de control en materia e insumos.....	13
2.9.3. Determinación de puntos críticos de control	14
III. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivos generales.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1. Materia prima	15

4.2.	Muestra	15
4.3.	Materiales y equipos de laboratorio	15
4.3.1.	Reactivos	15
4.3.2.	Materiales	16
4.3.3.	Equipos	16
4.4.	Metodología	16
4.4.1.	Método de análisis	16
4.5.	Procedimiento para la elaboración de pasta de ají amarillo.	18
V.	RESULTADOS	25
5.1.	Características organolépticas y físico - químicas de la pasta de ají amarillo.....	25
5.2.	Diagrama de flujo para elaboración de pasta de ají amarillo	26
5.3.	Análisis de puntos críticos de control detectados en la elaboración de pasta de ají amarillo	27
5.3.1.	Puntos críticos de control (PCC) identificados en la elaboración de pasta de ají amarillo	31
5.4.	Resultado de producción con metodología modifica en etapa de escaldado y cocción.	33
5.5.	Propuesta de plan de mejora	34
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
6.1.	Características organolépticas, físico – químicas	35
5.2.	Temperatura y tiempo de escaldado	36
6.3.	Puntos críticos de control	37
6.3.	Propuesta de plan de mejora	37
VII.	CONCLUSIONES	38
VIII.	RECOMENDACIONES	39
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolló con datos e información de la línea de pastas de ají de una empresa dedicada a la producción de alimentos y servicio de maquila, ubicada en el distrito de Surco perteneciente a la provincia de Lima - Perú.

La empresa en mención detectó una problemática de cambio de coloración en la producción de pasta de ají amarillo en fechas de alta demanda. Una de las causas detectadas fue el exceso de tiempo de almacenamiento por más de 48 horas de materia prima cortada y despepitada, previo a la etapa de escaldado, desarrollando un cambio de coloración visible en la etapa de molienda. El objetivo de este trabajo es proponer metodologías y estrategias para prevenir o controlar el pardeamiento enzimático y no enzimático en la producción de pasta de ají amarillo. La metodología utilizada fue modificada respecto a la habitual en dos etapas: escaldado y cocción. La variación de temperatura de escaldado fue de 85°C a 95°C, con disminución de tiempo de exposición de 5 a 3 minutos. Respecto a la etapa de cocción hubo una reducción de 15 a 10 minutos, obteniendo como resultado una producción modificada con coloración aceptable y valores fisicoquímicos dentro de los parámetros establecidos para pastas de ají amarillo. Llegando a la conclusión que la metodología modificada logró reducir visiblemente el pardeamiento enzimático producido inicialmente y corroborando lo mencionado con valores físico-químicos analizados en el laboratorio de control de calidad de la empresa, asegurando la inocuidad del producto final y satisfacción del cliente.

Palabras clave: pardeamiento enzimático, pardeamiento no enzimático, ají amarillo, inocuidad.

ABSTRACT

This professional proficiency project was developed using data and information from the line of chili paste of a company dedicated to food production and contract manufacturing, located in the Surco district, part of the province of Lima, Peru.

The company in question identified an issue with color changes in the production of yellow chili paste during periods of high demand. One of the identified causes was the excessive storage time of cut and deseeded raw materials for more than 48 hours before the blanching stage, leading to visible discoloration during the grinding stage.

The objective of this work is to propose methodologies and strategies to prevent or control enzymatic and non-enzymatic browning in the production of yellow chili paste. The methodology used was modified in two stages: blanching and cooking. The blanching temperature was varied from 85°C to 95°C, with a reduction in exposure time from 5 to 3 minutes. Regarding the cooking stage, there was a reduction from 15 to 10 minutes. As a result, a modified production with an acceptable color and physicochemical values within the established parameters for yellow chili paste was achieved.

In conclusion, the modified methodology significantly reduced the initial enzymatic browning, as confirmed by physicochemical values analyzed in the company's quality control laboratory, ensuring the safety of the final product and customer satisfaction.

Keywords: enzymatic browning, non-enzymatic browning, yellow chili, safety.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de exportación de pastas de ají en los últimos años se debe a su importancia en el arte culinario fuera del país (1). En la industria de pastas de ají se trata de evitar el pardeamiento para no producir ninguna alteración en su presentación final. Existen dos tipos de pardeamiento, pardeamiento enzimático y no enzimático (2). El pardeamiento enzimático se encuentra dentro de las reacciones de oxidación, teniendo como sustrato al oxígeno molecular y a las enzimas polifenoloxidasa y peroxidasa, entre otras como responsables de dicha reacción (3). Este tipo de pardeamiento se genera catalizando la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas formando pigmentos oscuros llamadas melaninas (3). El pardeamiento no enzimático es el fenómeno de oscurecimiento de naturaleza química, formando melanoidinas mediante la reacción de maillard (Condensación entre compuestos carbonilos con derivados de aminas) (4). La industria alimentaria cada día es más rigurosa y exigente, por este motivo se ha aprobado la norma del sistema HACCP “Hazard Analysis Critical Control Points” (5) a productos destinados de consumo nacional e internacional (6). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), este sistema ha sido diseñado para controlar el proceso de producción basado en principios y conceptos preventivos mediante la identificación de puntos críticos de control (7). La empresa donde se detectó dicha problemática viene aplicando el sistema Haccp hace varios años, sin embargo se generó un pardeamiento enzimático por un exceso de tiempo de almacenamiento por más de 48 horas de materia prima cortada y despepitada previa etapa de escaldado, produciendo una variación de color detectado en la etapa de molienda. La aplicación de metodologías para prevenir y detener el pardeamiento enzimático y no enzimático es de suma importancia debido a que se evita pérdidas de producción, horas extras de trabajo y dinero.

1.1. Planteamiento del problema

El análisis sensorial u organoléptico es primordial en la producción de pasta de ají amarillo, una alteración en color o sabor puede ocasionar insatisfacción en el cliente y consumidor. Por ende, el pardeamiento es uno de los peligros que trata de evitarse dentro de la producción, sin embargo, es uno de los problemas que fueron detectados en la empresa. Un error de cálculo de capacidad de producción en fecha de alta demanda generó excedente de materia prima cortada y despepitada lista para entrar a las siguientes etapas del proceso de obtención de pasta de ají amarillo. El exceso de almacenamiento de materia prima cortada y despepitada generó un pardeamiento enzimático por daño de tejido vegetal según la base biológica. Como acción inmediata se analizó el problema y se realizó cambios en metodología habitual mejorando visiblemente la coloración inicial y valores fisicoquímicos para pasta de ají amarillo. Dentro de mi experiencia laboral como profesional de la carrera de Química, la problemática fue identificada, analizada, evaluada y resuelta satisfactoriamente.

1.2. Justificación

El ají amarillo es un ingrediente principal e indispensable en algunas preparaciones de la gastronomía peruana como: Ceviche peruano, el tiradito, escabeche entre otros. Conseguir dicho insumo en el extranjero puede resultar muy complicado. Obtener la pasta de ají amarillo listo para ser utilizado en alguna preparación en cualquier parte del mundo es una gran ventaja. La pasta de ají amarillo presenta características organolépticas particulares determinantes de su buen proceso y buena calidad; conservar dichas características es indispensable. El fenómeno de pardeamiento enzimático es un problema en la industria alimentaria y se le conoce como una causa de pérdida de valor comercial y calidad. En el presente trabajo se propondrá metodologías y estrategias para prevenir o controlar el pardeamiento enzimático y no enzimático, así mismo, se evidenciará los

factores que influyen en dicha reacción, se mostrarán los puntos críticos de control en la producción de pasta de ají amarillo con apoyo del diagrama de flujo, la importancia de este trabajo consiste en mostrar la solución que se desarrolló frente a la problemática surgida y dar a conocer a la empresa las metodologías y estrategias que se vienen aplicando en la industria alimentaria para evitar o controlar el pardeamiento, evitando pérdidas económicas para la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Ají Amarillo

El género “*Capsicum*” posee una gran variedad de especies, dentro de ello encontramos al *Capsicum baccatum* L. var. *Pendulum*, llamado ají amarillo o ají escabeche, ingrediente fundamental en muchas recetas dentro de la gastronomía peruana (8) (9). Según lo publicado por ADEX (Asociación de Exportadores), del total de ajíes nativos, el producto más relevante fue el ají amarillo, al representar el 57% del total (10).

2.2. Taxonomía.

El Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS) propone la siguiente jerarquía taxonómica (9) (11).

Reino: Plantae.
División: Tracheophyta.
Clase: Magnoliopsida.
Orden: Solanales.
Familia: Solanaceae.
Género: <i>Capsicum</i> L.
Especie: <i>Capsicum baccatum</i> L.
Variedad: <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>Pendulum</i> .
Sinónimo: <i>Capsicum pendulum</i> Willd.

2.3. Morfología general

El género “*Capsicum baccatum* “o llamado ají escabeche, ají amarillo, posee un ciclo de vida perenne con un cultivo de manera anual por su alta demanda en la industria alimentaria (9). Son arbustos con tallos rectos, poseen altura y forma variable según sus condiciones de cultivo, tiene hojas enteras y peciolo largo con forma lanceolada u ovoide (9). En cuanto al crecimiento se da alternadamente a lo largo del tallo con un rango aproximado de 0.6 a 12 cm de longitud (9).

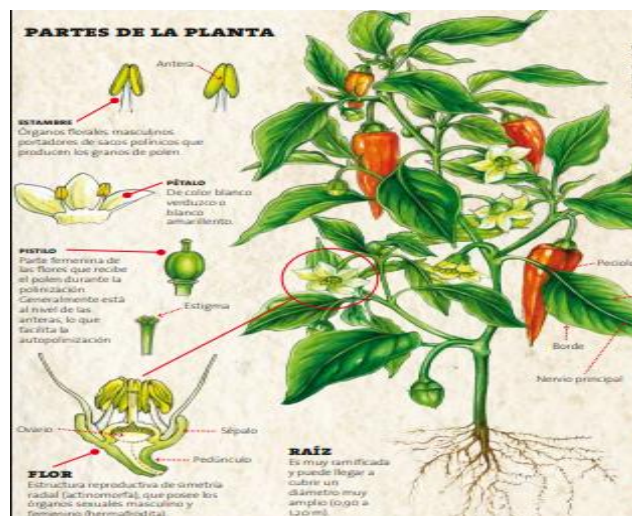


Figura 25: Partes de la flor de los capsicum (1).

Fuente: Revista Ajíes Peruanos - UNALM (1).

2.4. Fruto

El ají amarillo presenta una baya con superficie lisa y brillante como fruto, posee una variabilidad de coloración en su etapa de fructificación, verde para etapa inicial y anaranjado para la etapa final, posee forma cónica o una forma redonda con tamaño variable (1) (9). En el interior del fruto se encuentra los 2 a 4 lóbulos con cavidad en la placenta y pared del fruto (9). La capsaicina es la responsable del grado de purgencia o picor del ají, esta se determina por glándulas entre el punto de unión de la placenta y la pared de la vaina (1) (9).



Figura 26: Fruto *capsicum baccatum*.



Figura 27: Parte interna del fruto *capsicum baccatum*.

Fuente: Revista *Ajés Peruanos* – UNALM (1). **Fuente:** Revista *Ajés Peruanos* – UNALM (1).

2.5. Pardeamiento

La industria alimentaria que depende de frutas y hortalizas como materia prima, tiene como objetivo principal la prevención o inhibición del pardeamiento, sea enzimático o no enzimático.

2.5.1. Pardeamiento enzimático

Los alimentos ricos en fenoles son los primeros en desarrollar pardeamiento enzimático, alterando su color, sabor, textura y valor nutricional. Este pardeamiento se da mediante la transformación de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, llamados melaninas de colores pardos o negros (12). Para llevar a cabo esta reacción se necesita la presencia de oxígeno molecular, enzima polifenoloxidasas, substratos apropiados y cobre en el centro activo de la enzima (12). Para aumentar la velocidad de reacción va a depender de varios factores como: actividad enzimática de la enzima y su concentración, así mismo, la naturaleza de los compuestos fenólicos, temperatura, actividad del agua, pH y cantidad de oxígeno disponible en su tejido vegetal, entre otros (13).

Chahuayo (14) en su trabajo de investigación utilizó a la “Bromelina” extraído de la piña como inhibidor de pardeamiento enzimático en pasta de palta. Así mismo, Izquierdo y

Villanueva (15) evaluaron la inactivación de la enzima polifenoloxidasas mediante el escaldado en inmersión y uso de antioxidantes en puré de palta “Has”, los antioxidantes utilizados fueron el ácido ascórbico y alfa tocoferol. Observando un resultado positivo para el alfa tocoferol como inhibidor sobre el pardeamiento enzimático. Así mismo Arrázola y Alvis (16) realizaron estudios sobre el efecto del tiempo y temperatura de escaldado sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasas en dos variedades de camote, evaluando el comportamiento de esta enzima en la metodología de escaldado en inmersión de agua, obteniendo resultados positivos a temperaturas aproximadamente de 85°C por un tiempo de 180s reduciendo la actividad de la enzima en 86.8%.

2.5.1.1. Mecanismo de reacción del pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático consta de dos etapas, la primera fase convierte los monofenoles a quinonas en dos pasos: hidroxilación de monofenoles a orto difenoles y oxidación de orto difenoles a orto quinonas (17) (18). La enzima polifenoloxidasas es la responsable y esencial para la acción enzimática del oxígeno molecular (17) (18). La segunda fase es más compleja ya que no es reacción enzimática, las orto quinonas son oscilantes en agua siendo muy reactivas, capaces de modificar covalentemente especies nucleófilas el interior de las células conduciendo a la formación de polímeros marrones, conocido como melaninas (17).

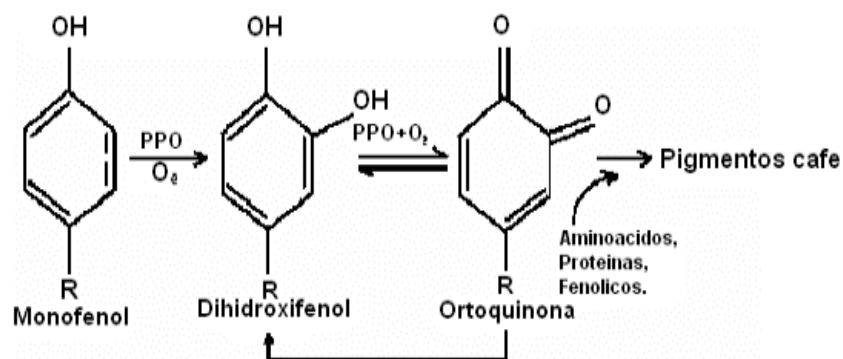


Figura 1: Reacciones catalizadas por la polifenoloxidasas. (17)

2.5.2. Pardeamiento no enzimático

El pardeamiento no enzimático es llamado fenómeno de oscurecimiento, su naturaleza es netamente química, produciendo polímeros pardos llamados melanoidinas generadas por reacciones de maillard, la caramelización y el deterioro del ácido ascórbico (2) (14). Este tipo de pardeamiento es acelerado por el calor, se puede llegar a observar en procesos como la cocción, pasteurización donde participa elevadas temperaturas. El pardeamiento no enzimático se basa en las condensaciones de compuestos carbonilos y aminados, peroxidación de lípidos y caramelización de carbohidratos (14) (18).

2.5.3. Reacción de Maillard

En esta reacción participan los azúcares reductores, grupos aminos son mezclados con los carbonilos provenientes de aminoácidos y proteínas (4) (18). En el proceso de condensación de Maillard los glúcidos son más importantes que los aminoácidos.

La reactividad que presentan las pentosas es mayor que la de las hexosas, las aldosas frente a las cetosas actúan más rápido y los monosacáridos son más efectivos que los disacáridos (19).

2.5.1.2. Mecanismo de reacción del pardeamiento no enzimático

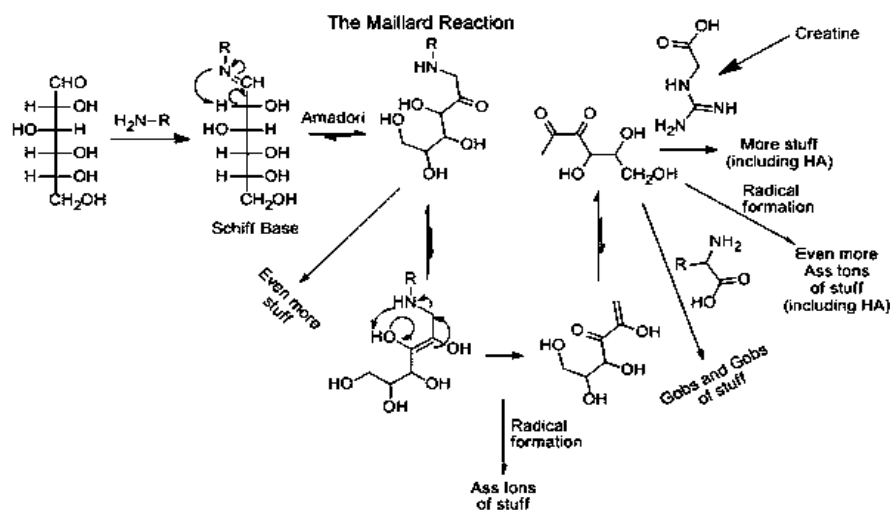


Figura 2: Mecanismo de pardeamiento no enzimático (Maillard).

2.6. Análisis de peligro

En esta parte se evalúa peligros en la materia prima y sus etapas de proceso en el diagrama flujo, considerando las acciones preventivas. Existen clasificaciones de peligros sean biológicos, químicos y físicos (20).

2.6.1. Peligros biológicos

Se hace referencia a microorganismos patógenos que por alguna razón puedan estar presentes, estos organismos pueden encontrarse tanto en los insumos como en los envases o material de empaque del producto (20). Como medida preventiva en lo mencionado anteriormente, se debe aplicar las correctamente las Buenas prácticas tanto de Manufactura (BPM) como de Almacenamiento (BPA) (20) (21). Dentro de los organismos patógenos, los aéreos mesófilos, levaduras y mohos no son considerados peligros biológicos, ya que, están relacionados directamente con el deterioro del producto o si se hace uso de maquinaria lo relacionan con la higiene de equipos, utensilios, superficies y/o ambientes, actualmente vienen siendo controlados por el “Programa de control Microbiológico” de cada empresa guiados por la “Norma de criterios Microbiológicos” N° 591-2008- MINSa (22). Regulación vigente del D.S. N° 007 – 98 – S.A., permitiendo así la rastreabilidad del producto correcto al que fue destinado y otros según el Art 14° de la R M 449 – 2006, MINSa (6).

2.6.3. Peligros físicos

Se habla de peligros físicos cuando se observa la presencia de objetos extraños (vidrios, fragmentos metálicos, astillas de madera, entre otros) que podrían estar presentes tanto en la materia prima, insumos, material de empaque o envases del producto final. En general puede llegar a ser un peligro para el consumidor (20).

2.6.4. Peligros químicos

Se identifica como peligro químico a sustancias químicas no esperadas que puedan presentarse de manera natural o sean restos de residuos de plaguicidas, ya sea en los

insumos o materias primas. Así mismo, este peligro puede estar presente en los envases y empaques en general durante el periodo de producción (20).

En general se ha evaluado el impacto de cada peligro considerando su nivel de riesgo y probabilidad de acontecimiento (20).

2.7. Riesgo

Es una posibilidad que pueda ocurrir un daño efecto adverso y que traiga consigo consecuencias y peligros en el producto esto se puede clasificar como (23).

- **Alto:** Cuando ocurre repetidas veces
- **Mediano:** Cuando podría ocurrir y se ha dado a conocer ocurre
- **Bajo:** Prácticamente no probable
- **Insignificante:** No es posible que ocurra, nunca sucede

2.8. Gravedad o Severidad

Es el impacto que puede tener un peligro o la medida del grado de resultados que puedan causar daño al consumidor (23). Se clasifica de la siguiente manera (23).

- **Grave:** Es una amenaza para la vida, que se consideran consecuencias como una enfermedad grave, ciertas lesiones irreversibles.
- **Moderado:** Lesiones o enfermedades crónicas que son producidas de manera inmediata o a un largo periodo de tiempo.
- **Baja:** Posibles contusiones, lesiones, enfermedades leves que no suelen presentarse o casi no se presentan, si llegase a presentarse sería sólo en dosis elevadas durante y un periodo largo. Causa una enfermedad tratable.
- **Insignificante:** Causa una ligera molestia.

2.9. Importancia del peligro

Su importancia se basa en dar a conocer peligros significativos como medida preventiva para asegurar la inocuidad de los alimentos, teniendo como referencia el riesgo y la severidad (20). La evaluación de riesgo y severidad se basa en el tiempo que se encuentra expuesto la experiencia tecnológica y los resultados de no controlar el peligro (20).

2.9.1. Método para evaluar la importancia de un peligro

El peligro es significativo cuando su resultado de la relación de riesgo y severidad e indica la vulnerabilidad del peligro (20). La siguiente figura muestra la importancia de un peligro teniendo cuenta que vaya a ocurrir y su gravedad, estos peligros son diferenciados como satisfactorios (Sa), menores (Me), mayores (Ma), críticos (Cr) (21) (24).

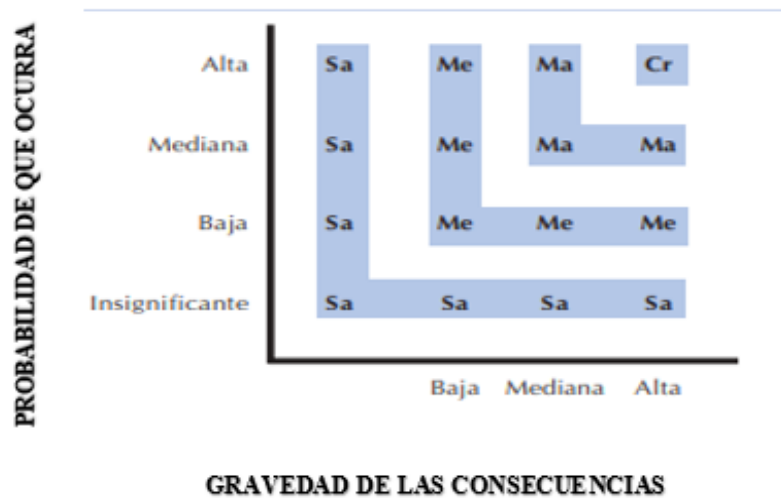


FIGURA 22: Modelo bidimensional para evaluar el riesgo para la salud (21) (24) (25).

2.9.2. Secuencia de decisiones para identificar los puntos críticos de control en materia e insumos



Figura 23: Secuencia de decisiones para identificar los Puntos críticos de control en la materia prima e insumos (21) (23) (25).

2.9.3. Determinación de puntos críticos de control

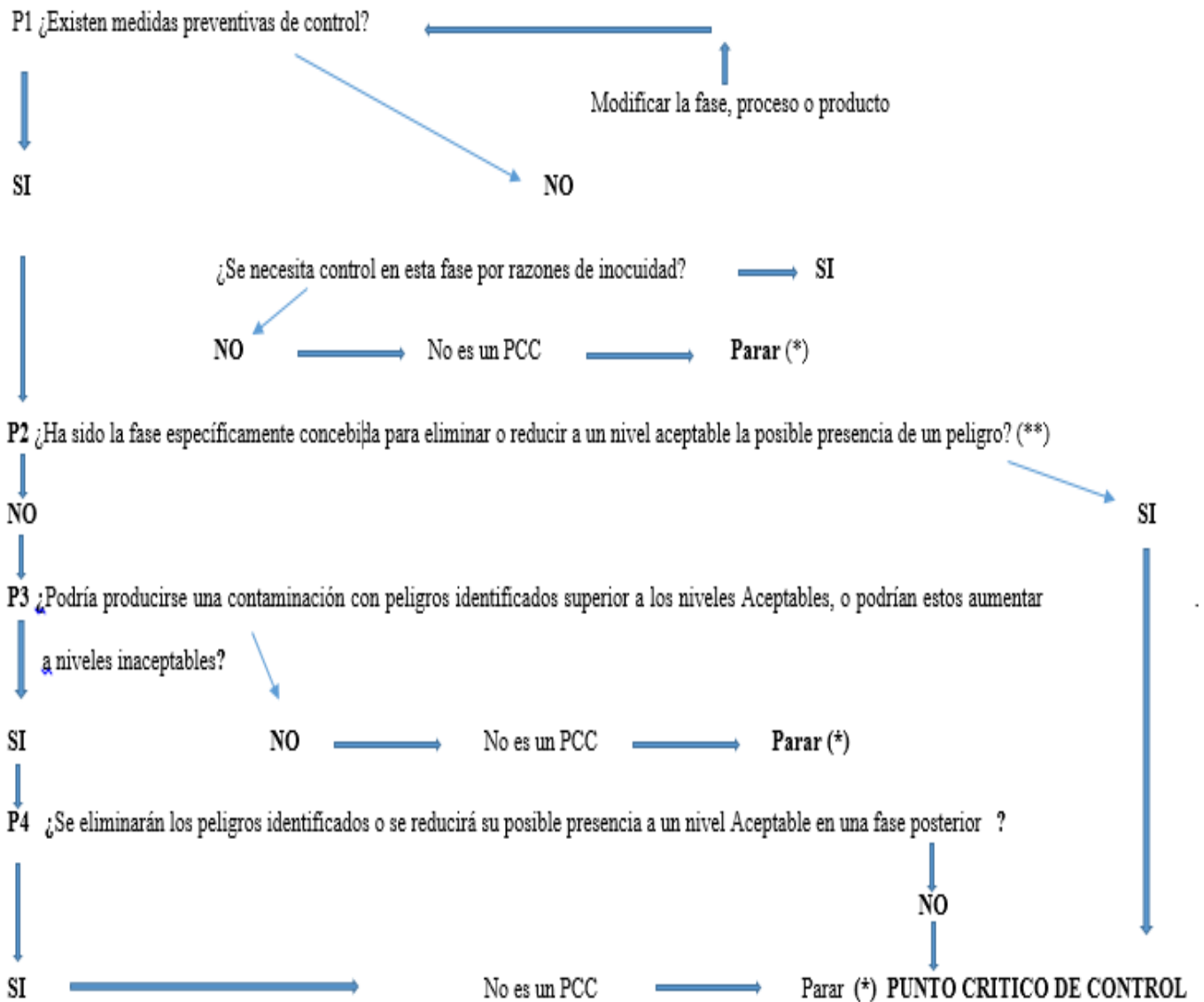


Figura 24: Árbol de decisiones para etapas de proceso (25) (26)

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales

Proponer metodologías y estrategias para prevenir o controlar el pardeamiento enzimático y no enzimático en la producción de pasta de ají amarillo.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar en la pasta de ají amarillo las características organolépticas y físico químicas.
- Comprender el diagrama de flujo de la producción de pasta de ají amarillo.
- Identificar los puntos críticos de control del plan Haccp relacionado con el cambio de las características organolépticas.
- Proponer un plan de mejora para la prevención de pardeamiento enzimático en pasta de ají amarillo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materia prima

El ají amarillo debe poseer características determinadas como grado de madurez adecuado y no tener daño mecánico u otro.

4.2. Muestra

- Pasta con pardeamiento.
- Pasta con coloración óptima.
- Pasta con coloración modificada.

4.3. Materiales y equipos de laboratorio

4.3.1. Reactivos

- Ácido cítrico
- Ácido ascórbico
- Benzoato

- Goma Xantan
- Cloruro de sodio
- Agua

4.3.2. Materiales

- Cuchillos
- Tablas de picar
- Cucharones acerados
- Jarras de plástico
- Cucharas de acero
- Baldes de plástico

4.3.3. Equipos

- Reactores
- Molino coloidal
- Marmita
- Tinajas de Desinfección
- Selladora Continua
- Balanza
- Refractómetro
- PH metro

4.4. Metodología

4.4.1. Método de análisis

4.4.1.1. Determinación de PH

Para determinar el pH en cada etapa del proceso se hace uso de un PH metro digital de bolsillo marca HANNA o se hace uso del potenciómetro previamente calibrado por las soluciones patrón.



Figura 5: *PH metro digital*

4.4.1.2. Contenido total de azúcares

Para determinar el contenido de azúcares se hace uso de un refractómetro digital que proporciona el resultado expresado en °Brix, el refractómetro es previamente calibrado realizándose pruebas por duplicado asegurando un correcto resultado.



Figura 6: *Refractómetro digital.*

4.4.1.3. Contenido de sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles y porcentaje de humedad se realiza por método gravimétrico, se utiliza una termo balanza con temperatura de 100 a 105 ° C aproximadamente.



Figura 7: Termo balanza.

4.4.2. Análisis sensorial

La evaluación sensorial (color, sabor y olor) se lleva a cabo en el laboratorio habilitado por la empresa.

4.5. Procedimiento para la elaboración de pasta de ají amarillo.

✓ Selección

Para elaborar pasta de ají amarillo es importante seleccionar la materia prima con buen aspecto y color, separando los ajís que presenten daño mecánico o aquellos que falten madurar, esta selección se realiza en mesas o fajas de selección.

✓ Pesado

La materia prima previamente seleccionada pasa a ser pesada en balanzas electrónicas de capacidad máxima 300 Kg.

✓ Sanitizado

La materia prima es sumergida en tinas rectangulares de acero inoxidable, estas tinas son previamente llenadas con hipoclorito de sodio en solución 50 a 80 ppm aproximadamente con una finalidad de reducir la carga microbiana.



Figura 8: *Tina de desinfección.*

✓ **Lavado**

Se utiliza agua corrida para eliminar todos los residuos posibles que pueda quedar en la superficie de la materia prima, este proceso se realiza en jabas rectangulares de plástico.



Figura 9: *Ají amarillo entero.*

✓ **Despepitado**

Se extrae la parte superior del ají y se realiza un corte previo en dos partes iguales y con ayuda de una cuchara de metal se extrae las venas y pepas del ají amarillo.



Figura 10: Pedúnculo de ají amarillo



Figura 11: Ají amarillo cortado por la mitad.

✓ **Cortado**

Se realiza cortes para homogenizar el tamaño y poder proceder a llenar las jabas de escaldado.

✓ **Escaldado**

Dentro de la marmita se calienta una determinada cantidad de agua a punto de hervor aproximadamente a 90°C, para proceder a sumergir las jabas con materia prima cortada, con un intervalo de tiempo de 3 a 5 minutos según sea el caso de la textura de la materia prima, posterior se adiciona el ácido cítrico para desactivar un posible pardeamiento. La finalidad de este proceso es ablandar los tejidos de la materia prima.



Figura 12: *Marmita de escaldado.*

✓ **Molienda**

La materia prima previamente escaldada es trasladada en baldes de plástico hacia los molinos de húmedos en secuencia, posteriormente se procede a realizar dos series de molienda sucesivas, hasta llegar a la consistencia adecuada.



Figura 13: *Molino grueso.*



Figura 14: *Molino fino.*

✓ **Cocción**

El producto obtenido de dos moliendas sucesivas es trasladado a la marmita de mayor tamaño, se adicionan los aditivos correspondientes y se procede a la cocción de pasta durante 15 minutos a 80°C.



Figura 15: *Textura adecuada de la pasta.*



Figura 16: *Reactor.*

✓ **Pasteurizado**

Posterior a la etapa de cocción, se procede a realizar la pasteurización asegurando la eliminación de todo tipo de contaminante que puede haberse filtrado en el proceso. Esta etapa es realizada en el mismo reactor donde se realizó la cocción a una temperatura aproximadamente de 85 a 90°C por un tiempo de 10 minutos.

✓ **Envasado - Sellado**

El proceso de envasado está sincronizado con el proceso de pesado, el personal capacitado realiza dicha manipulación de llaves en el llenado de contenido. El producto final no

debe ser menor a 1 Kg ni superar dicho contenido, este proceso se realiza en un rango de 85 a 90°C.



Figura 17: *Envasadora.*



Figura 18: *Selladora continua*

✓ Enfriado

Los empaques previamente llenado y sellado pasan por una prueba mecánica de fuerza manual para asegurar el sellado correcto y disminuir errores de sellado, posteriormente los empaques son trasladados a tinas previamente llenas de agua a temperatura ambiente para temperar el contenido.



Figura 19: *Pasta de ají amarillo envasada.*



Figura 20: *Tina de enfriamiento.*

✓ **Almacenado**

Los empaques enfriados con pasta de ají son trasladados en jabas de plástico al almacén adecuado por la empresa a temperatura óptima.



Figura 21: *Jabas de plástico.*

V. RESULTADOS

5.1. Características organolépticas y físico - químicas de la pasta de ají amarillo

Tabla 1: Características organolépticas y físico – químicas de la pasta de ají amarillo.

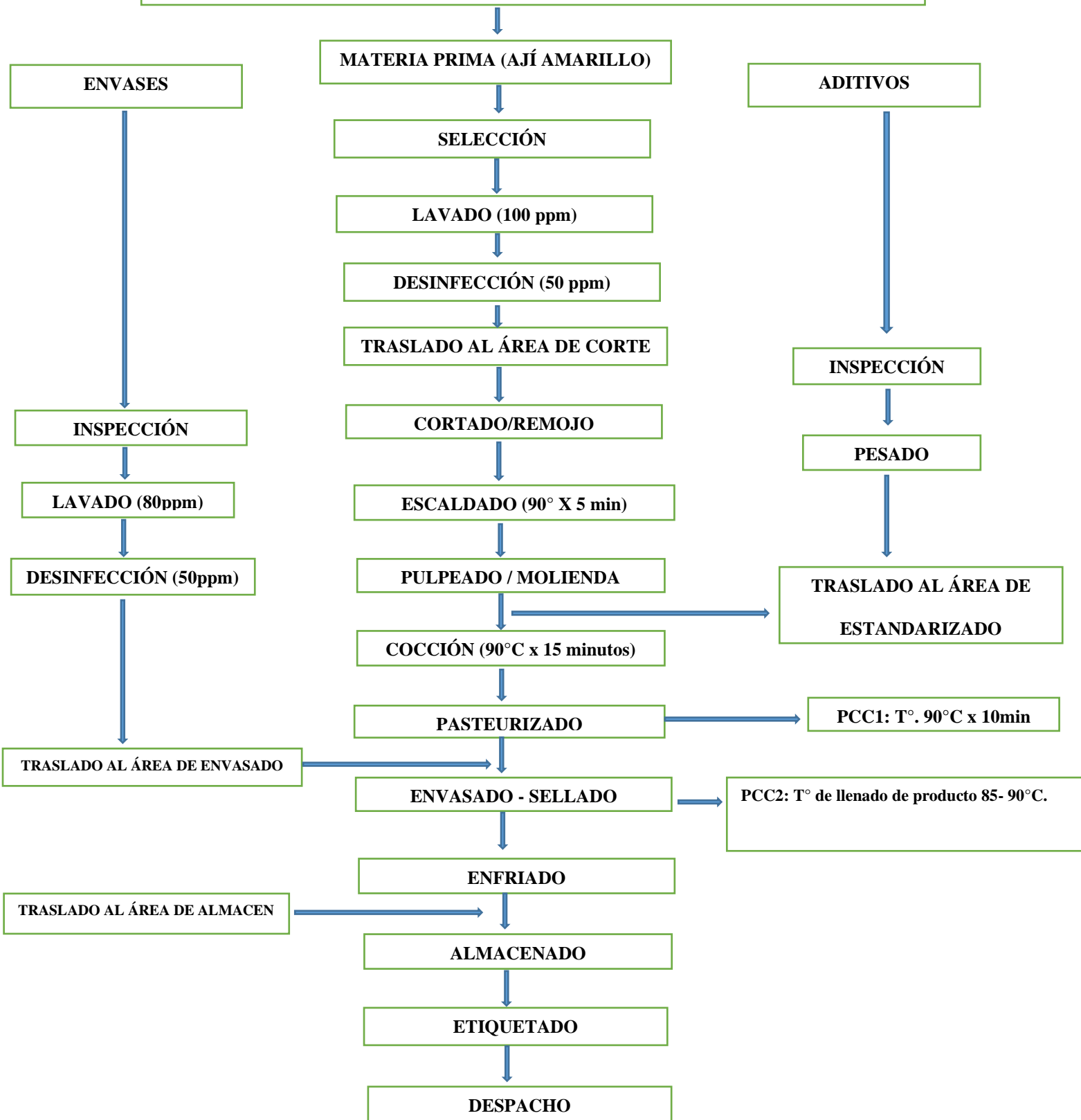
Característica organoléptica.	Característica físico – química.
Color: Amarillo anaranjado característico. Olor: Característico al ají. Sabor: Ligeramente picante.	%Sólidos: Mayor a 8 % pH: 4.0 +/- 0.5.

Tabla 2: Resultados óptimos para pasta de ají amarillo.

PROCESO	ENSAYO					Observaciones
	°Brix	PH	%Sólidos	%Humedad	Densidad	
Pasta de ají sólo (molino grueso)	4.0 – 7.8	3.9 – 4.9	60 – 65	40 – 35	-	Primera molienda sin aditivos.
Pasta de ají sólo (molino fino)	5.0 – 7.8	3.9 – 4.9	60 – 65	40 – 35	-	Los valores son resultado de la segunda molienda.
Pasta de ají + Aditivos antes de pasteurizar	7.0 – 9.0	4.0 – 4.3	60 – 70	40 – 30	-	Ac. Cítrico, sal Los demás aditivos se adicionan en la cocción.
Inicio de llenado	7.5 - 8.5	4.0 – 4.3	70 – 75	30 – 25	-	Valores aceptables en producción.
Intermedio de llenado	8.5 – 9.0	4.0 – 4.3	70 – 75	30 – 25	-	-
Final de llenado	9.0 – 9.5	4.0 – 4.3	70 – 75	30 – 25	-	-
Producto final	9.5 – 10	4.0 – 4.5	70 – 75	30 – 25	1.0 – 1.1	Rango valores óptimos y aceptables para cada una de las etapas en la elaboración de pasta de ají amarillo. -

5.2. Diagrama de flujo para elaboración de pasta de ají amarillo

RECEPCION – PESADO Y ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA (AJÍ AMARILLO)



5.3. Análisis de puntos críticos de control detectados en la elaboración de pasta de ají amarillo

- Dentro de cada una de las etapas en la obtención de pasta de ají amarillo se evaluaron peligros biológicos, químicos y físicos, identificando las causas, las medidas preventivas y determinando si es un PCC mediante si es un peligro significativo o no.

Tabla 3: Análisis de peligros para la elaboración de pasta de ají amarillo.

ETAPA	PELIGRO	CAUSAS	PELIGRO SIGNIFICATIVO?
Recepción de Materia Prima (Ajíes)	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en la recepción de materia prima. Operarios con higiene personal inapropiada. Contaminación cruzada en el transporte incumpliendo la práctica de higiene. 	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipuladores). Coliformes: E. Coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter y Salmonella. Hongos: Mohos, levaduras.		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas agrícolas en campo o traslado del producto. 	
<ul style="list-style-type: none"> Presencia de partículas extrañas (plástico, cabello, madera y otros). 			
Pesado	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de aplicación de las buenas prácticas de higiene en la etapa de pesado y selección. Operarios con higiene personal inapropiada. 	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada por parte de los manipuladores. Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de manufactura en el pesado. 	
<ul style="list-style-type: none"> Presencia de partículas extrañas (plástico, cabello, madera y otros) 			

Selección	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de selección. Operarios con higiene personal inapropiada. Producto contaminado desde origen.	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de selección). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
Lavado	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de lavado. Operarios con higiene personal inapropiada. 	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de lavado). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
<ul style="list-style-type: none"> Presencia de partículas extrañas (plástico, cabello) 	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de manufactura en el área de lavado jabas deterioradas. 		
Desinfección	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de desinfección. Operarios con higiene personal inapropiada.	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de desinfección). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.		
	QUIMICO		
<ul style="list-style-type: none"> Control de CRL 50 ppm (Uso de Hipoclorito de sodio al 7.5% diluido) 	Inadecuada dosificación de cloro para la desinfección del producto.		

Desinfección	FISICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
Traslado al área de corte	BIOLOGICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el traslado). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene. Operarios con higiene personal inapropiada. 	NO
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
Cortado	BIOLOGICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área de corte). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de corte. Operarios con higiene personal inapropiada. 	NO
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
	(Cabello, plástico)	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de manufactura en el área del corte de producto. 	
Escaldado/ molido	BIOLOGICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de escaldado). Coliformes: E. coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter, y Salmonella. Hongos: Mohos y levaduras.	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de escaldado. Operarios con higiene personal inapropiada. 	NO
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		

Activar Windows
 Ve a Configuración pa

Escaldado/molido	FISICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de manufactura en el área de escaldado del producto. 	
	<ul style="list-style-type: none"> (Cabello, plástico) 		
Estandarizado	BIOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas de higiene en el área de estandarizado. Operaciones con deficiente higiene de personal.	NO
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y por deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de estandarizado). 		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
Pasteurizado	FISICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de pasteurizado. Operarios con higiene personal inapropiada. Deficiente monitoreo de tiempo y temperatura de pasteurizado.	SI
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	BIOLOGICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación cruzada (manipulador y por deficientes condiciones higiénicas del área y materiales en el área de estandarizado). Coliformes: E. Coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter y Salmonella. Hongos: Mohos y Levaduras.		
Envasado/ Sellado	QUIMICO	<ul style="list-style-type: none"> Inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el área de envasado. Operarios con higiene personal inapropiada. Deficiente monitoreo de tiempo y temperatura del envasado del producto.	SI
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
Enfriado/ Almacenado/ Etiquetado/Paletizado/ Despacho	BIOLOGICO		NO
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	QUIMICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		
	FISICO		
	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 		

5.3.1. Puntos críticos de control (PCC) identificados en la elaboración de pasta de ají amarillo

➤ ETAPA DE PASTEURIZADO (PCC1)

Tabla 4: VIGILANCIA Y MONITOREO DEL PUNTO DE CONTROL (PCC) EN LA ELABORACIÓN DE PASTA DE AJÍ AMARILLO.

PELIGRO SIGNIFICATIVO	LÍMITE CRÍTICO	Sistema de vigilancia				REGISTRO	ACCIÓN CORRECTIVA																									
		¿Qué?	¿Cómo?	¿Quién?	Frecuencia																											
Presencia de microorganismo contaminantes: Coliformes: E. Coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter y Salmonella. Hongos: Mohos y Levaduras.	Indicadores de calidad sanitaria del proceso para la obtención de salsas y pastas. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Límite por g o ml</th> </tr> <tr> <th></th> <th>n</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recuento mohos</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> <tr> <td>Recuento de levaduras</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> <tr> <td>Coliformes</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>10²</td> <td>10³</td> </tr> </tbody> </table>	Límite por g o ml						n	C	M	M	Recuento mohos	5	2	10 ²	10 ³	Recuento de levaduras	5	2	10 ²	10 ³	Coliformes	5	2	10 ²	10 ³	Posible presencia de Microorganismos en producto terminado.	Monitoreo Control de parámetros Temperatura – tiempo. Temperatura de pasteurización 90°C X 10 min, una vez alcanzada la temperatura. Para garantizar un óptimo tratamiento. Temperatura de envasado constante entre 85 – 90 °C Asegurar la calidad microbiológica del producto.	Supervisor de calidad (supervisa) y monitorea los puntos críticos de las etapas de proceso, los cuales son registrados en el formato correspondiente. Pasteurizado / envasado.	Por cada lote o batch de producto pasteurizado, el supervisor de calidad monitorea y registra el tratamiento térmico del producto para asegurar la calidad sanitaria del producto final.	Registros de control de temperatura de pasteurización y envasado.	Registro de calibración de termómetro, pH metro, refractómetro. Registro de pasteurizado de producto terminado. Formato de acción correctiva en caso de pérdida de temperatura durante el proceso.
Límite por g o ml																																
	n	C	M	M																												
Recuento mohos	5	2	10 ²	10 ³																												
Recuento de levaduras	5	2	10 ²	10 ³																												
Coliformes	5	2	10 ²	10 ³																												

➤ **ETAPA DE ENVASADO Y SELLADO (PCC2)**



Tabla 5: VIGILANCIA Y MONITOREO DEL PUNTO DE CONTROL (PCC) EN LA ELABORACIÓN DE PASTA DE AJÍ AMARILLO.

PELIGRO SIGNIFICATIVO	LIMITE CRITICO	Sistema de vigilancia				REGISTRO	ACCIÓN CORRECTIVA
		¿Qué?	¿Cómo?	¿Quién?	Frecuencia		
Presencia de microorganismo contaminantes: Coliformes: E. Coli, Shigela, Citrobacter, Enterobacter y Salmonella. Hongos: Mohos y Levaduras.	Indicadores de calidad sanitaria del proceso para la obtención de salsas y pastas. Ausencia de microorganismos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Coliformes ➤ Levaduras ➤ Mohos 	Presencia de Microorganismos en producto terminado.	Monitoreo Control de parámetros Temperatura – tiempo. Temperatura de envasado 85 – 90 °C, mantener la temperatura constante durante el envasado. Para garantizar un óptimo tratamiento.	Supervisor de calidad (supervisa) y monitorea los puntos críticos de las etapas de proceso, los cuales son registrados en el formato correspondiente.	Por cada lote o batch de producto envasado, el supervisor de calidad monitorea y registra el tratamiento térmico del producto para asegurar la calidad sanitaria del producto final.	Registros de control de temperatura de pasteurización y envasado.	Registro de calibración de termómetro, pH metro, refractómetro. Registro de envasado de producto terminado. Formato de acción correctiva en caso de pérdida de temperatura durante el proceso.

Tabla 6: Resultados de pasta de ají amarillo con pardeamiento enzimático detectado.

PROCESO	ENSAYO					Observaciones
	°Brix	PH	%Sólidos	%Humedad	Densidad	
Pasta de ají sólo (molino grueso)	8.5	6.3	72	28	-	Coloración oscura frecuente en pardeamiento.
Pasta de ají + Aditivos antes de pasteurizar	11.5	6.3	74	26	-	Valores no frecuentes en producción.
Producto final	12	5.8	78	22	1.18	No se realizó llenado de producto y se reservó la producción.

Tabla 7: Comparación de pastas con pardeamiento enzimático y sin pardeamiento.

	PASTA DE AJÍ AMARILLO CON PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO.	PASTA DE AJÍ AMARILLO SIN PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO.
Imagen		
PH	5.8	4.3
Color	Amarillo oscuro/ Segmentos marrones.	Amarillo característico
Sabor	No habitual	Característico /Ligeramente picante
Olor	Característico	Característico
°Brix	12	9.5
% Sólidos	78	75

5.4. Resultado de producción con metodología modifica en etapa de escaldado y cocción.

Se realizaron cambios temperatura de escaldado, tiempo de exposición y disminución de tiempo de cocción.

Tabla 8: Resultado de pasta de ají amarillo con proceso modificado en etapas de escaldado y cocción.

PROCESO	ENSAYO					OBSERVACIONES
	°Brix	PH	%Sólidos	%Humedad	Densidad	Temperatura: 95°C. Tiempo: 3 minutos.
Pasta de ají sólo (molino grueso)	7.6	4.3	61	39	-	Coloración ligeramente oscura.

Pasta de ají sólo (molino fino)	7.8	4.2	63	37	-	Coloración ligeramente oscura.
Pasta de ají + aditivos antes de pasteurizar	8.6	4.1	64.9	35.1	-	-
Inicio de llenado	8.7	4.1	67.9	32.1	-	
Intermedio de llenado	9.2	4.1	68.9	31.1	-	-
Final de llenado	9.4	4.1	72.6	27.4	-	-
Producto final	9.5	4.1	75.8	24.2	1.07	Color y sabor aceptable.

Modificación de producción



Figura 22: Patrón de color.



Figura 23: Producción modificada.

- ✓ La imagen de producción modificada muestra similitud con la coloración y sabor patrón que se tiene en el laboratorio de la empresa.

5.5. Propuesta de plan de mejora

A raíz de la problemática que surgió en la empresa en mención, se propone las siguientes estrategias como plan de mejora para la empresa.

Según varios autores citados anteriormente podemos proponer lo siguiente:

- Hacer uso de enzimas inhibidoras de la enzima polifenol oxidasa como la bromelina perteneciente al grupo de las proteasas en la etapa de escaldado.
- Hacer uso constante de acidulantes en la etapa de escaldado asegurando la desactivación del posible pardeamiento o controlando ello.
- Actualización del diseño de quipo de escaldado convencional por un equipo de escaldado de inmersión automático.
- Implementar tecnología como procesamiento de la materia prima por ultrasonido, asegurando así inactivación la enzima polifenol oxidasa.
- Añadir a los puntos críticos identificados la etapa de escaldado.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Características organolépticas, físico – químicas

Las características organolépticas al igual que los físicos químicos son determinantes para la aprobación del producto final. La tabla 1 muestra a detalle las características en mención: color amarillo, sabor ligeramente picante y olor característico de una pasta de ají amarillo, con valores de pH y contenido de azúcares expresados como grados brix aceptables. La tabla 2 se muestra valores óptimos para cada una de las etapas de elaboración de pasta de ají amarillo dentro de la producción, siendo la coloración y valor de pH indicadores para proceder a una siguiente. Si se presentara algún cambio de coloración o alguna alteración de valor en la producción, es informado inmediatamente al encargado de área para poder ser evaluado en el laboratorio de la empresa. La tabla 6 se muestra resultados de pasta de ají amarillo con presencia de pardeamiento enzimático con valor de pH elevado a lo habitual, estos valores son mostrados en la tabla 2. En la tabla 7 se muestra comparaciones de una producción con pardeamiento enzimático y una producción sin pardeamiento, saltando a la vista la diferencia de coloración por la imagen

mostrada en la tabla y corroborando la presencia de pardeamiento enzimático con los valores de pH y contenido de azúcar.

5.2. Temperatura y tiempo de escaldado

El proceso de escaldado se basa en exponer la materia prima a temperatura elevada generalmente en rango de 70 a 100°C, en un escaldado por inmersión u sumersión (27). La finalidad del escaldado es desactivar enzimas responsables de generar pardeamiento. Arrázola y Alvis (16) realizaron la inactivación térmica de la enzima polifenoloxidasas mediante un escaldado de inmersión en agua a 85°C por 180s, logrando la inactivación de la enzima en un 86.8%. La producción de pasta de ají amarillo en la empresa en mención, el tiempo de escaldado se determina según el grado de madurez y las condiciones en que se encuentre la materia prima, habitualmente se aplica 5 minutos con una temperatura de 85 a 90°C. La metodología utilizada en la modificación de producción fue aplicar escaldado por inmersión en agua de 85 a 95°C, durante de 3 minutos, al mismo tiempo se adicionó ácido cítrico como acidulante generando un medio no apto para microorganismos, desactivando la enzima polifenoloxidasas responsable del pardeamiento enzimático. Por otro lado, se redujo el tiempo de cocción de 15 a 10 minutos manteniendo la temperatura de 90°C establecida en el diagrama de flujo. Los resultados de la metodología utilizada previamente modificada en etapa de escaldado y cocción se muestran en la tabla 8, que si son comparados con los de la tabla 2 nos damos cuenta que se encuentra en los rangos aceptables para una buena producción. En la imagen 23 se aprecia la coloración del producto final de la producción modificada, en la imagen 22 se muestra el patrón de color que se tiene en el laboratorio y sirve como guía para los encargados de área y puedan dar el visto bueno al llenado, corroborando ambas imágenes notamos que no presenta diferencia alguna.

6.3. Puntos críticos de control

Dentro de la producción de pasta de ají amarillo se identificaron tres puntos críticos de control: pasteurizado, envasado y sellado, estos puntos críticos de control son vigilados y monitoreados por el encargado de área. En la tabla 4 y 5 se aprecia los límites críticos para coliformes, levaduras y mohos. La tabla 4 muestra una temperatura de pasteurizado de 90°C por un tiempo de 10 minutos, donde se elimina cualquier microorganismo presente asegurando la calidad microbiológica y sanitaria del producto. La tabla 5 muestra la temperatura que se utiliza en la etapa de envasado en un rango de 85 a 90°C, esta etapa de envasado se realiza de manera continua con la de sellado, reduciendo así el tiempo de exposición del producto y evitando una posible contaminación cruzada. Las medidas correctivas que se muestran en las tablas 4 y 5 se basan en tener registros de calibración del termómetro, pH metro y refractómetro. Así mismo contar con los registros de pasteurizado, envasado y sellado del producto terminado y finalmente contar con los formatos de acciones correctivas en casos de pérdidas de temperatura durante los procesos.

6.3. Propuesta de plan de mejora

Existen métodos químicos como físicos para la prevención o control de un posible caso de pardeamiento, teniendo resultados efectivos la combinación de ambos. Como propuesta de plan mejora se plantea la utilización de enzimas del grupo de proteasas como la bromelina extraída de la cascara de piña como inhibidor natural de la enzima polifenoloxidasas (14) en la etapa de escaldado tomado como método físico. Así mismo, se propone hacer uso constante de acidulantes como métodos químicos ya que los acidulantes como el ácido cítrico y ascórbico realizan la función de secuestrantes del ión cobre formando complejos con iones de estos metales pesados como el cobre, perteneciente a la estructura de la enzima polifenol oxidasa. Por otro lado, la actualización

de diseño del equipo de escalado convencional por uno de inmersión automático sería una buena opción e inversión, ya que, al ser sistematizado el equipo no ocurriría errores de sobre exposición de temperatura de materia prima, evitando accidentes de quemaduras en operarios en dicha etapa. De igual manera se propone como plan de mejora la aplicación de procesos por ultrasonido como reemplazo a procesos tradicionales de tratamientos térmicos. Esta estrategia puede beneficiar en cuanto a calidad de producto y como método preventivo, las ondas de sonido pasan a través del fluido produciendo compresión y relajación continua que con la presión negativa supera la fuerza de tracción, la transmisión de las ondas de sonido a la posición relajada provocando formación de burbujas y espacios del tamaño de una micra llevando la desnaturalización enzimática en este caso la polifenoloxidasas (28).

Finalmente se propone añadir la etapa de escaldado como punto crítico de control, asegurando medidas preventivas ante un posible pardeamiento.

VII. CONCLUSIONES

1. El método Físico empleado fue el escaldado en inmersión de agua con temperatura de 95°C, y tiempo de exposición de 3 minutos, logrando la desnaturalización de la estructura proteica de la enzima polifenol oxidasa.
2. El valor de pH óptimo para la actividad enzimática de la enzima polifenol oxidasa es de 5 a 7, y 4.5 a 4 para su desactivación.
3. El método químico empleado fue aplicación de ácido cítrico y ascórbico como acidulantes responsables de generar un medio no apto para la actividad enzimática de la polifenol oxidasa.

4. La modificación de la metodología de obtención de pasta de ají amarillo frente a la problemática dada, fue determinante para cumplir con la entrega dentro del plazo establecido.
5. La producción modificada cumplió con los estándares de calidad proporcionados por el cliente en coloración y valores físico químicos establecidos para pastas de ají.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda proyectar con mayor precisión la capacidad máxima de producción, evitando exponer materia prima cortada de sobra por más de 48 horas, ya que, la enzima polifenoloxidasa se activa por naturaleza por su exposición al oxígeno molecular desarrollando pardeamiento enzimático.
2. Se recomienda añadir la etapa de escaldado como punto crítico de control.
3. Se recomienda la modificación del diagrama de flujo de obtención de pasta de ají amarillo añadiendo acidulantes en la etapa de escaldado y no en la etapa de cocción, asegurando la desactivación de la enzima polifenol oxidasa responsable de pardeamiento enzimático.
4. Se recomienda analizar la propuesta de plan mejora para poder generar mayor rentabilidad para la empresa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Universidad San Martín de Porres, Universidad Agraria La Molina. Ajíes peruanos sazón para el mundo LIMA: Sociedad Peruana De Gastronomía; 2009.
2. Cardona SF. Alteraciones no microbianas en alimentos: el pardeamiento y el enranciamiento. Valencia: Universitat Politècnica de València, Departamento de Tecnología de Alimentos.
3. Friedman M. Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1997; 45(5: 1523 - 1540).
4. Gómez. La reacción de Maillard y su impacto en la Salud Sevilla: Universidad de Sevilla; 2020.
5. Andrade Serrano SM, Yuquilima Lazo J. Ecuena. [Online].: Universidad de Cuenca [Tesis de pre grado]; 2012.. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1571>.
6. Congreso de la República del Perú. Resolución Ministerial N° 449-2006/Minsa; 2006, 13 de mayo.
7. Organización Panamericana de la Salud. Justificación e importancia del Sistema HACCP. [Online]; 2015. Acceso 17 de Noviembre de 2022. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10834:2015-justificacion-e-importancia-del-sistema-haccp&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0.
8. Aguilar A. Densidad de Siembra en la Producción y Calidad de Ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var *pendulum*) Lima: Universidad Agraria la Molina; 2016.
9. Trujillo Sanchez. Densidad de siembra en la producción y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var *pendulum*), en Cañete Lima: [Tesis] Universidad Agraria la Molina; 2021.
10. Asociación de Exportadores. EXPORTACIÓN DE AJÍES NATIVOS CERRÓ EL PRIMER SEMESTRE CON CAÍDA DE -3%. [Online]; 2022. Acceso 2 de Diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.adexperu.org.pe/notadeprensa/exportacion-de-ajies-nativos-cerro-el-primer-semester-con-caida-de-3/>.
11. Integrated Taxonomic Information System. *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. [Online].; 2012. Acceso 3 de Diciembre de 2022. Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/RefRpt?search_type=source&search_id=source_id&search_id_value=502.
12. Chávez S. Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasas, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea mericana* Millar) var. Fuerte Trujillo: [Tesis de licenciatura]; 2010.
13. Soteras M. Aplicación de Recubrimientos comestibles a Productos sometidos La plata: [Tesis doctoral]; 2019.

- 1 Chahuayo Á. Utilización de inhibidores del pardeamiento enzimático en pasta de palta (Persea americana mill) variedad fuerte mínimamente procesada Perú: [Tesis de Licenciatura]; 2014.
- 1 Izquiero A, Villanueva C. Evaluación de la inactivación de la polifenoloxidasas por escaldado en 5. inmersión y uso de antioxidantes en puré de palta (Persea americana "Hass") almacenado en refrigeración Perú: [Tesis de Licenciatura]; 2018.
- 1 Arrazòla Paternina G, Alvis Bermúdez A, García Mogollón C. Efecto del tratamiento de escaldado 6. sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasas en dos variedades de batata (Ipomoea batatas Lam.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2016; 10(1): p. 80 - 88.
- 1 Jacques N, Florence , Pascale G. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. 7. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2009; 34: p. 109- 157.
- 1 Pérez Cabrera LE. Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del 8. pardeamiento enzimático en pera (variedad Blanquilla) mínimamente procesada Valencia: [Universidad politécnica de Valencia][Tesis doctoral]; 2003.
- 1 Arias Giraldo S, López Velasco D. Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la 9. industria alimentaria. Chemical reactions of sugars in the food industry. 2019;(22): p. 123 - 136.
- 2 Mory Morocho I. Manuales haccp para la línea de derivados del cacao y línea de productos 0. bañados de la Empresa Bombonería Di Perugia S.A.C Lima: Universidad Federico Villareal; 2018.
- 2 Cruzado Herrera R, Gallrado Arias M. "Implementación del sistemas de análisis de peligros y 1. control de puntos críticos (HACCP) para asegurar la inocuidad en el procesamiento de quinua perlada de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú S.A.C" Trujillo: [Universidad Nacional de Trujillo][Tesis]; 2019.
- 2 Congreso de la República del Perú. Resolución Ministerial N° 591 - 2008/Minsa Lima; 2008, 27 de 2. Agosto.
- 2 Martínez Saldaña YE. Sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria para la producción de 3. harina de soya Trujillo; 2022.
- 2 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO). Sistemas de 4. Calidad e Inocuidad de los Alimentos. Manual de Capacitación; 1997.
- 2 Zelada Chambilla CP. "Plan Haccp y utilización de choclo (Zea mays) de descarte en la elaboracion 5. de humitas en una planta Agroindustrial" Lima: [Tesis]; 2019.
- 2 Alvarez T. Elaboración de un plan Haccp (análisis de peligros y puntos críticos de control) de 6. restauración colectiva para el pollo a la brasa, papas fritas, ensaladas y salchipapas en la empresa "Pollería el gourmet" Perú: Universidad católica de Santa María.
- 2 Carranza Dominguez , Meza Barrera D. "Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en la 7. pérdida de color y pungencia en una pasta de rocoto (Capsicum Pubescens)". [Tesis]. Nuevo chimbote: Universidad Nacional del Santa, Ancash.

2 Riverón B. Biblioteca horticultura. [Online].; 2022. Acceso 22 de Diciembre de 2022. Disponible en: <file:///C:/Users/51934/Downloads/Inactivaci%C3%B3n%20de%20la%20polifenol-oxidasa%20de%20frutas%20y%20sus%20derivados%20por%20m%C3%A9todos%20f%C3%ADsicos%20usados%20concomitantemente.pdf>.

2 Organización Panamericana de la Salud. www.paho.org. [Online].; 2006. Acceso 2 de Diciembre 9. de 2022. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>.