Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Agricultura

Diseño de la línea de producción de pasta de aguacate - Persea Americana Mill

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Químico

Elaborado por:

Br. Yanirys Oneyda Santana Serrano
Carné: 2005-21254

Br. Karen Indira Pravia Vega
Carné: 2003-18889

Tutor:

MGPD Ing. Silvano Enrique Cruz Sánchez

09 de octubre de 2025
Managua, Nicaragua

Contenido

Dedicatoria vi
DEDICATORIA vii
RESUMEN viii
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 2
2.1 Objetivo General 2
2.2 Objetivos Específicos 2
III. MARCO TEÓRICO 3
3.1 Generalidades 3
3.2 Zonas principales de producción 3
3.3 Valor nutricional del aguacate 4
3.4 Índice de madurez del aguacate 5
3.5 Estudios sobre el aprovechamiento del aguacate 6
3.6 Selección y dimensionamiento de equipos 7
3.7 Plan de medidas ambientales 9
IV. METODOLOGÍA 11
4.1 Establecimiento de parámetros de calidad 11
4.2 Descripción del proceso 13
4.3 Balance de materia 16
4.4 Selección y dimensionamiento de equipos 17
4.5 Plan de medidas ambientales 25
4.5.1 Evaluación cualitativa de impactos ambientales 27
4.5.2 Matriz de Valoración de Impactos ambientales negativos 28
V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 30
5.1 Parámetros de calidad materia prima 30
5.2 Parámetros de calidad del producto terminado 30
5.3 Balance de materia del proceso de producción 31

5.4 Esquema Tecnológico....32
5.5 Distribución de planta....33
5.6 Importancia de impactos ambientales negativos....34
5.7 Plan de medidas ambientales....35
5.8 Tratamiento Ambiental de Residuos Sólidos....36
VI. CONCLUSIONES....37
VII. RECOMENDACIONES....38
VIII. BIBLIOGRAFÍA....39
IX. ANEXOS....42

Índice de ilustraciones

Ilustración 3.1. Partes del fruto de aguacate ……3
Ilustración 4.1. Cajillas con aguacate, en campo ……13
Ilustración 4.2. Pelador de aguacate ……14
Ilustración 4.3. Diagrama de flujo de pasta de aguacate ……15
Ilustración 4.4. Dimensiones estándar de agitadores ……23
Ilustración 4.5. Característica de la potencia frente el Reynolds ……24
Ilustración 4.6. Número adimensional de mezcla frente el Reynolds para agitadores mezcladores …….. .25
Ilustración 5.1. Resultado del balance de materia ……...32
Ilustración 5.2. Esquema tecnológico ……33
Ilustración 5.3. Distribución de planta ……34

Índice de tablas

Tabla 3.1. Composición nutritiva de 100 gramos de pulpa de aguacate.....4
Tabla 3.2. Etapas de maduración del aguacate 5
Tabla 3.3. Parámetros de almacenamiento del aguacate 6
Tabla 3.4. Datos de diseño para la selección de equipos de proceso 8
Tabla 4.1. Ancho estándar de fabricación (mm) 17
Tabla 4.2. Diámetro de rodillos por ancho de banda (mm) 18
Tabla 4.3. Peso de las partes móviles 19
Tabla 4.4. Coeficientes de fricción de los rodillos 19
Tabla 4.5. Aspectos de la prevención y mitigación 26
Tabla 4.6. Aspectos sobre compensación 26
Tabla 4.7. Identificación de impactos negativos 27
Tabla 4.8. Matriz causa-efecto de los impactos negativos 28
Tabla 4.9. Valores de los atributos de impactos para realizar la evaluación cualitativa 29
Tabla 4.10 Matriz de valores de los atributos de los impactos ambientales negativos 30
Tabla 5.1. Parámetros de calidad del fruto de aguacate 31
Tabla 5.2. Parámetros de calidad de la pasta de aguacate 31
Tabla 5.3. Matriz de importancia de impactos ambientales negativos ..... .35
Tabla 5.4 Plan de medidas ambientales 36

Dedicatoria

A Dios:

Que ha sido mi guía y fortaleza en este proceso y en muchas etapas de mi vida.

“El corazón del prudente adquiere conocimiento, y el oído del sabio busca la ciencia” (Proverbios 18:15)

A mis padres:

Francisca Serrano y Enrique Santana que me han enseñado los valores: del respeto, honestidad, responsabilidad y han sentado las bases del aprendizaje y hábitos de estudios que con esfuerzo y dedicación en este proceso han sido de gran soporte para culminar mis estudios profesionales.

A mi querida amiga Karen Pravia:

Más que una colega en este proyecto monográfico, mi mejor amiga y un pilar insustituible. Su apoyo incondicional ha sido una parte fundamental no solo de esta investigación, sino también de mi vida personal. Gracias por cada muestra de paciencia, por estar presente y por saber esperar a través de las complejidades de este recorrido. Su lucha, fortaleza y perseverancia son un verdadero ejemplo. Que la bendición de Dios la acompañe siempre.

“En todo tiempo ama el amigo, y es como un hermano en tiempo de angustia” Proverbios 17:17

A mis amigos y familiares:

A mis familiares y amigos que siempre estuvieron pendientes en el avance de mis estudios y cada una de las personas que aportaron a mi desarrollo como profesional y persona.

A nuestros profesores y tutor: Ing. Silvano Cruz por el acompañamiento, apoyo y disponibilidad en este proyecto universitario.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos:

Quiero dedicar esta monografía a mi padre Carlos A. Pravia quien en paz descansa y a mi madre Madelina Vega, quienes desde pequeña me inculcaron valores, me motivaron a estudiar y lograr mis metas. Así como seguir mis sueños de ser una profesional, además por hacer posible mi formación estudiantil y universitaria.

Agradezco a mis hermanos Sabas Pravia y Ronny Pravia por su apoyo, por creer en mi y darme ese impulso de que todo con esfuerzo se logra.

A mi querida amiga Yaniris Santana:

A mi colega, amiga, compañera de monografía, por todo el esfuerzo, paciencia, mucha paciencia, arduo trabajo de días anos, de desvelos juntas, de anos caminando juntas en todo momento, por motivarme a terminar este proyecto, confiar en mi siempre, ya que sin ella esto no fuese posible, Dios siempre la llene de muchos éxitos en su profesión y en su vida.

Finalmente, a todos mis profesores de la universidad a nuestro tutor Ing. Silvano Cruz Sánchez, por el apoyo y la motivarnos en este proyecto.

RESUMEN

En Nicaragua el cultivo del aguacate es importante tanto para la dieta de las familias como por su interés comercial, no obstante, su consumo y exportación se realiza sin ningún tipo de valor agregado.

En el país existen diversas variedades de aguacate, tales como (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2019): criollo (Masatepe, Ticomo, Corn Island, Campos Azules, Ramírez y Kukra Hill), híbridos (Simpson y Choquette) y guatemalteca (Benik y Nabal); todas ellas florecen y cosechan en diferentes meses del año. En ciclo productivo 2018-2019 se exportaron 3,345.12 toneladas de aguacate (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, 2019), sin ningún valor agregado.

En el presente trabajo se definieron los parámetros de calidad para la materia prima, tales como: materia seca, contenido de grada y pulpa. Así mismo, se definieron para el producto terminado, siendo estos: color, olor, sabor y textura.

Para realizar el dimensionamiento de los equipos del proceso, se estableció una capacidad de producción de 1,115.04 kg/d de pasta de aguacate para 240 días anuales de operación. El proceso de producción consta de cinco equipos, siendo estos: transportadores, mezclador y envasadora volumétrica, de acuerdo con los resultados del balance de materia con dicha capacidad de producción.

Las actividades relacionadas al proceso de producción que pueden generar impactos ambientales negativos se identificaron: Bombeo de agua, Equipos del proceso, Generación de desechos sólidos y Tratamiento de efluentes; las cuales generan impactos en los factores ambientales: Hidrología superficial y subterránea, fuentes energéticas, ruidos y vibraciones, calidad del aire y salud. Con ello, fueron identificados un impacto irrelevante, seis moderados y dos críticos, para cada uno se propone un plan de medidas ambientales con el fin de reducir, mitigar o eliminar su impacto.

I. INTRODUCCIÓN

El aguacate es el fruto del árbol de aguacate Persea Americana Mill que se cultiva en la región del pacifico y centro de Nicaragua, existiendo muchas variedades que se diferencian por sus características de producción, forma y tamaño, tales como, la variedad Benick que en la actualidad es demandada en la dieta nicaragüense.

El aguacate es uno de los frutales de mayor importancia en el país, ya que reporta grandes ingresos por unidad de superficie, permitiendo mejorar las condiciones sociales y económicas de las familias rurales y al igual que las hortalizas posee aportes significativos para balancear la dieta alimenticia de la población de Nicaragua (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2019).

La importancia socioeconómica del aguacate se deriva del beneficio que le genera en su cadena productiva: productores, comercializadores, industrializadores y consumidores. La demanda de mano de obra para la poda, cosecha, selección y comercialización es una aportación de dicho fruto a la atención de los problemas socioeconómicos derivados de la globalización de la economía. Así mismo, el valor del cultivo por unidad de área lo hace una opción comercial enfocada a los mercados nacionales e internacionales (Téliz et al., 2014).

Riveros y Heinrichs (2014), definen al valor agregado como el monto por el cual el valor de un producto se incrementa en cada etapa de su producción, excluyendo los costos iniciales; que, para el caso del aguacate, es necesario aplicar estrategias de agregación de valor, tales como: diferenciación, diversificación, innovación y, transformación y conservación; siendo la más común la última estrategia para productos agroindustriales. Así mismo, es necesario realizar proyectos de investigación para el aprovechamiento de subproductos y desechos que pueda generar dicho valor agregado.

En el presente estudio, se pretende brindar pautas para un diseño de la línea de producción de la pasta de aguacate, como una alternativa de valor agregado para las cosechas de aguacate y un producto alimenticio de interés para diferentes industrias alimenticias y consumidores finales.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Plantear un diseño de la línea de producción de pasta de aguacate - Persea Americana Mill.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables de las etapas del proceso de producción de pasta de aguacate.
- Realizar una selección y dimensionamiento de los equipos necesarios para el proceso de producción de pasta de aguacate.
- Proponer un plan de medidas ambientales enfocado en la operación del proceso de producción.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

El aguacate (*Persea americana Mill*), es una fruta con alto contenido nutricional en proteínas, vitaminas, minerales y beneficiosa a la salud humana por su grasa monoinsaturada que contribuye a la disminución del colesterol y los triglicéridos totales del cuerpo (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2018).

El aguacate es un árbol perenne que puede alcanzar 20 m de altura cuando se maneja adecuadamente. El fruto es una baya que deriva de un gineceo unicarpelar con una sola semilla. El pericarpio consiste en 3 capas: exocarpio (cáscara), mesocarpio (pulpa), endocarpio (cubierta delgada de la semilla). El árbol puede ser de frutos solitarios o en racimo y su peso varía entre 100 a 3,000 gramos (CENTA, 2018). En la siguiente figura 4.1 se presentan las partes del fruto de aguacate:



Ilustración 3.1. Partes del fruto de aguacate

Fuente: (Ruíz, 2019)

3.2 Zonas principales de producción

El departamento de Carazo es la principal zona de cultivo de aguacate, seguido por los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Madriz, Rivas (Isla de Ometepe), Chinandega y Río San Juan (Archipiélago de Solentiname). Entre las principales variedades de aguacate que se cultivan en el país, se tienen: Benick, Simpson y Hass (ProNicaragua, 2017). En el anexo A se ubican las zonas de cultivo de aguacate en Nicaragua.

3.3 Valor nutricional del aguacate

En lo que se refiere la pulpa de aguacate, está contiene:

- Proteínas de alta calidad y ácidos grasos esenciales;
- Ácido oleico que ayuda a reducir los niveles de colesterol
- Otros ácidos grasos como Omega 9, Omega 7, Omega 6 y Omega 3 y su valor calórico es superior al de cualquier otra fruta, pero sus propiedades aportan muchos beneficios a las personas.

El aguacate presenta un alto contenido en fibra, un 7% de su peso total, una cantidad alta comparada con la de otros alimentos y la fibra tiene importantes beneficios para la pérdida de peso y la salud.

El aguacate aporta vitaminas, grasas sin colesterol, importantes para la salud humana. Algunas variedades presentan contenidos nutricionales de vitamina "A" con 8.1 y 6.48 miligramos por cada 100 gramos de pulpa. Y vitamina E con 9.55 miligramos por 100 gramos de pulpa y vitamina D con 3.25 miligramos por 100 gramos de pulpa (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2019).

En la siguiente tabla 3.1 se presenta la composición nutritiva de la pulpa de aguacate:

Tabla 3.1. Composición nutritiva de 100 gramos de pulpa de aguacate

Composición	Cantidad	Unidad	Composición	Cantidad	Unidad
Humedad	77.4	g	Ácido ascórbico	14	mg
Valor energético	152	McaL kg-1 seco	Ácido palmítico	7	%
Proteínas	1.6	g	Ácido esteárico	1	%
Grasas	15.6	g	Ácido oleico	79	%
Fibras	1.8	g	Ácido linoleíco	13	%
Cenizas	0.9	g	Taninos	13.6	%
Nitrógeno	0.2	g	Almidón	13.2	%
Hidratos de carbono	4.8	g	Coeficiente de digestibilidad	93	%
Calcio	24	mg	Tiamina	0.09	mg
Fósforo	47	mg	Riboflavina	0.14	mg
Hierro	0.53	mg	Niacina	1.9	mg

Fuente: (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2019)

3.4 Índice de madurez del aguacate

La madurez del aguacate no la alcanza en el árbol, ya que este produce un inhibidor de la maduración que pasa al fruto por el pedúnculo. Es por ello que la maduración ocurre naturalmente durante el almacenamiento o puede ser inducida aplicando 10 a 100 ppm de etileno a 21 ºC (Centro de Investigación Natima, 2010).

El fruto de aguacate inicia su proceso de maduración, una vez removido del árbol, experimentando los siguientes cambios (Barrera, s.f.):

- Pérdida de agua
- Pérdida de firmeza
- Cambios en el color
- El nivel en la calidad de maduración y la preservación de sus atributos depende del manejo postcosecha.

En la siguiente tabla 3.2 se muestran las etapas de maduración del aguacate:

Tabla 3.2. Etapas de maduración del aguacate



Condición del aguacate	Duro	Pre acondicionado	Rompiente	Firme maduro	Maduro
Contenido de materia seca (%)	21 a 23	23	30	35	37

Fuente: (Barrera, s.f.)

El contenido de materia seca es un parámetro que determina el nivel de madurez fisiológica del fruto y se han establecido valores mínimos como estándar legal para cada variedad (19 a 25%) (Barrera, s.f.).

La maduración del aguacate se puede realizar por las siguientes vías (Olefina, S.L., 2020):

- Maduración natural: Recién cosechado y a una temperatura de 20 °C alcanza su madurez en un lapso de 7 a 12 días.

- Estimulación con etileno. A nivel comercial la maduración de un lote se utiliza etileno para garantizar homogeneidad en el producto, reduciendo el tiempo de maduración a 3 a 5 días.

En la tabla 3.3 se recomiendan parámetros para obtener un aguacate maduro de manera homogénea:

Tabla 3.3. Parámetros de almacenamiento del aguacate

Temperatura	16 a 20 °C
Humedad relativa	90 a 95 %
Concentración de etileno	10 a 100 ppm
Duración del gaseado	8 a 48 h
Nivel de dióxido de carbono	< 1%

Fuente: (Barrera, s.f.)

3.5 Estudios sobre el aprovechamiento del aguacate

Montano (2006) presenta una formulación para elaborar guacamole (mezcla de pasta de aguacate con cebolla, ajo, sal y jugo de limón). La caracterización del aguacate fue: pH 6.52 y acidez 0.59. Después de obtener la pulpa del fruto, está se escaldó a 70 ºC por, con el objetivo de reducir la carga microbiana, inactivar enzimas y fijar el color en la pulpa e insumos. De las cuatro formulaciones realizadas, la segunda formulación fue la que brindó al guacamole las siguientes carácteristicas y con mejor aceptación: ácidez 1.024, pH 3.87, color verde pálido, olor agradable, textura untable y sabor ácido.

Devia & Saldarriaga, (2005) obtuvieron un colorante a partir de la semilla de aguacate utilizando extración sólido líquido utilizando como solvente una solución diluida de hidróxido de sodio:

- Relación sólido-solvente: 0.2, 0.125 y 0.05 (peso de sólido a volumen de solvente)
- Concentración de NaOH en el solvente: 0.5% P/V (peso de NaOH /volumen de agua) (pH 13)

Con las condiciones de operación: dos horas de extracción, con agitación a 150 rpm y a 75º C. Su uso es para teñir fibras textiles de poliamida y de algodón, usando mordientes vegetales.

Existen investigaciones, como la realizada por Vargas, & Maira (2018) que evaluaron tres métodos de extracción: prensado por expeller, prensado

hidráulico y termobatido. Los parámetros utilizados para cada método de extracción fue el siguiente:

- Termobatido: A una temperatura de 60°C durante 2 a 3 horas.
- Prensado hidráulico: La pulpa previamente secada y en trozos, se sometió a una presión de 41.3 MPa durante 10 minutos.
- Prensado por expeller: La pulpa previamente secada y en trozos, calentó a una temperatura de 100°C, con una frecuencia de 15 Hertz y una boquilla N° 4.

A partir de dichos métodos se obtuvieron los siguientes rendimientos: 16.39%, 23.97% y 42.69% para termobatido, prensado hidráulico y prensado por expeller, respectivamente.

3.6 Selección y dimensionamiento de equipos

El equipo utilizado en las industrias se puede dividir en dos clases (Coulson & Richardson´s, 2005): propietario y no propietario:

- El equipo patentado (propietario), tales como: bombas, compresores, filtros, centrífugas y secadores, es diseñado y fabricado por empresas especializadas.
- El equipo no patentado (no propietario), son los que se diseñan específicamente para un proceso o etapa especial, por ejemplo, reactores, columnas de destilación e intercambiadores de calor.

Por lo general, el ingeniero químico no suele participar en el diseño detallado del equipo patentado, por lo que, su trabajo consiste en seleccionar y especificar el equipo necesario para una etapa concreta; para lo cual consulta a los proveedores para asegurarse de que el equipo suministrado es adecuado. Para el caso de equipos no patentados, suele limitar a seleccionar y dimensionar el equipo. Dicha información se envía en forma de bocetos y hojas de especificaciones, a la empresa especializada para un diseño detallado (Coulson & Richardson´s, 2005).

Realizada la descripción del proceso y su respectivo diagrama, se realiza el balance de materia y energía para proceder a la selección y dimensionamiento de los equipos, considerando la inversión del proceso. Ulrich (1984), presenta métodos cortos para la selección de equipos, ver tabla 4.4:

Tabla 3.4. Datos de diseño para la selección de equipos de proceso

Equipo genérico	Temperatura		Presión		Concentración		Carga térmica	Consumo (Eléctrico, vapor, combustible, etc.)	Razón de flujo o capacidad	Otros tipos de requerimiento
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida				
Trituradoras, molinos								C	X	Tamaño de partícula
Intercambiadores de calor	X	X	X				C	S	X	Coeficiente de trasferencia de calor
Bombas	X		X	X				C	X	
Separadoras	X		X		X	X		C	X	Caída de presión Razón de sedimentación

Fuente: adaptado (Ulrich, 1984). Nota: C: Usualmente calculado. S: Información requerida.

3.7 Plan de medidas ambientales

En Nicaragua, el sistema de evaluación ambiental (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2017) se rige por el decreto 20-2017 “Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recuros Naturales” que tiene como objeto:

“Establecer el Sistema de Evaluación Ambiental con las disposiciones administrativas que regulan los permisos, autorizaciones; constancias, avales, cartas de no objeción, que emite el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales de conformidad con el actual crecimiento económico, social del país”.

Estudio de impacto ambiental: Conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales de un proyecto y sus alternativas, presentado en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por las normas vigentes, cuya elaboración estará a cargo de un equipo interdisciplinario, con el objetivo concreto de identificar, predecir y prevenir los impactos al medio ambiente.

Plan de medidas ambientales: Tiene por objetivo implementar acciones ante la alteración negativa de uno o más de los factores ambientales, provocado por la acción del proyecto en sus diferentes etapas, y en sus áreas de influencia directa e indirecta.

Se plantean los siguientes criterios para cuantificar los impactos ambientales de un proyecto:

- La magnitud del impacto
- Prevalencia, hasta qué grado el impacto es persistente.
- Frecuencia
- Riesgos, de que provoque efectos severos
- Importancia
- Mitigación
- Remediación
- Compensación

Milán (2004) propone abordar el medioambiente como un sistema, mediante tres niveles de articulación (ver anexo H. Síntesis de la propuesta de estructuración sistémica del medio ambiente):

- Categorías.
- Sub categorías.
- Factores ambientales.

En el caso de los factores ambientales están sujetos a procesos de cambios, transformaciones o alteraciones que pueden ser por causas naturales, como por acciones humanas.

IV. METODOLOGÍA

El procedimiento realizado para cumplir los objetivos fueron los siguientes:

4.1 Establecimiento de parámetros de calidad

A. Materia prima

Nicaragua no cuenta con una Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) referida al fruto de aguacate, por lo que, se utilizó (ver anexo B. Resumen Norma Colombiana END 094) la Norma Colombiana END 094 "Frutas frescas. Aguacate variedad HASS. Especificaciones", siendo su objetivo (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2018):

"Los requisitos que debe cumplir el aguacate Persea Americana Mill, variedad Hass, destinado para el consumo en fresco o como materia prima para la agroindustria".

Como referencia, se utilizó (ver anexo C. Resumen CXS 197-1995) el Codex Alimentarus CXS 197-1995: Norma para el aguacate, el cual tiene como alcance (Codex alimentarus, 2013):

"… variedades comerciales de aguacates obtenidos de Persea americana Mill., de la familia Lauraceae, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado".

B. Aditivos

Para el uso del sorbato de potasio, ácido ascórbico, ácido cítrico y sal, se utilizó la (ver anexo D. Resumen NTON 03 094 – 18/RTCA 67.04.54:18) NTON 03 094 – 18/RTCA 67.04.54:18 Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios. El cual tiene como objetivo (NTON 03 094 – 18. RTCA 67.04.54:18, 2018):

"*Establecer los aditivos alimentarios y sus dosis máximas permitidas en las diferentes categorías de alimentos*".

C. Pasta de aguacate

En el caso del producto terminado, pasta de aguacate, ni a nivel nacional ni internacional existe una normativa referida al producto, por lo que se utilizaron las siguientes normativas:

NTON 03 094 – 18/RTCA 67.04.54:18. Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios. Su objetivo es (NTON 03 094 – 18 RTCA 67.04.54:18, 2018):

"Establecer los aditivos alimentarios y sus dosis máximas permitidas en las diferentes categorías de alimentos".

NTON 03 080 - 17 / RTCA 67.04.50:17. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos (ver anexo E. Resumen NTON 03 080 - 17 / RTCA 67.04.50:17). Su objetivo es (NTON 03 080 - 17 / RTCA 67.04.50:17, 2017)*:*

"Establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro sanitario y la vigilancia en los puntos de comercialización".

NTS 069-2008. Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano (ver anexo F. Resumen NTS 069-2008). Su objetivo es (NTS 069-2008, 2008)*:*

"*Dispone que los alimentos envasados de baja acidez y acidificados cumplan los requisitos de calidad sanidad e inocuidad que permitan proteger la salud de los consumidores y facilitar la disposición de estos productos en el mercado internacional".*

4.2 Descripción del proceso

El procesamiento del fruto de aguacate para obtener el producto terminado se describe a continuación:

Recepción y selección

Los frutos de aguacate llegan a la planta en cajillas plásticas de polietileno de alta densidad (48x33x26 cm) con capacidad de 25 kg. Se realiza una inspección y se eliminan todos aquellos frutos con daños físicos (golpes, rozaduras y otros), daños por insectos, malformaciones, frutos inmaduros y otros daños identificados. El contenido de materia seca de los frutos debe ser superior al 22%.



Ilustración 4.1. Cajillas con aguacate, en campo

Fuente: https://bit.ly/36GOSSO

Los frutos se descargan en una banda transportadora donde se eliminan los que se encuentran con las cáscaras dañadas, material extraño, etc. La pérdida representa el 2%.

Lavado y desinfección

Para la desinfección se utiliza agua clorada a 100 ppm (hipoclorito de sodio) con un pH de la solución entre 6 a 7, durante 2 minutos. Los aguacates entran a la lavadora que cuenta con unos aspersores para realizar el lavado, en una relación de aguacate y agua de 1:2. Se considera una pérdida de 0.5% debido a la suciedad presente en el fruto de aguacate.

Cortado

Los aguacates lavados se transportan en bandas para que operarios realicen el pelado y deshuesado. Es un proceso manual donde los operarios colocan el aguacate en mesas de acero inoxidable (80x53x90 cm).

Utilizando un pelador de aguacate con cuchilla de acero inoxidable (22x10x1.5 cm), se realiza un corte en el extremo de la fruta donde se inserta el pedúnculo, luego se corta longitudinalmente en mitades, eliminando la semilla, se extrae la pulpa y se elimina la cáscara. La cáscara y semilla representan un 35% de pérdida en el proceso.



Ilustración 4.2. Pelador de aguacate

Mezclado

La pulpa se hace pasar por una banda transportadora para caer a la mezcladora. La mezcladora reduce el tamaño y evitar una rápida separación de los componentes presentes en la pulpa, quedando una textura fina.

Para estabilizar la pulpa, durante el mezclado (Soliva, Elez, Sebastián, & Martín, 2001) se agrega (por kg de pulpa): 200 mg de ácido ascórbico, 2.5 g de ácido cítrico grado alimenticio y 8 g de cloruro de sodio (sal).

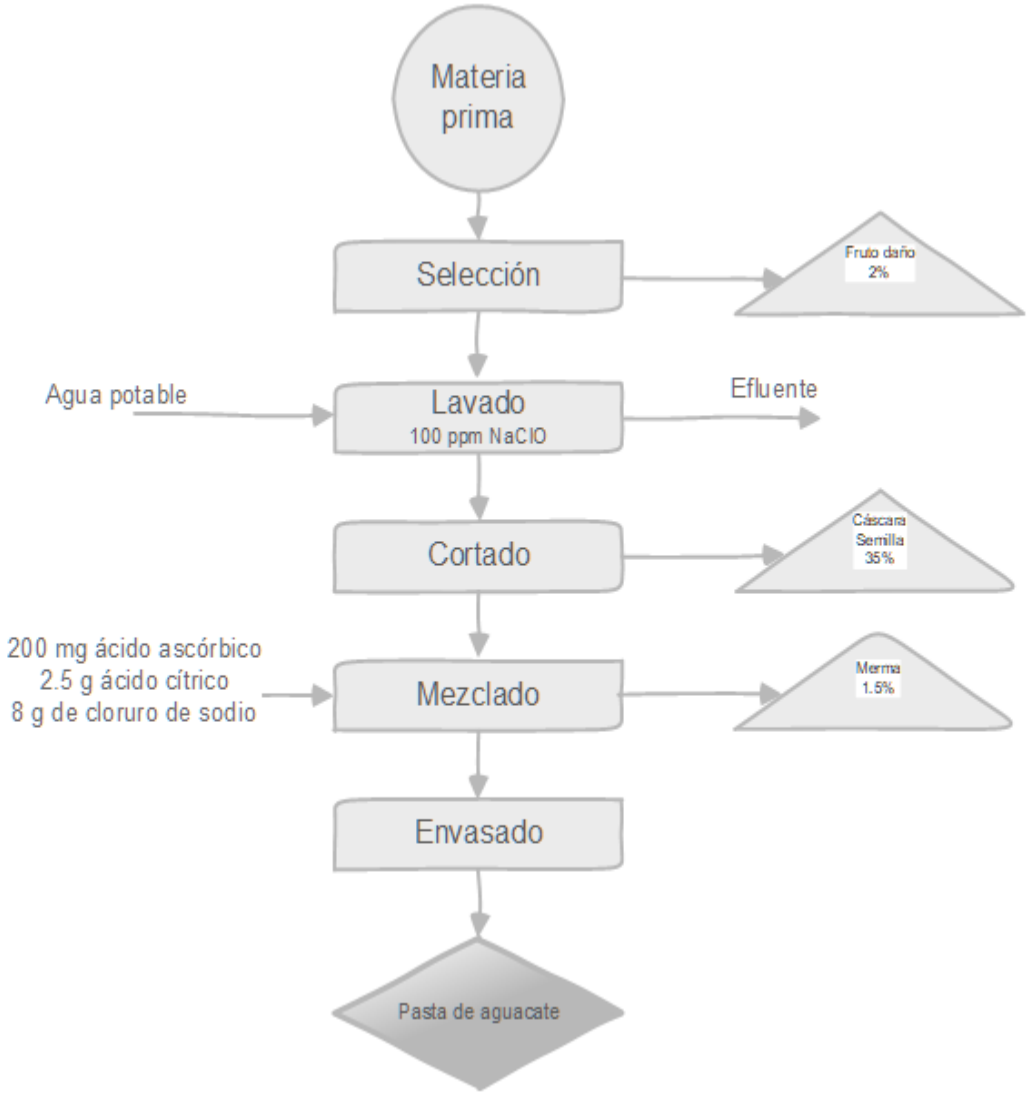
Envasado

La pasta cae en la tolva de la envasadora y se empaca en bolsas de alta densidad calibre 70 (capacidad de 1 kg).

Almacenamiento

La pasta empacada se almacena entre a 4ºC, para su posterior comercialización.

El diagrama de proceso se presenta en la siguiente ilustración



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4.3. Diagrama de bloque

Capacidad de producción

Para la capacidad de producción, se consideró el 8% del ciclo productivo 2018-2019, donde se exportaron 3,345.12 toneladas de aguacate (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, 2019), es decir, 267.61ton/año.

Estableciendo 8 horas diarias de producción, operando 5 días por semana, se tienen 1,920 horas anuales (240 días por año), se tiene:

Producción anual (kg/d)	1,115.04
Producción por hora (kg/h)	139.38

4.3 Balance de materia

Realizada la descripción del proceso, diagrama de flujo y la capacidad de producción, se procedió con el balance de materia (considerando los equipos de proceso, no se requiere de un balance de energía):

Selección

$$S1=P1+S2 \quad \text{Ec. 4.1}$$

Lavado

$$S2+A1=S3+E1 \quad \text{Ec. 4.2}$$

Cortado

$$S3=S4+P2 \quad \text{Ec. 4.3}$$

Mezclado

$$S4+CS+AC+AA=L1 \quad \text{Ec. 4.4}$$

Envasado

$$L1=L2 \quad \text{Ec. 4.5}$$

4.4 Selección y dimensionamiento de equipos

Definida la capacidad de producción, descrita la relación entre cada etapa del proceso de producción y realizado el balance de masa y energía, se procedió a la selección y dimensionamiento de los equipos del proceso productivo (ver anexo G. Dimensionamiento de equipos), utilizando los métodos cortos propuesto por Ulrich (1984):

a) Recepción

Los frutos de aguacate se entregan en cajillas plásticas de polietileno de alta densidad con dimensiones 48x33x26 cm, que brinda una capacidad de 25 kg.

b) Selección: Equipo banda transportadora

Los aguacates se colocan en una banda transportadora para su selección y traslado. El cálculo del volumen de la banda se determina con la superficie ocupada por el material y la velocidad de la está.

En la siguiente tabla se brinda el ancho de la banda estándar:

Tabla 4.1. Ancho estándar de fabricación (mm)

400	500	600	650	800	1,000	1,200	1,400

Fuente: (KAUMAN , 2020)

Del balance de materia se obtiene la capacidad de la banda, considerando el tiempo de residencia para realizar una adecuada selección del fruto, con ello, la longitud de la banda se determina:

$$A_b = \frac{L_b B_b}{2}$$

Donde:

A_b: Área de la banda Ec. 4.6

L_b: Longitud de la banda

B_b: Ancho de la banda

Se considera un 20% de sobre diseño para corregir la longitud de la banda:

$$Lc = Lb + 0.20 \quad \text{Ec. 4.7}$$

El cálculo de la velocidad de la banda se determina:

$$V_b = {}^{Lb}\!/_{t}$$

Siendo: Ec.4.8

t: *tiempo de residencia*

En el caso del peso máximo que soporta la banda cargada:

$$\text{Peso máx} = \text{Cantidad de fruto} * \rho_{\text{fruto}} \quad \text{Ec. 4.9}$$

La selección de los rodillos de la banda depende del ancho de está:

Tabla 4.2. Diámetro de rodillos por ancho de banda (mm)

Banda / Rodillo	400	500	650	800	1000	1200
63.5	x	x	x			
70		x	x	x		
76		x	x	x	x	
89		x	x	x	x	
102			x	x	x	x
108			x	x	x	x

Fuente: (ROTRANS, 2020)

La masa de carga por unidad de área se determina:

$$m/a = \frac{T}{3.6V_b}$$

Donde:

m/a: *Masa del producto por unidad de área* Ec.4.10

T: *Capacidad máxima a transportar por hora*

V_b: *Velocidad de la banda*

Para determinar la tensión necesaria para mover la banda es necesario conocer: peso de las partes móviles del equipo, coeficiente de fricción en los rodillos de apoyo, la longitud y velocidad de la banda:

$$T_x = 9.8G * f_x * L_c$$

Donde:

T_x: *Tensión para mover la banda*

G: *Masa de las partes móviles*

f_x: *Coeficiente de fricción de la banda*

L_c : *Longitud de la banda corregida*

Ec.4.11

Para el caso de la masa de las partes móviles:

Tabla 4.3. Peso de las partes móviles

Ancho de la banda (mm)	Peso de pates móviles (kg/m)			
	Trabajo ligero 102 mm Rodillos ligero	Trabajo medio 127 mm rodillos moderado	Trabajo pesado 152 mm rodillos pesado	Extrapesado 152 mm rodillos de acero
300	23	22	30	
450	25	25	33	
600	29	36	45	49
750	37	46	57	63
900	45	55	70	79
1050	52	64	82	94

Fuente: (Kauman, 2006)

El coeficiente de rozamiento se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 4.4. Coeficientes de fricción de los rodillos

TIPO DE COJINETE	ESTADO	VALOR DE f
Rodamiento	Favorable	0,018
	Normal	0,020
	Desfavorable	0,023 – 0,030
Fricción		0,050

Fuente: (Kauman, 2006)

En el caso de la tensión necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga, es necesario calcular el peso de la carga y el peso del producto:

$$T_y = 9.8 * {}^{m}\!/_{a} * f_y * L_c + F_{fruta}$$

Donde:

T_y: *Tensión necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga.*

f_y: *Coeficiente de fricción de la banda con carga.*

L_c: *Longitud de la banca corregida.*

F_{fruta}: *Peso de los frutos canalizada.*

Ec.4.12

La potencia de la banda transportadora se calcula a partir de la tensión total y la velocidad de la banda.

$$P_{\min} = T_e * V_b$$

Donde:

$P_{\min}$: *Potencia mínima.*

T_e : *Tensión efectiva* $= T_x + T_y$

Ec.4.13

Con ello, se determina la potencia total: la multiplicación de la potencia mínima por un factor de seguridad (oscilaciones, choques y jalones que pueden ocurrir en el sistema):

$$P_{corregida} = 1.15 * P_{\min}$$ *Ec.4.14*

c) Lavado y desinfección: Equipo lavadora

El equipo de lavado tendrá un transportador de rodillos con aspersores para realizar el lavado. El dimensionamiento de la banda sigue los mismos pasos descritos en la etapa de selección (equipo banda transportadora), solo con un tiempo de permanencia de 120 segundos (para aspectos de diseño, se consideró 180 segundos).

d) Cortado: Equipo banda transportadora

Los frutos de aguacates lavados se pasan por una banda transportadora donde colaboradores los toman para cortalos utilizando un pelador (de cuchilla de acero inoxidable con dimensiones 22x10x1.5 cm) de aguacate. El dimensionamiento de la banda sigue los mismos pasos descritos en la etapa de selección (equipo banda transportadora), en el caso del tiempo de retención es de 5 minutos, para garantizar el cortado y pelado del fruto.

La pulpa se coloca en otra banda transportadora para trasladarse al mezclador, mientras que las semillas y cáscaras se colocan en la banda transportadora de donde fue tomado el fruto, para su desecho.

e) Mezclado: Equipo mezclado

La pulpa cae en una mezcladora horizontal que cuenta con agitador helicoidal para garantizar la homogeneidad de la mezcla. El equipo será de acero inoxidable a presión atmosférica y tendrá un sobredimensionamiento de del 20% para evitar rebose.

$$V=Vd*1.20 \quad \text{Ec. 4.15}$$

La presión de diseño del equipo:

$$P_D = P_o + \rho_{mezcla} * h_{mezcla}$$

Donde:

P_D: Presión de diseño. (lb/in^2).

P_O: Presión de operación (lb/in^2). Ec.4.16

ρ_{mezcla}: Densidad de la mezcla (lb/in^3).

h_{mezcla} : Altura de la columna de la mezcla (in).

El espesor del tanque cilíndrico se determina con la siguiente fórmula:

$$tc = \frac{PR}{SE - 0.6P} + C$$

Donde:

tc: Espesor $(pu\,\lg)$.

P: Presión de diseño (lb/in^2). Ec.4.17

R: Radio del tanque $(pu\,\lg)$.

S: Esfuerzo admisible (lb/in^2).

E : Eficiencia de la junta.

Agitador

En la siguiente ilustración se presentan las dimensiones estándar de los agitadores:

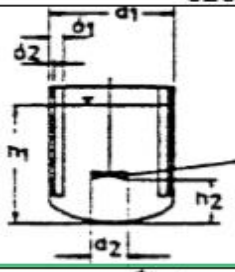
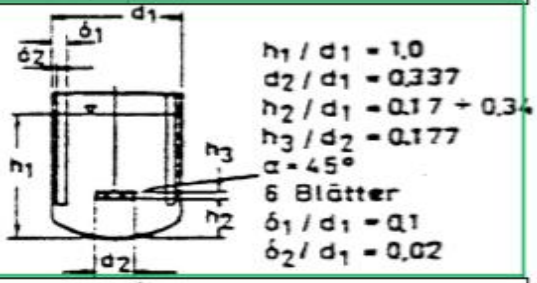
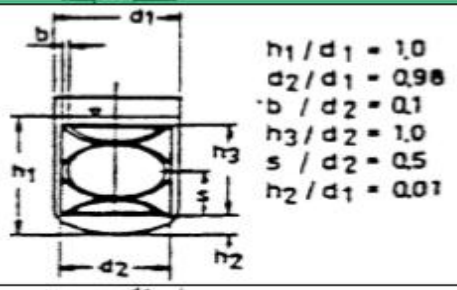
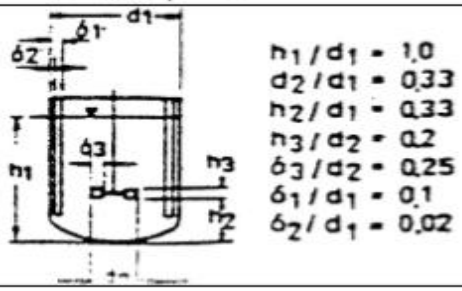
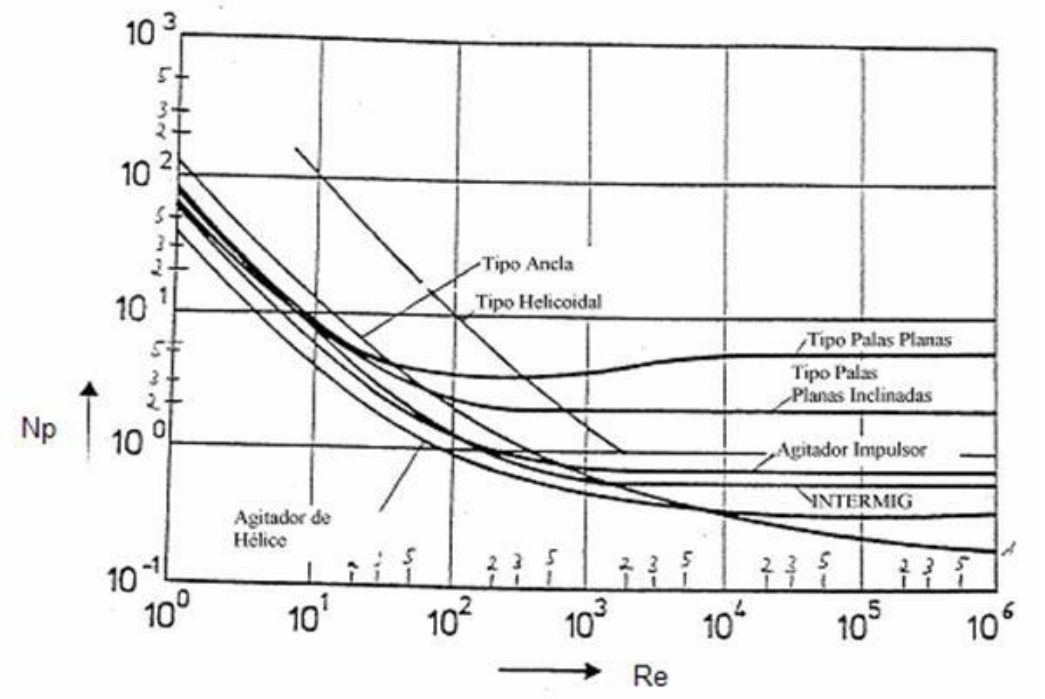
DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	GEOMETRIA
Agitador de hélice		
Agitador con palas planas inclinadas		
Agitador helicoidal		
Agitador de palas planas		

Ilustración 4.4. Dimensiones estándar de agitadores
Fuente: (Norma DIN 28131, 1992)

Se seleccionó un agitador helicoidal para garantizar la homogeneidad de la mezcla:

La potencia del agitador se determina mediante el siguiente procedimiento:



Fuente: (Ansó, Barge, & Demming, s.f)

Ilustración 4.5 Característica de la potencia frente el Reynolds

Siendo Re, el número de Reynolds:

$$\mathrm{Re} = \frac{N_m d_2^2}{\nu}$$

Ec. 4.18

$donde:$

$Nm = Velocidad\ de\ rotación\ (rps)$

$d_2 = Diámetro\ del\ agitador\ (m)$

$\nu = Vis\cos idad\ cinemática\ (m^2/s)$

Np (número de Newton: número característico de la potencia):

$$N_p = \frac{P}{N^3 d_2^5 \rho}$$

$Donde:$

$N: Velocidad\ de\ rotación\ (rps)$

$d_2 = Diámetro\ del\ agitador\ (m)$

$\rho = Densidad\ (kg/m^3)$

$P = Potencia\ (W)$

Ec. 4.19

El tiempo de mezcla indica el tiempo necesario para alcanzar el grado de homogeneidad deseada. El tiempo de mezcla se determina:

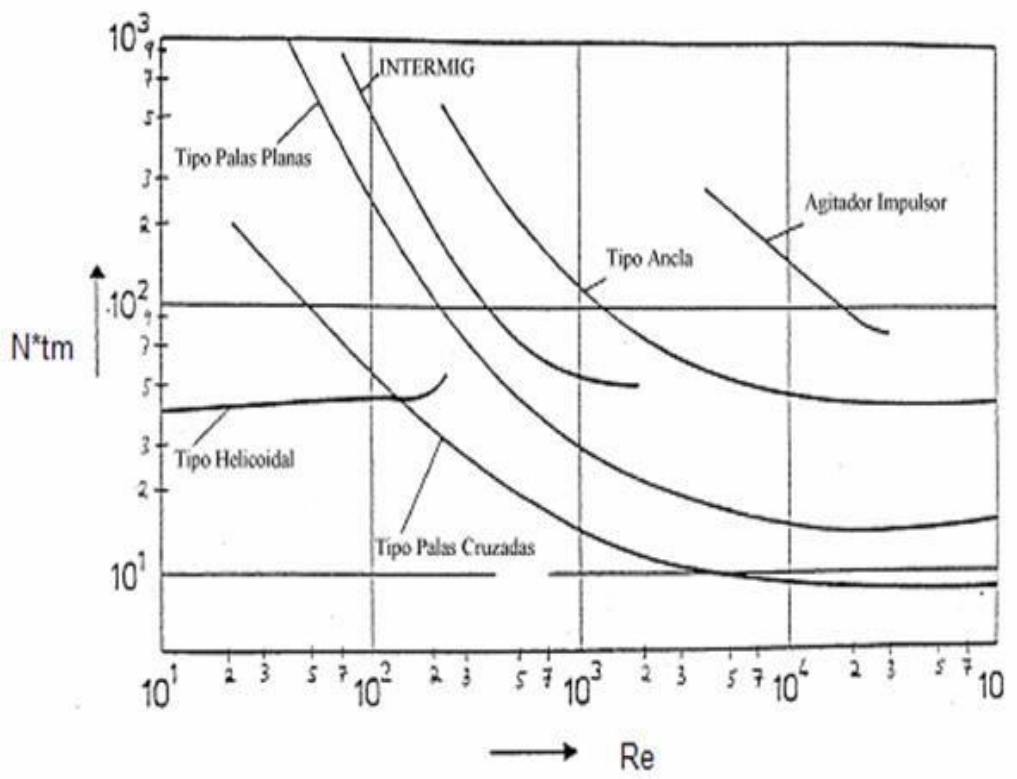


Ilustración 4.6 Número adimensional de mezcla frente el Reynolds para agitadores mezcladores

Fuente: (Ansó, Barge, & Demming, s.f)

Considerando un factor de operación del 25%, se determinar la potencia del agitador:

$$P = 1.25 * P_m \quad \text{Ec.4.20}$$

4.5 Plan de medidas ambientales

El Decreto 20-2017 “Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales”, menciona los siguientes aspectos a considerar en un plan de medidas ambientales (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2017), siendo estos:

- **Medidas de Prevención y Mitigación:** Acción o conjunto de acciones destinadas a prevenir, reducir los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, que no puedan ser evitados.

- **Medidas de Compensación**: Acciones destinadas a subsanar, todo lo que fuere dañado en forma irreversible, por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

En las siguientes tablas se presenta la información correspondiente a dichas medidas:

Tabla 4.5. Aspectos de la prevención y mitigación

IMPACTO QUE SE PRETENDE N MITIGAR	EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓ N DE LAS MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO (Construcción, Operación, Mantenimiento)	FRECUENCI A DE EJECUCIÓN	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONS ABLE DE LA GESTIÓN DE LA MEDIDA

Fuente: (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2017)

Tabla 4.6. Aspectos sobre compensación

IMPACTO QUE SE PRETEND EN MITIGAR	EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓ N DE LAS MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO (Construcción , Operación, Mantenimient o)	FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSA BLE DE LA GESTIÓN DE LA MEDIDA

Fuente: (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2017)

Para la identificación de impactos se utilizó una relación causa-efecto, seleccionando las actividades de operación del proyecto que generan impactos ambientales, considerado las entradas, salidas, emisiones, efluentes, desechos y ocupación del suelo. A continuación, se mencionan los impactos ambientales negativos identificados:

Tabla 4.7. Identificación de impactos negativos

Código	Actividades	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
C1M5	Bombeo de agua	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	Disminución del cuerpo de agua
C1M27		FUENTES ENERGÉTICAS	Consumo de energía eléctrica por el bombeo
C2M3	Equipos del proceso	RUIDOS Y VIBRACIONES	Funcionamiento de los equipos del proceso
C2M27		FUENTES ENERGÉTICAS	Consumo de energía eléctrica por los equipos del proceso
C3M2	Generación de desechos sólidos	CALIDAD DEL AIRE	Mala gestión de la disposición final de los desechos sólidos
C3M21		SALUD	Generación de malos olores y focos de insalubridad
C4M2	Tratamiento de efluentes	CALIDAD DEL AIRE	Generación de malos olores y focos de insalubridad
C4M5		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	Contaminación de cuerpos de agua por mal tratamiento
C4M21		SALUD	Generación de malos olores y focos de insalubridad

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Evaluación cualitativa de impactos ambientales

La evaluación cualitativa de los impactos ambientales negativos provocados por el proceso de producción, se identificaron las posibles causas y efectos provocados por las actividades en los factores ambientales

Tabla 4.8. Matriz causa-efecto de los impactos negativo

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO					
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS					
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR		*ETAPA: OPERACIÓN DEL PROCESO*			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Bombeo de agua	*Equipos del proceso*	*Generación de desechos sólidos*	*Tratamiento de efluentes*
FACTOR	*COD*	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*
CALIDAD DEL AIRE	**M2**			**C3M2**	**C4M2**
RUIDOS Y VIBRACIONES	**M3**		**C2M3**		
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	**M4**				
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	**M5**	**C1M5**			**C4M5**
SUELO	**M6**				
VEGETACIÓN	**M7**				
FAUNA	**M8**				
PAISAJE	**M9**				
RELACIONES ECOLÓGICAS	**M10**				
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	**M11**				
TRANSPORTE Y VIALIDAD	**M12**				
ACUEDUCTO	**M13**				
ALCANTARILLADO	**M14**				
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	**M15**				
HÁBITAT HUMANO	**M16**				
ESPACIOS PÚBLICOS	**M17**				
PAISAJE URBANO	**M18**				
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	**M19**				
REGULACIONES URB. Y ARQ.	**M20**				
SALUD	**M21**			**C3M21**	**C4M21**
CALIDAD DE VIDA	**M22**				
FACTORES SOCIOCULTURALES	**M23**				
VULNERABILIDAD	**M24**				
ECONOMÍA	**M25**				
RELACIONES DEPENDENCIA	**M26**				
FUENTES ENERGÉTICAS	**M27**	**C1M27**	**C2M27**		

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Matriz de Valoración de Impactos ambientales negativos

Para la cuantificación de la importancia de los impactos ambientales negativos se desarrolló una matriz de valoración de impactos, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 4.9. Valores de los atributos de impactos para realizar la evaluación cualitativa

VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN CUALITATITA	
NATURALEZA	**INTENSIDAD (IN)**
▪ Impacto beneficioso +	(Grado de Destrucción)
▪ Impacto perjudicial -	▪ Baja 1
	▪ Media 2
	▪ Alta 4
	▪ Muy Alta 8
	▪ Total 12
EXTENSION (EX)	**MOMENTO (MO)**
(Area de Influencia)	(Plazo de manifestación)
▪ Puntual 1	▪ Largo plazo 1
▪ Parcial 2	▪ Medio plazo 2
▪ Extenso 4	▪ Inmediato 4
▪ Total 8	
▪ Critica (+ 4)	
PERSISTENCIA (PE)	**REVERSIBILIDAD (RV)**
(Permanencia del efecto)	(Recuperabilidad)
▪ Fugaz 1	▪ Recuperable a corto plazo 1
▪ Temporal 2	▪ Recuperable a mediano plazo 2
▪ Permanente 4	▪ Irrecuperable 4
ACUMULACION (AC)	**PROBABILIDAD (PB)**
(Incremento progresivo)	(Certidumbre de Aparición)
▪ Simple (sin sinergismo) 1	▪ Probable 1
▪ Sinérgico 2	▪ Dudoso 2
▪ Acumulativo 4	▪ Cierto 4
EFECTO (EF)	**PERIODICIDAD (PR)**
(Por la relación Causa – Efecto)	(Regularidad de manifestación)
▪ Indirecto (secundario) 1	▪ Irregular y discontinuo 1
▪ Directo 4	▪ Periódico 2
	▪ Continuo 4
PERCEPCION SOCIAL (PS)	**IMPORTANCIA (I)**
(Grado de percepción del impacto por la población)	**(**Valor Total)
▪ Mínima (25%) 1	
▪ Media (50%) 2	**I= ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)**
▪ Alta (75%) 4	
▪ Máxima (100%) 8	
▪ Total (>100%) (+4)	

Fuente: (Milán, 2004).

Tabla 4.10 Matriz de valores de los atributos de los impactos ambientales negativos

MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS													
	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS												
IMPACTOS	Naturaleza (-) impacto perjudicial (+) impacto beneficioso	Intensidad (grado de destrucción) 1 Baja 2 Media 4 Alta 8 Muy alta 12 Total	Extensión (Area de influencia) 1 Puntual 2 Parcial 4 Extenso 8 Total 12 Crítica	Momento (plazo de manifestación) 1 Largo plazo 2 Medio plazo 4 Inmediato	Persistencia (permanencia del efecto) 1 Fugaz 2 Temporal 4 Permanente	Reversibilidad (recuperabilidad) 1 Recuperable a c. Plazo 2 Recuperable a m. plazo 4 Irrecuperable	Acumulación (incremento progresivo) 1 Simple (sin sinergia) 2 Sinérgico 4 Acumulativo	Probabilidad (certidumbre de aparición) 1 improbable 2 Dudoso 4 Cierto	Efecto (relación causa efecto) 1 Indirecto 4 Directo	Periodicidad (regularidad de manifestación) 1 Irregular y discontinuo 2 Periódico 4 Continuo	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población) 1 Mínima 2 Media 4 Alta 8 Máxima 12 Total	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia
	Signo	I	Ex	Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S
C1M5	(-)	4	4	4	2	1	1	2	4	4	2	**40**	**100**
C1M27	(-)	1	1	4	2	1	1	2	4	4	1	**24**	**100**
C2M3	(-)	2	1	4	2	1	1	4	4	4	2	**30**	**100**
C2M27	(-)	2	1	4	2	1	1	4	4	4	1	**29**	**100**
C3M2	(-)	2	2	2	2	2	1	2	4	4	4	**31**	**100**
C3M21	(-)	2	2	2	2	2	1	2	1	4	4	**28**	**100**
C4M2	(-)	2	2	4	2	1	1	2	4	4	4	**32**	**100**
C4M5	(-)	4	4	2	2	1	1	2	1	4	4	**37**	**100**
C4M21	(-)	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	**26**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Parámetros de calidad materia prima

Para el procesamiento el fruto de aguacate debe de cumplir los siguientes parámetros de calidad:

Tabla 5.1. Parámetros de calidad del fruto de aguacate

Parámetro que controlar	Comentario
Contenido mínimo de materia seca	18%
Contenido mínimo de grasa	10%
Contenido mínimo de pulpa	50%
Firmeza	0.9 a 1.1 kgf/cm^2

Fuente: Elaboración propia

5.2 Parámetros de calidad del producto terminado

El producto terminado, pasta de aguacate, deberá presentar los siguientes parámetros de calidad:

Tabla 5.2. Parámetros de calidad de la pasta de aguacate

Parámetro que controlar	Comentario
Color	Verde natural (característico del fruto)
Olor	Característico del fruto
Sabor	Característico del fruto
Textura	Pulpa cremosa
pH	4.8 a 5.2

Fuente: Elaboración propia

5.3 Balance de materia del proceso de producción

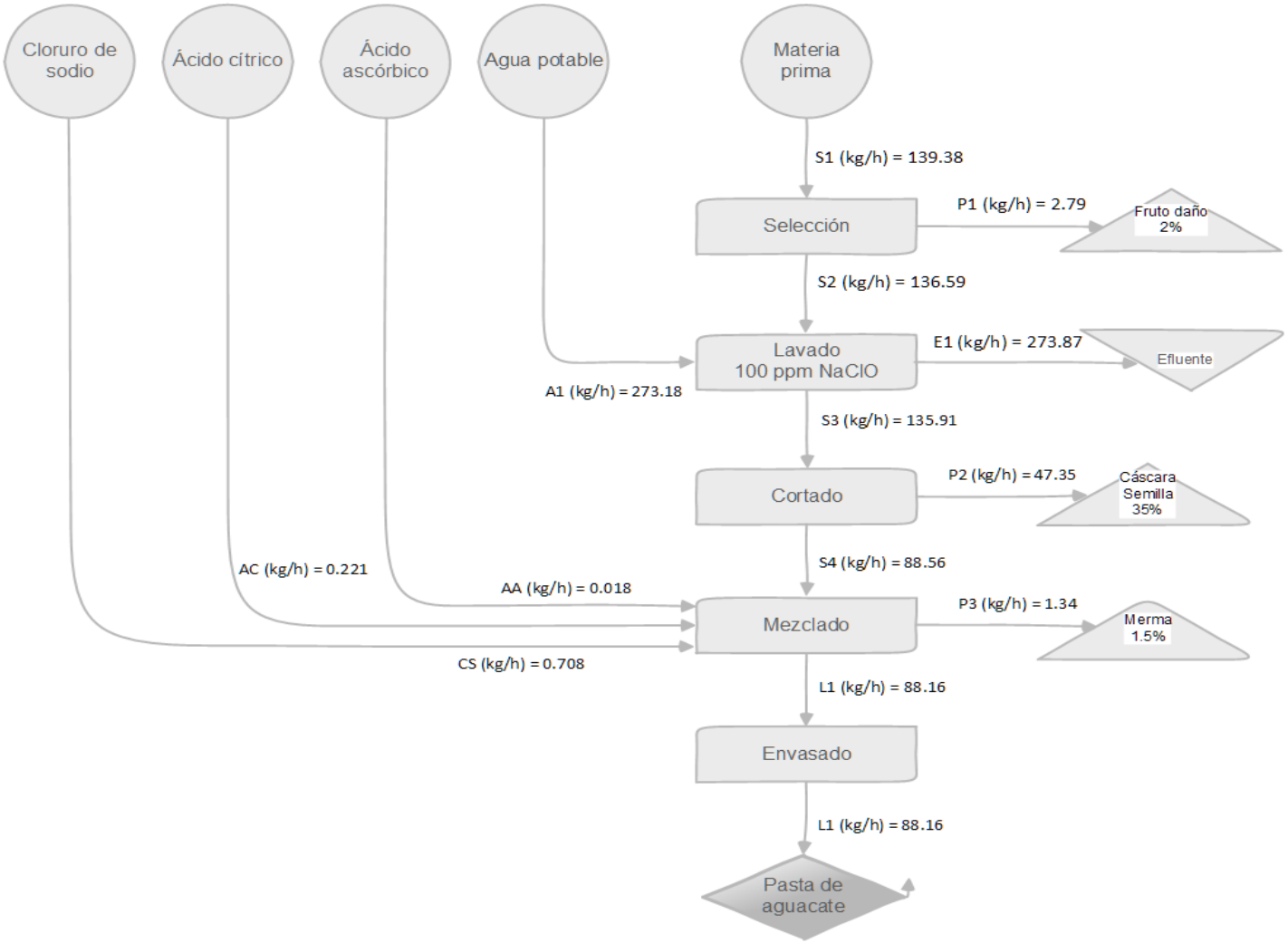


Ilustración 5.1. Resultado del balance de materia

5.4 Esquema Tecnológico

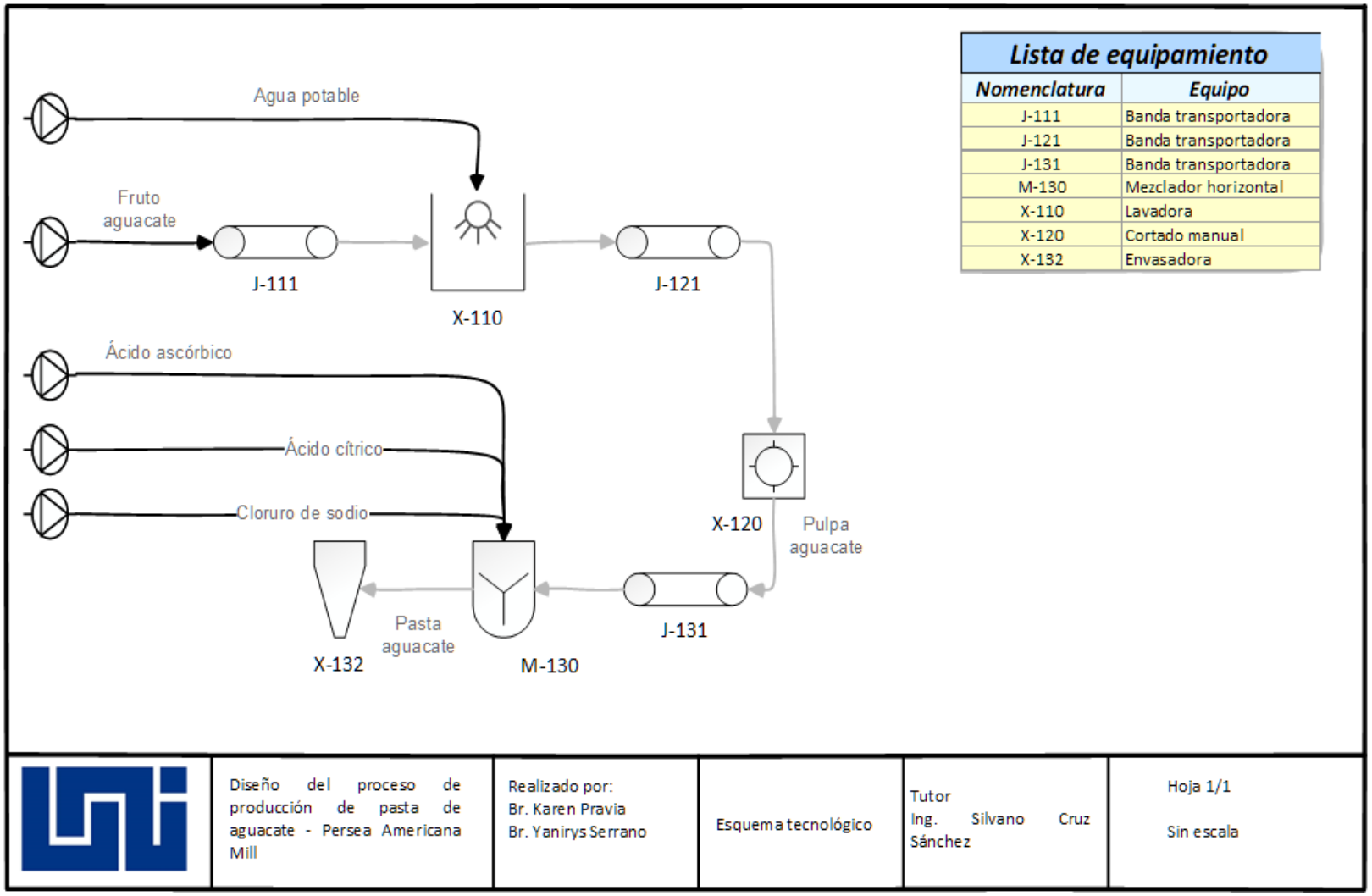


Ilustración 5.2. Esquema tecnológico

5.5 Distribución de planta

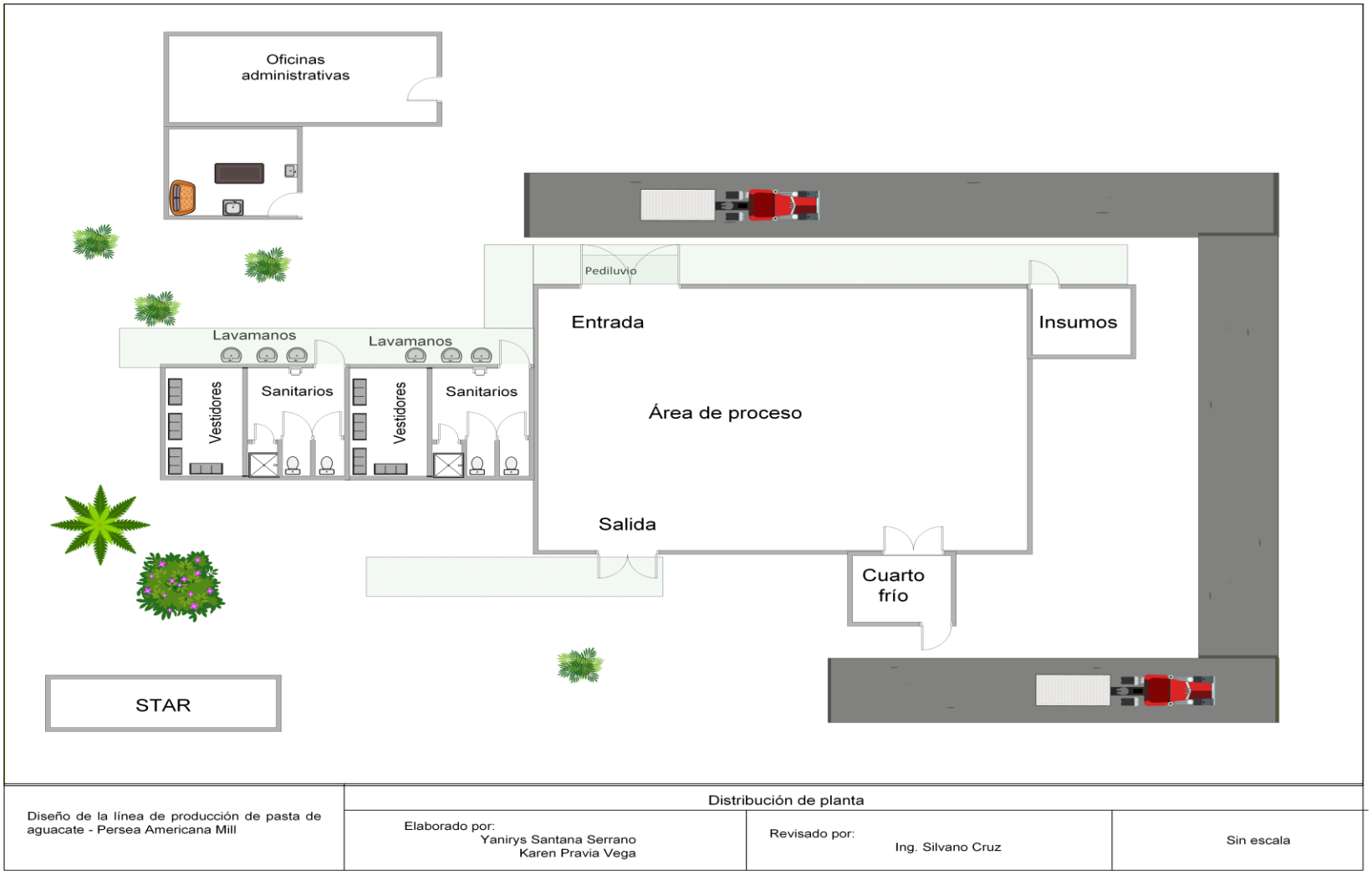


Ilustración 5.3. Distribución de planta

5.6 Importancia de impactos ambientales negativos

El grado de las actividades del proceso de producción que pueden generar impactos ambientales negativos, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5.3. Matriz de importancia de impactos ambientales negativos

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS								
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: Funcionamiento						
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO						
		Bombeo de agua	Equipos del proceso	Generación de desechos sólidos	Tratamiento de efluentes	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4			
CLIMA	M1			31	32	63	200	32
CALIDAD DEL AIRE	M2							
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		30			30	100	30
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	M4							
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5	40			37	77	200	39
SUELO	M6							
VEGETACIÓN	M7							
FAUNA	M8							
PAISAJE	M9							
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10							
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11							
TRANSPORTE	M12							
ACUEDUCTO	M13							
ALCANTARILLADO	M14							
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15							
HÁBITAT	M16							
ESPACIOS PÚBLICOS	M17							
PAISAJE URBANO	M18							
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19							
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20							
SALUD	M21			28	26	54	200	27
CALIDAD DE VIDA	M22							
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23							
VULNERABILIDAD	M24							
ECONOMÍA	M25							
RELACIONES DEPENDENCIA	M26							
FUENTES ENERGÉTICAS	M27	24	29					
Valor Medio de Importancia		31						
Dispersión Típica		5						
Rango de Discriminación		26			36			
Valor de la Alteración		64	59	59	95	224		
Máximo Valor de Alteración		200	200	200	300		700	
Grado de Alteración		32	30	30	32			32

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los negativos		
Valor por encima del rango		IMPACTOS CRÍTICOS
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

5.7 Plan de medidas ambientales

Identificados y cuantificados los impactos ambientales negativos que podrían generar las actividades del proceso productivo, se proponen las siguientes medidas de prevención, para reducir o eliminar dichos impactos:

Tabla 5.4 Plan de medidas ambientales

Código	*Actividades del proyecto*	*Factor ambiental impactado*	*Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental*	*Categoría del impacto ambiental*	*Medida ambiental propuesta*	*Descripción para su implementación*
C1M5	Bombeo de agua	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	Disminución del cuerpo de agua	Crítico	Elaborar e implementar un plan de producción más limpia	Establecer indicadores de consumo de agua para su monitoreo y seguimiento.
C1M27		FUENTES ENERGÉTICAS	Consumo de energía eléctrica por el bombeo	Irrelevante	Elaborar un plan de ahorro y eficiencia energética	Definir un plan de compra de equipos de alta eficiencia energética y medidas de ahorros de eneergía eléctrica
C2M3	Equipos del proceso	RUIDOS Y VIBRACIONES	Funcionamiento de los equipos del proceso	Moderado	Implementar un plan de higiene y seguridad laboral	Brindar y monitorear el uso protectores de oídos y equipos de seguridad
C2M27		FUENTES ENERGÉTICAS	Consumo de energía eléctrica por los equipos del proceso	Moderado	Elaborar un plan de ahorro y eficiencia energética	Definir un plan de compra de equipos de alta eficiencia energética y medidas de ahorros de eneergía eléctrica
C3M2	Generación de desechos sólidos	CALIDAD DEL AIRE	Mala gestión de la disposición final de los desechos sólidos	Moderado	Elaborar un plan de gestión de desechos sólidos	Crear estaciones de temporales de transferencia e indicadores de generacíon de desechos sólidos.
C3M21		SALUD	Generación de malos olores y focos de insalubridad	Moderado		Realizar campañas de limpieza
C4M2	Tratamiento de efluentes	CALIDAD DEL AIRE	Generación de malos olores y focos de insalubridad	Moderado	Crear plan de gestión ambiental y salud comunitaria	Realizar campañas de reforestación en las zonas aledañas a la planta industrial
C4M5		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	Contaminación de cuerpos de agua por mal tratamiento	Crítico		Crear indicadores de calidad de descarga de los efluentes
C4M21		SALUD	Generación de malos olores y focos de insalubridad	Moderado		Realizar campañas de limpieza

Fuente: Elaboración propia

5.8 Tratamiento Ambiental de Residuos Sólidos.

El diseño propuesto integra un plan de gestión ambiental que trasciende la mera disposición de residuos. El foco principal se sitúa en la valorización de los subproductos sólidos, específicamente la semilla y la cáscara del aguacate. Adoptando un modelo de Economía Circular, estos residuos no se considerarán desechos, sino recursos valiosos que deben ser desviados hacia líneas de procesamiento secundarias. Esta estrategia busca analizar y concretar la extracción de compuestos de interés (como aceites o harinas) que permitan generar un valor agregado comercial. De este modo, la planta no solo garantiza el cumplimiento de la normativa ambiental, sino que también optimiza la rentabilidad del proceso al minimizar los costos de eliminación de residuos y transformarlos en ingresos potenciales.

VI. CONCLUSIONES

El análisis de las etapas del proceso permitió establecer que las variables más sensibles para la calidad de la pasta de aguacate son las asociadas a la materia prima y producto final. Se determinó que el fruto debe presentar, como mínimo, un 18% de materia seca y 50% de pulpa para el procesamiento, garantizando las características organolépticas finales del producto: color, olor y sabor óptimos.

Para la selección y dimensionamiento de equipos, se definió una capacidad de producción de 139.38 kg/h de pasta de aguacate, para 240 días al año de procesamiento. Con ello, se definió el proceso de producción y los cálculos de diseño para cinco equipos de proceso.

Se identifican cuatro actividades del proceso de producción que podrían generar nueve impactos ambientales negativos, de los cuales dos fueron valorados como críticos. Para cada impacto identificado se propuso un plan de medidas ambientales.

VII. RECOMENDACIONES

Se brindan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el diseño de la línea de producción planteado como insumo base para la elaboración de un Estudio de factibilidad Tècnico-Ecòmica, con el fin de proyectar la inversión total y cuantificar la rentabilidad económica.
- Se recomienda analizar el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el proceso de producción, específicamente la semilla y la cáscara del aguacate. Estos subproductos poseen un potencial significativo para la extracción de aceites, la obtención de harinas u otros extractos, lo cual permitiría generar un valor agregado al proceso general.
  Esta acción futura se fundamenta en la intención de crear líneas de producción secundarias que no solo contribuirían a la mejora de la rentabilidad económica, sino también a la disminución del impacto ambiental del proceso diseñado, alineándose con prácticas de economía circular.
- Basándose en los criterios de calidad requeridos para el producto final y las especificaciones de la maquinaria seleccionada, se recomienda proponer o gestionar la creación de una Norma Técnica Nacional (NTON) específica para la pasta de aguacate.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ansó, S., Barge, E., & Demming, S. (s.f). *Estudio teórico experimental de la agitación.*

Barrera, E. (s.f.). Postcosecha del aguacate. Colombia.

Centro de Investigación Natima. (2010). *Postcosecha y transformación de aguacate.* Colombia.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (2018). *Cultivo del aguacate.* El Salvador.

Cerdas, M., Mortero, M., & Díaz, E. (2006). *Manual de manejo pre y poscosecha de aguacate.* Costa Rica: MAG.

CODEX Alimentarius_ Normas Oficiales.html. (s.f.).

Codex alimentarus. (2013). *CXS 197-1995 Norma para el aguacate.* FAO.

Coulson, & Richardson´s. (2005). *Chemical Engineering Design* (Fourth Edition ed., Vol. 6). London: Elsevier.

Devia, J., & Saldarriaga, D. (2005). Proceso para obtener colorante a partir de la semilla de aguacate. *Revista Universidad EAFIT, 41*(137), 36-43.

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2019). *Plan de Producción, Consumo y Comercio 2018-2019.*

Gobierno de Reconciliacón y Unidad Nacional. (2019). *Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Producción de Frutas 2019-2022.*

Gutarra, S., Vargas, H., & Maira, F. (2018). Diseño de una planta de aceite de palta a partir de la evaluación de tres métodos de extracción. *Tesis de pregrado.* Universidad San Ingacio de Loyola, Lima.

H., L. (2003). *"Cultivo del Agucate, Guia tecnològica No 9" INTA primera ediciòn.* Managua.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2018). *END 09 Frutas frescas. Aguacate variedad HASS. Especificaciones.*

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (s.f). *Estudio de cadena de producción y comercialización de frutas (Papaya, limones, naranjas y aguacates).*

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2019). *Cartilla de variedades de Aguacate*. Recuperado el 05 de marzo de 2020, de www.inta.gob.ni

KAUMAN . (10 de 08 de 2020). *KAUMAN rubber technologies.* Obtenido de https://kauman.com

Kauman. (2006). Conveyor Belt Design Manual. España.

Loaisa CH.p, L. E. (2013). *"Elaboraciòn de salsa a Base de Pulpa de Aguacate y su Proyecciòn Industrial.* Ecuador : Facultad de Ingenieria Mecànica y Ciencias de Producciòn Guayaquil .

Milán, J. (2004). *Manual de estudios ambientales para la planificación y los proyectos de desarrollo.* Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (28 de Noviembre de 2017). Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recuros Naturales. *DIARIO OFICIAL LA GACETA N°228*.

Montano, M. (2006). Elaboración de Pasta de Aguacate (Guacamole) a partir de la variedad Benick, proporcionados por la Finca Santa Clara, de la Ciudad de Jinotepe, cosecha 2005 . *Tesis de pregrado.* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEÖN, Nicaragua.

Moss, D. (2004). *Pressure vessel design manual.* EE.UU.: Elsevier.

Norma DIN 28131. (1992). *Agitadores y deflectores para recipientes agitadores.*

NTON 03 080 - 17 / RTCA 67.04.50:17. (2017). *Alimentos. Criterios mircobiológicos para la inocuidad de los alimentos.*

NTON 03 094 – 18 RTCA 67.04.54:18. (2018). *Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios.*

NTON 03 094 – 18. RTCA 67.04.54:18. (2018). *Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios.*

NTS 069-2008. (2008). *Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano.* Perú.

Ocaña, E. (2015). Diseño de una planta despulpadora de frutas para proalimentos riobamba. *(Tesis de pregrado).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Olaeta, J. (2003). Industrialización del aguacate. *(Actas V Congreso Mundial del Aguacate*, 749-754.

Olefina, S.L. (13 de marzo de 2020). *Aguacate de MIchoacan*. Obtenido de https://www.olefinasl.com/aguacate-hass-de-michoacan/

Ortega S., J. R. (2007). *"Anàlisis Sensorial Fisicoquìmico e Instrumental de Aguacate. Variedad Hass y Criollo.* Mèxico .

ProNicaragua. (2017). *Estudio de mercado aguacate en Nicaragua.* Managua.

ROTRANS. (10 de 08 de 2020). Catálogo de rodillos.

Ruíz, S. (2019). *El aguacate en España, variedades y cuidados*. Recuperado el 06 de febrero de 2020, de www..plantae.garden.com

Soliva, R., Elez, P., Sebastián, M., & Martín, O. (2001). Evaluation of browning effect on avocado purée preserved. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* , 261-268.

Téliz, D., Mora, A., & Félix, D. (2014). *El aguacate y su manejo integrado.* Biblioteca básica de agricultura.

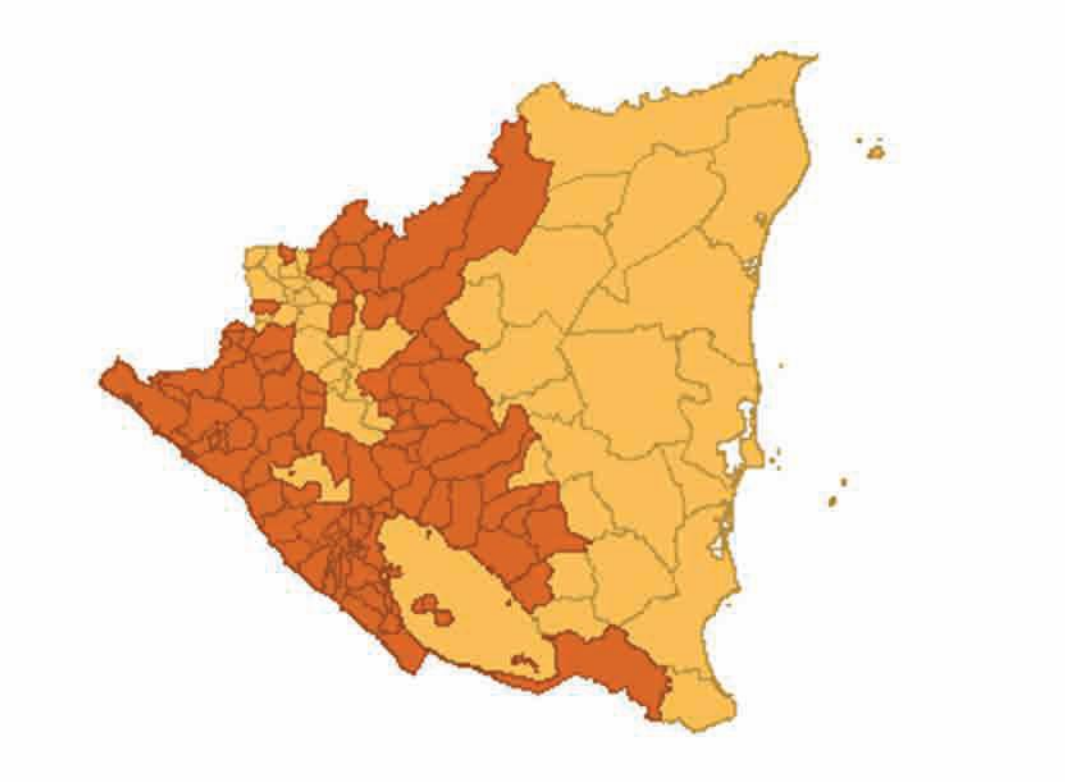
Ulrich, G. (1984). *A guide to chemical engineering process design and economics* (Primera ed.). Estados Unidos de América: John Wiley & Sons.

Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC). (2017). *La agroindustrialización del aguacate*. Recuperado el 15 de marzo de 2020, de www.upanicblog.wordpress.com

IX. ANEXOS

A. Municipios con zonas óptimas de producción de aguacate Benick
B. Resumen Norma Colombiana END 094
C. Resumen CXS 197-1995
D. Resumen NTON 03 094 – 18/RTCA 67.04.54:18
E. Resumen *NTON 03 080 - 17 / RTCA 67.04.50:17*
F. Cálculos de dimensionamiento de equipos
G. Características de los equipos del proceso de producción
H. Síntesis de la propuesta de estructuración sistémica del medio ambiente

A. Municipios con zonas óptimas de producción de aguacate Benick



Fuente: (ProNicaragua, 2017)

ESPECIFICACIÓN NORMATIVA DISPONIBLE

END 094

2018-09-12

FRUTAS FRESCAS.
AGUACATE VARIEDAD HASS. ESPECIFICACIONES



E: FRESH FRUITS. HASS AVOCADO. SPECIFICATIONS.

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: frutas, aguacate, aguacate Hass.

I.C.S.: 67.080.10

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Editada 2018-09-19

B.Resumen Norma Colombiana END 094

FRUTAS FRESCAS.
AGUACATE VARIEDAD HASS.
ESPECIFICACIONES

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Especificación Normativa Disponible establece los requisitos que debe cumplir el aguacate *Persea americana* Mill, variedad Hass, destinado para el consumo en fresco o como materia prima para la agroindustria.

La presente END se aplica desde el momento previo a la cosecha del aguacate hasta su comercialización.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 1248-2, Frutas frescas. Aguacate. Especificaciones de empaque.

NTC 1248-3, Frutas frescas. Aguacate. Almacenamiento y transporte.

NTC 2479, Embalajes. Indicaciones gráficas para el manejo de artículos.

NTC 5422, Empaque y embalaje de frutas, hortalizas y tubérculos frescos.

3. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CALIBRES

3.1 DEFINICIONES

Para los propósitos de este documento normativo, aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1.1 Definiciones relacionadas con el producto

3.1.1.1 aguacate Hass. Fruto oval - piriforme, con cáscara rugosa que de verde se torna a morado - negro cuando está maduro. Su pulpa es verde amarillento, suave y no fibrosa (véase la Figura 1).



Figura 1. Aguacate variedad Hass

3.1.1.2 calibre. Determinación de rangos de tamaño a partir de las medidas de peso de los frutos. Para el caso del aguacate se establecen grupos homogéneos de fruta de acuerdo al peso con diferencias visuales entre los calibres.

3.1.1.3 firmeza. Medida de la resistencia que ofrece la pulpa del fruto a una fuerza de penetración expresada en kg/cm^2 de acuerdo a la variedad y al estado de madurez.

3.1.1.4 fisura. Rompimiento superficial de la epidermis.

3.1.1.5 fruto climatérico. Fruto que al ser cosechado en estado de madurez fisiológica, continúa su proceso de maduración. Presenta un aumento de la tasa de respiración con cambios notorios, principalmente en los contenidos de ácidos grasos. Además, produce altas concentraciones de etileno asociadas al proceso de maduración.

3.1.1.6 límite máximo de residuos (lmr). Concentración máxima de residuos de plaguicidas permitida en o sobre los productos destinados a consumo humano o animal.

3.1.1.7 madurez fisiológica. Corresponde al momento en el que las semillas están suficientemente desarrolladas para ser viables y germinar. Un fruto está fisiológicamente maduro cuando sus semillas tienen capacidad de germinar y de auto-perpetuar la especie.

3.1.1.8 madurez de cosecha. Es el momento de cosecha o recolección de la fruta para que llegue al consumidor con sus mejores características organolépticas (madurez de consumo). Depende del destino posterior del fruto: consumo fresco, agroindustria.

3.1.1.9 madurez de consumo o gustativa. Es el momento óptimo de consumo del fruto. Es cuando el fruto alcanza sus mejores características sensoriales y es apto para el consumo en fresco.

3.1.1.10 sobre-madurez o senescencia. Es cuando se sobre pasa la maduración de consumo. En este grado de madurez se afecta la conservación o consumo de la fruta. Se verifica por ablandamiento excesivo de la pulpa, cambios en el aroma y en el sabor.

3.1.1.11 materia seca (%). Es la parte de una muestra de pulpa después de la evaporación de toda el agua posible, expresada en % fracción en masa.

3.1.1.12 pedúnculo. Tallo por el cual el fruto se adhiere a la planta.

3.1.2 Definiciones relacionadas con defectos externos en cosecha

3.1.2.1 daño mecánico. El daño que puede ser producido durante todo el proceso productivo, esto incluye la cosecha, poscosecha, transporte y empaque, puede deberse a carga excesiva, roces entre los frutos, perforaciones con elementos corto-punzantes y equipos o materiales en el proceso de empaque los cuales afectan la apariencia y vida útil de fruto, permitiendo que se acelere el deterioro del aguacate. Estos daños incluyen cicatrices, magulladuras, cambios de color y golpes (véase la Figura 2).



Figura 2. Daño mecánico ocasionado en frutos de aguacate cv. Hass

3.1.2.2 daño por *H. lauri* (barrenador del fruto). Su importancia se basa en el daño directo que ocasionan los adultos de este insecto plaga del género *Heilipus* spp. (coleóptero), a los frutos de aguacate en el proceso de alimentación de la epidermis y pulpa del fruto (véase la Figura 3), realizando una perforación y oviposición en los puntos de perforación.



Figura 3. Daño en pulpa y semilla por *H. lauri* (Fotos: Caicedo, A.M. y Torres, L.F., 2013)

3.1.2.3 daño por pasador del fruto del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham. El daño principal de *S. catenifer* lo causa la larva al alimentarse internamente de la pulpa y la semilla de aguacate, lo cual demerita la fruta y causa su caída. (Véase la Figura 4).



Figura 4. Daño realizado por Stenoma catenifer (Fotos: Valencia, E. y Caicedo, A.M., 2013)

3.1.2.4 daños ocasionados por plagas de control oficial en Colombia. Las plagas declaradas de control oficial para el cultivo del aguacate, las cuales son: Barrenadores de semilla Heilipus lauri y Heilipus trifasciatus, barrenador del fruto, semilla y ramas Stenoma catenifer Walsingham. (Véase la Figura 5).



a) b)

Figura 5. Plagas de control oficial en Colombia (a) Daño externo *H. Lauri* (foto tomada por Carabali, A.; Caicedo, A.M. & Rojas L.C. (b) Daño interno *Stenoma* (foto tomada por Restrepo M.V & Franco JF).

3.1.2.5 encrestamiento de la cáscara o daño por trips. El daño causado por estos insectos (véase la Figura 6) ocasiona pérdida de la calidad de los frutos reduciendo el valor comercial, sobre todo en exportación.



Figura 6. Daño por trips

3.1.2.6 golpe de sol o quemadura. Pigmentación de la epidermis del fruto de color que va desde el amarillento intenso hasta el rojo o negro, ocasionada por la excesiva exposición al sol durante el crecimiento del fruto. (Véase la Figura 7).



Figura 7. Golpe de sol

3.1.2.7 lenticelosis o manchas negras en la cáscara. Áreas en la cáscara marrones o negras de diámetro menor a 3 mm (véase la Figura 8), en el aguacate Hass se encuentran en la punta de las lenticelas de la superficie de la cáscara. Este daño excluye al daño debido al ataque por insectos. La lenticelosis es superficial y está asociado con lesiones causadas en cosecha y empaque del fruto, además se puede incrementar cuando se cosechan frutos en periodo de lluvia.



Figura 8. Daño de lenticelas (lenticelosis)

3.1.2.8 marceño o daño por coleópteros (*Astaena* sp.) El daño en frutos se observa como jaspeados o grietas como se presenta en la Figura 9, este daño puede incluso cubrir la superficie de la cáscara, pero no afecta la pulpa.



Figura 9. Daño por marceño

3.1.2.9 pedúnculo desgarrado. Cuando el pedúnculo se desprende del fruto y daña la inserción. Véase la Figura 10.



Figura 10. Fruto sin pedúnculo

3.1.3 Definiciones relacionadas con daños en poscosecha

3.1.3.1 antracnosis. Enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penzlg., que se manifiesta durante la maduración del fruto, se observa como manchas circulares de color café claro que se alargan y hunden en el centro. Los puntos coalescen formando manchas grandes y oscuras sobre la cáscara, pueden penetrar la pulpa e inducir su pardeamiento y rancidez (véase la Figura 11).



Figura 11. Daño por antracnosis en la superficie y pulpa del fruto

3.1.3.2 daños por frío. Ocurren en frutas en cualquier grado de madurez almacenados entre 0 °C y 2 °C. Fruta con bajo grado de madurez ocurre en periodos mayores a 7 días de almacenamiento entre 3 °C y 4 °C. Se reconocen como parches o manchas en la superficie de la cáscara de color marrón o negro. (véase la Figura 12). Internamente la textura de la pulpa cambia, su color es gris y los haces vasculares aparecen de color marrón oscuro lo que causa rechazo por parte del consumidor.

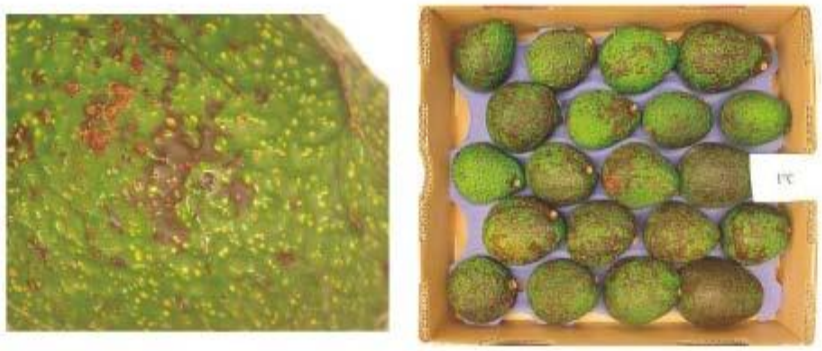


Figura 12. Daño por frío (tomado de Dixon et al. 2004)

3.1.3.3 deshidratación. Se produce por excesiva pérdida de agua durante el almacenamiento y maduración (véase la Figura 13).



Figura 13. Fruto deshidratado

3.1.3.4 pudriciones externas. Manchas oscuras en la cáscara. Se puede notar áreas de color rosa salmón o blanca. Causadas por el desarrollo de esporas de hongos, el daño no se limita a la cáscara también puede afectar la calidad de la pulpa. Este daño excluye oscurecimiento por maduración, daño por frío o lenticelosis. Véase la Figura 14.



Figura 14. Fruto con pudrición externa

3.1.4 Definiciones relacionadas con la calidad interna del producto

3.1.4.1 pardeamiento de haces vasculares. Los haces vasculares (fibras) que se encuentran de forma longitudinal en la fruta se tornan marrones. A menudo está asociado con pudriciones pedunculares y almacenamiento en frío por largo plazo. (Véase la Figura 15)



Figura 15. Pardeamiento de haces vasculares

3.1.4.2 pudrición de pedúnculo. Se forma en el punto de unión del fruto con el pedúnculo, internamente se identifica por presentar lesiones de color café oscuro a negro, en ocasiones es posible observar micelio, presentando márgenes definidas. Véase la Figura 16.

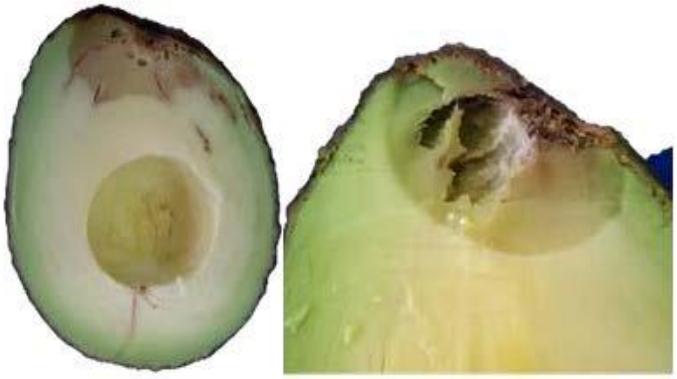


Figura 16. Pudrición de pedúnculo

3.1.4.3 pudriciones laterales de la pulpa (*body rots*). Áreas aisladas de la pulpa con pudriciones. Pueden ser firmes y simétricas y se esparcen desde la cáscara hacia la pulpa, en ocasiones no son visibles si la fruta no se ha cortado. Las zonas marrones en la cáscara pueden indicar su presencia. Se presenta rara vez en fruta verde y firme. Véase la Figura 17.



Figura 17. Pudriciones laterales de la pulpa

3.2 CLASIFICACIÓN

Independiente del calibre y la variedad, el aguacate Hass se clasifica en tres categorías:

3.2.1 Categoría extra

Los aguacates de esta categoría deben ser de calidad superior en cuanto a la forma, el desarrollo y coloración típicos de la variedad. Deben estar libres de defectos. Todos los frutos deben poseer pedúnculo.

Los frutos deben cumplir los requisitos mínimos definidos en el numeral 4.1 y estar exentos de todo defecto que cause demérito en la calidad interna (véase la Figura 18). Se aceptan manchas superficiales ocasionadas por:

- Lenticelosis causada por roce de frutos.
- Daños leves por trips.

C.Resumen CXS 197-1995

CODEX ALIMENTARIUS
NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Organización Mundial de la Salud
E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

NORMA PARA EL AGUACATE

CXS 197-1995

Adoptada en 1995. Enmendada en 2005. Revisada en 2013.

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de aguacates obtenidos de *Persea americana* Mill., de la familia *Lauraceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los frutos partenocárpicos y los aguacates destinados a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 Requisitos mínimos

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los aguacates deberán:

- estar enteros;
- estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- prácticamente exentos de plagas, y daños causados por ellas, que afecten al aspecto general del producto;
- exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- estar exentos de daños causados por bajas y/o altas temperaturas;
- tener un pedúnculo de longitud no superior a 10 mm, cortado limpiamente. Sin embargo, su ausencia no se considera defecto, siempre y cuando el lugar de inserción del pedúnculo esté seco e intacto.

2.1.1 Los aguacates deberán haber alcanzado una fase de desarrollo fisiológico que asegure la finalización del proceso de maduración, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y la zona en que se producen. El fruto maduro no deberá tener sabor amargo.

El desarrollo y condición de los aguacates deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.1.2 ***Requisitos de madurez***

Los frutos deberán alcanzar un contenido mínimo de materia seca[1] en la cosecha, según variedad, medida por secado a peso constante:

- 21% para la variedad Hass;
- 20% para las variedades Torres, Fuerte, Pinkerton, Edranol y Reed.

Otras variedades incluidas las variedades Antillanas/Indias Occidentales/Guatemaltecas pueden presentar un contenido menor de materia seca.

2.2 Clasificación

Los aguacates se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 ***Categoría "Extra"***

Los aguacates de esta categoría deberán ser de calidad superior. Deberán ser característicos de la variedad. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Si presenta pedúnculo deberá estar intacto.

[1] Este requisito se aplica a lotes de frutos y no a frutos individuales.

2.2.2 ***Categoría I***

Los aguacates de esta categoría deberán ser de buena calidad. Deberán ser característicos de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma y coloración;
- defectos leves de la cáscara (suberosidad, lenticelas ya sanadas) y quemaduras producidas por el sol; la superficie total afectada no deberá superar 4 cm^2.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

Cuando haya pedúnculo, podrá presentar daños leves.

2.2.3 ***Categoría II***

Esta categoría comprende los aguacates que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los aguacates conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma y coloración;
- defectos de la cáscara (suberosidad, lenticelas ya sanadas) y quemaduras producidas por el sol; la superficie total afectada no deberá superar 6 cm^2.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

Cuando haya pedúnculo, podrá presentar daños.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

Los aguacates se pueden clasificar por calibres mediante una de las siguientes opciones:

a) Por el peso del fruto, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de calibre	Peso (en gramos)
2	> 1220
4	781 – 1220
6	576 – 780
8	456 – 576
10	364 – 462
12	300 – 371
14	258 – 313
16	227 – 274
18	203 – 243
20	184 – 217
22	165 – 196
24	151 – 175
26	144 – 157
28	134 – 147
30	123 – 137
32	80 – 123 (solo para la variedad Hass)

El peso mínimo para los aguacates de las variedades Antillanas/Indias Occidentales/Guatemaltecas y otras variedades no definidas es de 170 g.

b) Por número de frutas en el envase (conteo): Para asegurar la homogeneidad de calibre entre los frutos en el mismo envase cuando se hayan clasificado por conteo, el peso del fruto más pequeño no deberá ser menor al 75% del peso del fruto más grade en el mismo envase.

4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 Tolerancias de calidad

4.1.1 *Categoría "Extra"*

El 5%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 *Categoría I*

El 10%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última. Dentro de esta tolerancia no se permitirá más de 1% de aguacates afectados por podredumbre.

4.1.3 *Categoría II*

El 10%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los aguacates afectados por podredumbre que no deberá ser mayor al 2%.

4.2 Tolerancias de calibre

Para todas las categorías, el 10%, en número o en peso, de los aguacates que correspondan al calibre inmediatamente superior o inferior al indicado en el envase.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

5.1 Homogeneidad

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por aguacates del mismo origen, variedad, calidad y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2 Envasado

Los aguacates deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos[2], estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Los aguacates deberán disponerse en envases que se ajusten al *Código de prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas* (CXC 44-1995).

5.2.1 *Descripción de los envases*

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de los aguacates. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1 Envases destinados al consumidor

Además de los requisitos de la *Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados* (CXS 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1 *Naturaleza del producto*

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad.

---

[2] Para los fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria.

6.2 Envases no destinados a la venta al por menor

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

6.2.1 ***Identificación***

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo)[3].

6.2.2 ***Naturaleza del producto***

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad (facultativo).

6.2.3 ***Origen del producto***

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

6.2.4 ***Especificaciones comerciales***

- Categoría;
- Calibre, expresado en peso mínimo y máximo en gramos o por número (conteo);
- Peso neto (facultativo).

6.2.5 ***Marca de inspección oficial (facultativa)***

7. CONTAMINANTES

7.1 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos* (CXS 193-1995).

7.2 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

8. HIGIENE

8.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas de los *Principios generales de higiene de los alimentos* (CXC 1-1969), *Código de prácticas de higiene para frutas y hortalizas frescas* (CXC 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2 El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los *Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos* (CXG 21-1997).

[3] La legislación nacional de algunos países requiere una declaración expresa del nombre y la dirección. Sin embargo, en caso de que se utilice una marca en clave, habrá de consignarse muy cerca de ella la referencia al "envasador y/o expedidor" (o a las siglas correspondientes).

D.Resumen NTON 03 094 – 18/RTCA 67.04.54:18

INFORME

Los respectivos organismos de Reglamentación Técnica de los Estados parte, son los encargados de realizar el estudio y adopción de los Reglamentos Técnicos Centroamericanos con el apoyo de los Comités Técnicos Nacionales los cuales están conformados por representantes de los sectores académico, consumidores, empresa Privada y gobierno.

Este Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:18 Alimentos y Bebidas. Aditivos Alimentarios, fue adoptado por los Subgrupos de Alimentos y Bebidas y de Medidas de Normalización del Grupo Técnico de Registro. La oficialización de este reglamento técnico conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO).

MIEMBROS PARTICIPANTES

Por Guatemala
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Por El Salvador
Ministerio de Salud

Por Honduras
Agencia de Regulación Sanitaria

Por Nicaragua
Ministerio de Salud

Por Costa Rica
Ministerio de Salud

Por Panamá
Ministerio de Salud
Autoridad Panameña de Seguridad de Alimentos

1. OBJETO

Establecer los aditivos alimentarios y sus dosis máximas permitidas en las diferentes categorías de alimentos.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Aplica a los aditivos utilizados en los alimentos que se comercialicen en el territorio de los Estados Parte. Quedan excluidos de la aplicación de este reglamento los coadyuvantes de elaboración y las sustancias que se utilizan habitualmente como ingredientes.

NOTA 1. En la República de Panamá está prohibida la comercialización del ciclamato y de los productos alimenticios y dietéticos que los contengan.

3. DEFINICIONES

Para la aplicación del presente reglamento se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Aditivo alimentario: cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento por sí misma ni se usa normalmente como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencional al alimento para un fin tecnológico (inclusive organoléptico) en la fabricación, elaboración, tratamiento, envasado, empaque, transporte o almacenamiento provoque, o pueda esperarse razonablemente que provoque directa o indirectamente, el que ella misma o sus subproductos lleguen a ser un complemento del alimento o afecten sus características. Esta definición no incluye los contaminantes, ni las sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

3.2 Categoría de alimentos: agrupación de alimentos para listar los aditivos alimentarios y las dosis máximas que se permite utilizar en la misma.

3.3 Coadyuvante de elaboración: toda sustancia o materia, excluidos aparatos y utensilios, que no se consume como ingrediente alimenticio por sí mismo y que se emplea intencionadamente en la elaboración de materias primas, alimentos o sus ingredientes, para lograr alguna finalidad tecnológica durante el tratamiento o la elaboración pudiendo dar lugar a la presencia no intencionada, pero inevitable, de residuos o derivados en el producto final.

3.4 Dosis máxima de uso: concentración más alta de un aditivo respecto de la cual tanto organismos reconocidos internacionalmente, como agencias gubernamentales han determinado que es funcionalmente eficaz en un alimento o categoría de alimentos y han acordado que es inocua.

3.5 Referencias: es toda información o sustento técnico científico emitido por un organismo reconocido internacionalmente o agencia gubernamental, que permita la evaluación de un aditivo para su inclusión, modificación o exclusión en una categoría o subcategoría de alimentos.

4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

4.1 BPM: Buenas Prácticas de Manufactura
4.2 CCAA: Comisión Centroamericana de Aditivos Alimentarios.
4.3 CFR: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos de América.
4.4 FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos (por sus siglas en inglés) del Gobierno de los Estados Unidos de América.
4.5 FEMA: Asociación Internacional de Manufactureros de Extractos y Saborizantes (por sus siglas en inglés).
4.6 IDA: Ingesta Diaria Admisible.
4.7 IOFI: La Organización Internacional de la Industria de Saborizantes (por sus siglas en inglés).
4.8 JECFA: Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios y Contaminantes de la FAO/OMS (por sus siglas en inglés).
4.9 UE: Unión Europea.
4.10 mg/kg: miligramos por kilogramo.

5. PRINCIPIOS GENERALES

5.1 Justificación del uso de aditivos.

El uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos y cumple una o más de las funciones tecnológicas establecidas por el Codex, este reglamento y los requisitos que se indican a continuación en los literales de la a) a la d) y únicamente cuando estos fines no puedan alcanzarse por otros medios que sean factibles económica y tecnológicamente:

a) Conservar la calidad nutricional del alimento; una disminución intencionada en la calidad nutricional de un alimento estaría justificada en las circunstancias indicadas en el literal b) y también en otras circunstancias en las que el alimento no constituye un componente importante de una dieta normal.
b) Proporcionar los ingredientes o constituyentes necesarios para los alimentos fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales.
c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
d) Proporcionar ayuda para la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

5.2 Buenas prácticas de manufactura.

Todos los aditivos alimentarios regulados por las disposiciones de este reglamento se emplearán conforme a las condiciones de buenas prácticas de manufactura, que incluyen lo siguiente:

a) La cantidad de aditivo que se añada al alimento se limitará a la dosis mínima necesaria para obtener el efecto deseado;

a) Categoría 13.1 - Preparados para lactantes, preparados de continuación y preparados para usos medicinales especiales destinados a los lactantes.

b) Categoría 13.2 - Alimentos complementarios para lactantes y niños pequeños.

5.5 Aditivos alimentarios y función tecnológica

5.5.1 Si un aditivo alimentario cumple más de una función tecnológica y aparece clasificado sólo en una de ellas, se entiende como autorizado para las otras funciones.

6. LISTA DE ADITIVOS PERMITIDOS

6.1 Aditivos permitidos por el Codex Alimentarius [1]

1. Para el uso de los aditivos alimentarios que se utilizan en los alimentos comercializados en los Estados Parte, se adopta la Norma Codex Stan 192-1995 en su versión vigente.[2]
2. Así mismo se permite el uso de los aditivos que se listan en el Anexo B, correspondientes a los aditivos establecidos en el RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios que se deroga con este reglamento y que no están incluidos en la norma del Codex Stan 192-1995 que se adopta.

6.2 Aditivos con referencias distintas a CODEX STAN 192-1995 [1 y 3]

Para los aditivos cuyas dosis máximas son distintas a Codex Stan 192-1995, aplicará la lista indicada en el Anexo A de este reglamento técnico y lo indicado en el apartado 6.3.

La lista de los aditivos alimentarios contiene las referencias agrupadas por categoría de alimentos, según el modelo del cuadro 1, indicando:

a) El número de categoría y categoría de alimento: correspondiente a categorías de la Norma Codex Alimentarius, o indicando la nueva subcategoría en caso de que sea una subcategoría no existente en Codex, de no existir se deberán incluir los descriptores de esa categoría o una referencia a la norma donde se encuentren.
b) La denominación del aditivo.
c) El International Numbering System, INS, (Sistema Internacional de Numeración) del aditivo.
d) La dosis máxima permitida en mg o ml por kg o L o expresada como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

[1] Queda autorizado el uso de colorantes laca de aluminio, preparados a partir de los colorantes autorizados en este RTCA.
[2] No aplican las Notas 122 y 161 contenidas en la Norma Codex Stan 192-1995 (las Notas 122 y 161 de Codex Stan 192-1995, corresponden a aditivos que el límite máximo queda a criterio del país importador, pero como con el RTCA se busca homologar normas, estas notas no aplican para Centroamérica, los límites establecidos para esos aditivos serán los indicados en la Norma Codex en su versión vigente, Anexos A y B, y no a discreción del país).
[3] Se permite el uso de sinónimos para la lista de aditivos contenidos en la Norma Codex Stan 192-1995 y en los Anexos A y B del presente reglamento.

e) Legislación de referencia: La normativa en la que se basa la citada referencia. Por ejemplo: el número de la sección CFR en el caso de aditivos aprobados por la FDA, el número de reglamento en el caso de aditivos aprobados por la UE y las notas que aporten información adicional del aditivo o de los alimentos en los que se usa y las restricciones y excepciones de uso, cuando aplique.
f) Clase funcional.
g) Observaciones.

Cuadro 1
Lista de aditivos

Número de la categoría	Categoría de alimento				
Denominación del aditivo	Número INS	Dosis máxima (mg/L o mg/kg o BPM)	Legislación de referencia	Clase funcional	Observaciones

6.3 Saborizantes y aromatizantes

Solamente se permite usar como saborizantes/aromatizantes aquellas sustancias aromáticas o mezclas de ellas obtenidas por procesos físicos o químicos de aislamiento o síntesis de tipo natural, idéntico a natural o artificial, aceptados por cualquiera de las siguientes entidades u organismos reconocidas internacionalmente JECFA, FDA, FEMA, y la Unión Europea.

7. COMISIÓN CENTROAMERICANA DE ADITIVOS ALIMENTARIOS

7.1 Con el objetivo de mantener actualizada la lista de aditivos contenidos en este reglamento técnico, se crea la Comisión Centroamericana de Aditivos Alimentarios (CCAA).

7.2 La CCAA está integrada por dos representantes de las autoridades competentes de cada uno de los Estados Parte. Dichos representantes, un propietario (titular o principal) y un suplente, deben ser designados por la autoridad competente del Estado Parte, deberán tener conocimiento y experiencia en materia de aditivos alimentarios.

7.3 El Estado Parte que ostenta la presidencia Pro-Témpore del Sistema de Integración Económica Centroamericana, ejercerá la coordinación de la CCAA.

8. PROCEDIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN

8.1. La lista de aditivos incluida en la norma CODEX STAN 192-1995 se actualizará automáticamente conforme las revisiones que apruebe la Comisión del CODEX ALIMENTARIUS (CAC). Cuando CODEX modifique la dosis máxima o excluya un aditivo, se tendrá un plazo de 12 meses para realizar los cambios correspondientes en la formulación, el etiquetado y agotar el inventario de etiquetas. Se podrá solicitar una prórroga adicional al plazo mencionado anteriormente a la autoridad competente, de hasta 6 meses para agotar el inventario de etiquetas.
8.2. En el Anexo C del presente reglamento técnico, se establece el procedimiento para la actualización de la lista de aditivos alimentarios incluidos en el Anexo A. Cuando se modifique la dosis máxima o excluya un aditivo del Anexo A, se tendrá un plazo de 12 meses para realizar los cambios correspondientes en la formulación, el etiquetado y agotar el inventario de etiquetas. Se podrá solicitar una prórroga adicional al plazo mencionado anteriormente a la autoridad competente, de hasta 6 meses para agotar el inventario de etiquetas.

8.3 Para el caso de los saborizantes y aromatizantes, las listas se actualizarán automáticamente conforme las revisiones de las entidades u organismos reconocidos internacionalmente JECFA, FDA, FEMA y la Unión Europea.

9. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS (SCA)

Descriptores de las categorías de alimentos que no contempla la Norma Codex Stan 192-1995 Aditivos Alimentarios:

02.1.4 Mezcla de aceites y/o grasas de origen animal y vegetal. Mezclas de las categorías 2.1.2 y 2.1.3: comprende las mezclas de aceites y/o grasas de origen animal y grasas y aceites comestibles de origen vegetal.

10. VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

Corresponde la vigilancia y la verificación de este reglamento técnico a la autoridad competente de los Estados Parte.

11 . BIBLIOGRAFÍA

11.1 Norma Codex Stan 192-1995 y sus enmiendas. Norma General de Aditivos Alimentarios.

11.2 Lista de materiales de fragancias y sabores de la Asociación Internacional de Manufactureros de Extractos y Saborizantes (FEMA).

11.3 Código Federal de Regulaciones (CFR) de los Estados Unidos de América, título 21. Food Chemical Codex.

11.4 Monografías toxicológicas e informes del JECFA.

11.5 Reglamento Europeo y del Consejo No. 1333/2008.

11.6 Reglamento (UE) de la Comisión No. 1130/2011.

REGLAMENTO TÉCNICO 67.04.50:17 CENTROAMERICANO

NTON 03 080 - 17 / RTCA

ICS 67.050

1ra Revisión

ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

CORRESPONDENCIA: Este Reglamento Técnico no tiene correspondencia con una norma internacional.

Reglamento Técnico Centroamericano, editado por:

- Ministerio de Economía, MINECO
- Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, OSARTEC
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC
- Secretaría de Desarrollo Económico, SDE
- Ministerio de Economía Industria y Comercio, MEIC
- Ministerio de Comercio e Industrias, MICI

INFORME

Los respectivos técnicos de reglamentación técnica a través de los entes de reglamentación técnica de los países de la región centroamericana y sus sucesores, son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de los reglamentos técnicos. Están conformados por representantes de los sectores académico, consumidor, empresa privada y gobierno.

Este documento fue aprobado como Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos, por el Subgrupo de Alimentos y Bebidas y el Subgrupo de Medidas de Normalización. La oficialización de este reglamento técnico conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana (COMIECO).

MIEMBROS PARTICIPANTES

Por Guatemala
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Por El Salvador
Ministerio de Salud
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Por Nicaragua
Ministerio de Salud

Por Honduras
Agencia de Regulación Sanitaria

Por Costa Rica
Ministerio de Salud
Servicio Nacional de Salud Animal

Por Panamá
Ministerio de Salud
Autoridad Panameña de Seguridad de Alimentos
Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud

1. OBJETO

Establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro sanitario y la vigilancia en los puntos de comercialización.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Aplica a todo alimento para consumo final en los puntos de comercialización dentro del territorio de los países de la región centroamericana.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

Para la adecuada interpretación y aplicación del presente RTCA, se debe consultar el siguiente documento:

RTCA 67.01.31:07 Alimentos Procesados. Procedimiento para Otorgar el Registro Sanitario y la Inscripción Sanitaria, en su versión vigente.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de la interpretación de este RTCA, se tendrán en consideración las definiciones siguientes:

4.1 Alimento: toda sustancia procesada, semiprocesada o no procesada, que se destina a la ingesta humana incluidas las bebidas, goma de mascar y cualesquiera otra sustancia que se utilicen en la elaboración, preparación y tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni las sustancias que se utilizan como medicamentos.

4.2 Alimento procesado: alimento que ha sido sometido a un proceso tecnológico adecuado para su conservación y consumo ulterior.

4.3 Alimento semiprocesado: alimento que ha sido sometido a un proceso tecnológico adecuado para su conservación y que requiere de un tratamiento previo a su consumo ulterior.

4.4 Alimento no procesado: alimento que no ha sufrido modificaciones de origen físico, químico o biológico, salvo las indicadas por razones de higiene o por la separación de partes no comestibles.

4.5 Mezcla de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible: producto obtenido por la sustitución total o parcial de la grasa láctea, recombinado con aceite o grasa vegetal comestible.

4.6 Categoría: grado de riesgo que representan los microorganismos en relación con las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

4.7 Criterio microbiológico de inocuidad: define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote y es aplicable a productos comercializados.

NOTA 1. Para fines de este RTCA no aplica lo relacionado a otros contaminantes microbiológicos como toxinas y sus metabolitos.

4.8 Inocuidad de los alimentos: garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

4.9 Indicador microbiológico: microorganismos no patógenos frecuentemente asociados a patógenos, utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes causantes de enfermedades.

4.10 Límite máximo permitido: valor del parámetro microbiológico máximo permitido en el alimento.

4.11 Parámetros microbiológicos: determinaciones específicas practicadas a cada alimento, tales como, microorganismos indicadores, microorganismos patógenos, u otros que causen infección y enfermedad.

4.12 Plan de muestreo: procedimiento en que se estipula el tamaño de la muestra y el criterio de aceptación o rechazo, basándose en los resultados de análisis.

4.12.1 Componentes del plan de muestreo:

a) "**n**": número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo con normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.

b) "**c**": número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre **m** y **M** para que el alimento sea aceptable.

c) "**m**": criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud

d) "**M**": criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

4.12.2 Tipos de plan de muestreo:

a) Plan de muestreo de 2 clases: plan de muestreo por atributos, donde de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en dos grados, "aceptable y rechazable", comprobando la presencia o ausencia de microorganismos, o si el límite microbiológico es superior o inferior a un nivel crítico establecido. Un plan de 2 clases queda descrito por **n** y **c**.

NOTA 1. El criterio establecido para **m** en la tabla 2 para el plan de muestreo de 2 clases es el límite por encima del cual se establece el rechazo del producto.

b) Plan de muestreo de 3 clases: un plan de muestreo por atributos, donde de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres grados, "aceptable, "medianamente aceptable" y "rechazable". La clase aceptable tiene como límites **m**, la clase medianamente aceptable tiene como límites **m** y **M**, y la rechazable aquellos valores superiores a **M**. Un plan de 3 clases queda descrito por **n**, **m**, **M** y **c**.

4.13 Registro sanitario: procedimiento establecido, por el cual los alimentos procesados son aprobados por la autoridad sanitaria de cada Estado Parte para su comercialización.

4.14 Riesgo: función de la probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos.

4.15 Similares: alimento que se parece a un alimento usual por su apariencia, textura, aroma u olor y que se destina a ser utilizado como un sustituto del alimento al que se parece.

4.16 Vigilancia Sanitaria: es la permanente y sistemática evaluación de las condiciones sanitarias de los alimentos, ejercida por la autoridad sanitaria competente de cada Estado Parte con el objeto principal de proteger la salud de la población.

5. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

5.1 **n** = número de unidades de muestras a ser analizadas.
5.2 **m** = Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.
5.3 **c** = número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable.
5.4 **M** = Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.
5.5 **NMP** = Número más probable.
5.6 **spp.** = especies de un género de microorganismos.
5.7 **UFC** = Unidades Formadoras de Colonias.

6. CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

6.1 La clasificación siguiente obedece a la necesidad de priorizar los análisis microbiológicos para el registro y la vigilancia de los alimentos, basándose en la probabilidad de causar daño a la salud.

6.1.1 **Alimento tipo A:** comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.

6.1.2 **Alimento tipo B:** comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud.

6.1.3 **Alimento tipo C:** comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una baja probabilidad de causar daño a la salud.

6.2 Para la vigilancia de los alimentos el presente RTCA los clasifica por los distintos factores de riesgo:

6.2.1 Factores de Riesgo:

Grado de preocupación con respecto a la utilidad y el riesgo para la salud	**Condiciones normales en las que se supone será manipulado y consumido el alimento tras el muestreo**			
	Ejemplos	**Riesgo reducido**	**Sin cambio de riesgo**	**Puede aumentar el riesgo**
Utilidad: sin peligro directo para la salud, contaminación general, reduce la vida útil, deterioro incipiente.	Recuento de colonias aerobias, mohos y levaduras,	Categoría 1 3 clases n = 5, c = 3	Categoría 2 3 clases n = 5, c = 2	Categoría 3 3 clases n = 5, c = 1
Indicador: bajo, peligro indirecto.	*Enterobacteriaceae*, *E. coli* genérico,	Categoría 4 3 clases n = 5, c = 3	Categoría 5 3 clases n = 5, c = 2	Categoría 6 3 clases n = 5, c = 1
Peligro moderado: usualmente no representa riesgo para la vida, usualmente no deja secuelas, normalmente de corta duración, síntomas autolimitados, pueden presentar molestias graves.	*S. aureus*, *B. cereus*, *C.perfringens*, *V. parahaemolyticus*	Categoría 7 3 clases n = 5, c = 2	Categoría 8 3 clases n = 5, c = 1	Categoría 9 3 clases n = 10, c = 1

Grado de preocupación con respecto a la utilidad y el riesgo para la salud	Condiciones normales en las que se supone será manipulado y consumido el alimento tras el muestreo			
	Ejemplos	Riesgo reducido	Sin cambio de riesgo	Puede aumentar el riesgo
Peligro serio: incapacitante pero usualmente no es un peligro para la vida, secuelas son poco frecuentes, duración moderada.	*Salmonella*, *L. monocytogenes.*	Categoría 10 2 clases n = 5, c = 0	Categoría 11 2 clases n = 10, c = 0	Categoría 12 2 clases n = 20, c = 0
Peligro grave: para la población en general o en los alimentos destinados para poblaciones vulnerables, causando peligro a la vida o secuelas crónicas o enfermedad de larga duración.	Para la población en general: *E. coli* O157: H7, C. neurotoxina botulínica. Para poblaciones vulnerables: *Salmonella*, *Cronobacter* spp., *L. monocytogenes.*	Categoría 13 2 clases n = 15, c = 0	Categoría 14 2 clases n = 30, c = 0	Categoría 15 2 clases n = 60, c = 0

Fuente: International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). *Microorganisms in Foods 8. Use of data for assessing process control and product acceptance.* 2011.

7. GRUPOS DE ALIMENTOS DE ACUERDO CON EL ORIGEN O TECNOLOGÍA APLICADA EN SU ELABORACIÓN

Los términos utilizados en las definiciones de los grupos de alimentos de este RTCA han sido definidos con el único propósito de clasificar y agrupar los diferentes tipos de alimentos con fin de establecer los criterios microbiológicos y no aplican para fines de etiquetado en cuanto a denominación del producto.

Grupo 1. Leche y productos lácteos: incluye todo tipo de productos lácteos derivados de la leche de cualquier animal que suele ser ordeñado (p. ej. vaca, oveja, cabra, búfala). En esta categoría, un producto "simple" es un producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos, a no ser que las normas pertinentes lo autoricen. No estará sujeto a análisis el dulce de leche.

1.1 Subgrupo del alimento: leche pasteurizada, con o sin saborizantes, con o sin aromatizantes, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.

F. Cálculos de dimensionamiento de equipos

Transportadora			
S1 (kg/h)		139.38	
Frutos aguacate		342.96	
D máx aguacate		12.89	
Banda	Uretano		
Área de un aguacate		130.50	cm2
Área total aguacate		44,755.09	cm2
Ancho de la banda		50.00	cm
Grosor de la banda		0.01	cm
Largo de la banda con aguacates		1,790.20	cm
Largo corregido banda		2,148.24	cm
Área de la banda		107,412.23	cm2
Tiempo de residencia		120	s
Velocidad de la banda Vb		17.90	cm/s
Peso máx carga		12.192	kg
D rodillo		6.35	cm
V rodillos		3,166.92	cm3
Peso de la banda		0.7	kg/m2
M de la banda		7.52	kg
V de la banda		1,074.12	cm3

Motor de la banda

Masa del producto por unidad de área (m/a)	0.06	kg/m

Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda

$$T_x = 9.8G * f_x * L_c$$

G	29.545	kg/m
fx	0.02	
Tx	124.40	

Cálculo de la tensión

$$T_y = 9.8 * {}^{m}\!/_{a} * f_y * L_c + F_{fruta}$$

Faguacate	1,367.32	N
Ty	1,408.02	N

$$f_y = 15.9 * L^{-0.61} + 0.77$$

Cociente de fricción de la banda con carga

fy	3.22	

Tensión efectiva

$$T_e = T_x + T_y$$

Te	1,532.42	N

Potencia de accionamiento

$$P = T_e * V_b$$

P	274.33	W

$$P_{corregida} = 1.15 * P$$

Pc	315.48	W
	0.42	HP

Lavado

S2 (kg/h)	139.38	**Selección**	S2 (kg/h)	136.59	
Tiempo de residencia	180	s			
Velocidad de la banda Vb	11.93	cm/s	429.6489057	m/h	1.19E-01
Peso máx carga	12.192	kg			
D rodillo	6.35	cm			
V rodillos	3,166.92	cm3			
Peso de la banda	0.7	kg/m2			
M de la banda	7.52	kg			
V de la banda	1,074.12	cm3			

Motor de la banda

Masa del producto por unidad de área (m/a) 0.06 kg/m

Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda

$$T_x = 9.8G * f_x * L_c$$

G	29.545	kg/m
fx	0.02	
Tx	124.40	

Cálculo de la tensión

$$T_y = 9.8 * {}^{m}\!/_{a} * f_y * L_c + F_{fruta}$$

Faguacate	1,367.32	N
Ty	1,408.02	N

$$f_y = 15.9 * L^{-0.61} + 0.77$$

Cociente de fricción de la banda con carga

3.22

Tensión efectiva

$$T_e = T_x + T_y$$

Te 1,532.42 N

potencia de accionamiento

$$P = T_e * V_b$$

P 182.89 W

$$P_{corregida} = 1.15 * P$$

Pc 210.32 W

0.28 HP

Cortado

S3 (kg/h)		273.867762	Cortado	S4 (kg/h)	178.45
D máx aguacate		12.890			
Banda	Uretano				
Área de un aguacate		130.50	cm2		
Área total aguacate		35,738.53	cm2		
				Anchos normalizados de bandas	
Ancho de la banda		50.00	cm	transportadoras	
Grosor de la banda		0.01	cm		
Largo de la banda con aguacates		1,429.54	cm		
Largo corregido banda		1,858.40	cm	20% sobredimensionado	
Área de la banda		92,920.17	cm2		
Tiempo de residencia		300	s		
Velocidad de la banda Vb		6.19	cm/s	223.0083983	m/h
Peso máx carga		12.192	kg		
D rodillo		6.35	cm		
V rodillos		3,166.92	cm3		
Peso de la banda		0.7	kg/m2		
M de la banda		0.01	kg		
V de la banda		1,074.12	cm3		

Motor de la banda

Masa del producto por unidad de área (m/a)	0.34	kg/m

Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda

$$T_x = 9.8G * f_x * L_c$$

G	29.545	kg/m
fx	0.02	
Tx	107.62	

Cálculo de la tensión

$$T_y = 9.8 * m/a * f_y * L_c + F_{fruta}$$

Faguacate	1,367.32	N
Ty	1,581.31	N

$$f_y = 15.9 * L^{-0.61} + 0.77$$

Cociente de fricción de la banda con carga

3.44

Tensión efectiva

$$T_e = T_x + T_y$$

Te	1,688.92	N

potencia de accionamiento

$$P = T_e * V_b$$

P	104.62	W

$$P_{corregida} = 1.15 * P$$

Pc	120.32	W
	0.16	HP

Mezclado

S4 (kg/h) 178.45 **Mezclado** L1 (kg/h) 180.35

Mezclador de semi tambor

$$V = \frac{1}{2}\pi * r^2 * h$$

r tanque	0.65	m
h tanque	1.5	m

Cálculo del Radio del rotor

$$r_{rotor} = \frac{3}{8} r_{\tan que}$$

r rotor	0.12	m

Frecuencia de rotación

$$f = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 r_{\tan que}}}$$

f	0.62	rev/s
	37.10	rev/min

Velocidad Angular

$$\omega = \sqrt{\frac{(mg - F_e)}{-mr}}$$

Cantidad aguacate rotor	3.78	unid
masa aguacate	1.54	kg
r	0.090	m
Fe	23	N
w	7.58	rad/s
	72.41	rpm

Condiciones críticas	inicio del mezclado	
m	0.41	kg
r máx	0.01	m
Fe	23	N
w	68.40	rad/s
	653.16	rpm

Potencia requerida para el sistema

$$P = \frac{m_{fruta} * r_{rotor} * \omega}{63000}$$

m	1.54	kg
r rotor	12.19	cm
P	0.19	HP

G. Características de los equipos del proceso de producción

Se presenta el resultado de la selección y dimensionamiento de los equipos del proceso de producción de pasta de aguacate:

A. Banda Transportadora

Características de la banda transportadora de selección

Material	Uretano	
Ancho estándar	50	cm
Grosor	0.01	cm
Largo	2,148.24	cm
Diámetro de los rodillos	6.35	cm
Potencia del motor	210.32	W



Fuente de imagen: https://bit.ly/37ggBtD

B. Lavado y desinfección: Lavadora

Las características de la lavadora de frutos de aguacate se presentan en la siguiente tabla:

Características de la lavadora

Material banda	Uretano	
Ancho estándar	50	cm
Grosor	0.01	cm
Largo	922.25	cm
Diámetro de los rodillos	6.35	cm
Potencia del motor	467.84	W
Material de la lavadora	Acero inoxidable 304	



Fuente de la imagen: https://bit.ly/3k4ci8p

C. Cortado: Banda transportadora

Los frutos de aguacate se transportan en bandas con diferentes niveles: El nivel inferior el fruto va completo (el colaborador lo toma para cortarlo y pelarlo) y el nivel superior se colocan la pulpa del fruto (libre de la cáscara y semilla). En la siguiente tabla se presentan las características del equipo:

Características de la banda transportador de cortado y pelado

Material	Uretano		
Ancho estándar	50	cm	
Grosor	0.01	cm	
Largo de cada banda	2,148.24	cm	
Diámetro de los rodillos	6.35	cm	
Potencia del motor por banda	210.32	W	

Fuente de la imagen: https://bit.ly/2FDeZyK

D. Mezclado: Mezcladora

Las características del mezclador, es la siguiente:

Características del mezclador

Material	Acero inoxidable 304		
Volumen	150	l	
Agitador helicoidal, diámetro	0.57	cm	
Potencia del motor	31.89	W	

Fuente de la imagen: https://bit.ly/3kdIrdC

E. Envasado: Llenadora volumétrica

Las características de la llenadora volumétrica se presentan en la siguiente tabla:

Características de la llenadora volumétrica

Material	Acero inoxidable 304		
Tipo	Semiautomática		
Dimensiones	1.25x0.3x0.75	m	
Voltaje	220	V	
Frecuencia	50	Hz	

Fuente de la imagen: https://bit.ly/349i0QV

H. Síntesis de la propuesta de estructuración sistémica del medio ambiente

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS		FACTORES
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1	Tierra	Recursos minerales, material de construcción, suelos, geomorfología, campos magnéticos y radiactividad de fondo, paisajes singulares.
	2	Agua	Superficiales, marinas, subterráneas, calidad, temperatura, recarga, nieve, hielo.
	3	Atmósfera	Calidad <gases y partículas>, microclima, macroclima, temperatura.
	4	Procesos	Inundaciones, erosión, sedimentación, solución, intercambios de iones, compactación, estabilidad, sismología, movimientos de vientos.

CONDICIONES	1	Flora	Árboles, arbustos, hierbas, cosechas, microflora, plantas acústicas, especies amenazadas, barreras, corredores ecológicos.
	2	Fauna	Pájaros, animales terrestres, peces y crustáceos, fauna bentónica, insectos, microfauna, especies amenazadas, barreras, corredores.
BIOLÓGICAS ASPECTOS CULTURALES	1	Usos del suelo	Áreas naturales, tierras húmedas, florestas, praderas, áreas plantadas, residenciales, comerciales, industriales, mineras y pedreras.
	2	Recreación	Caza, pesca, navegación, baños, campamentos,

			áreas de picnic, miradores.
	3	Interés estético y cultural	Paisajes escénicos, vida silvestre, patrones de paisaje, características físicas singulares, parques y reservas, monumentos, especies y ecosistemas raros o singulares, áreas degradadas.
	4	Estados culturales	Modelos culturales <estilos de vida>, salud y seguridad, empleo, densidad demográfica.
	5	Servicios de tránsito.	Estructuras, red vial, disposición de aguas servidas, barreras y corredores sociales.
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	AIRE	Calidad del aire, Corrosión, Ruidos.

		CLIMA	Microclima y Mesoclima.
		AGUA	Drenaje, Aguas Superficiales, Cuencas, Aguas Subterráneas, Calidad del Agua, Recursos Hídricos, Aguas Marinas.
		TIERRA Y SUELO	Recursos minerales, Geomorfología, Valores Geológicos y Geotécnia. Contaminación por residuos capacidad de recepción, compactación y asientos. Calidad para usos agrícolas, del suelo, Componentes Orgánicos, Características del Suelo.
		PROCESOS	Litocontaminación, Erosión.
	MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN FAUNA PROCESOS	Diversidad, biomasa, especies endémicas, especie interesante, peligro de

			estabilidad, tipos de vegetación. Diversidad, biomasa, especies endémicas, especie interesante, en peligro, aves migratorias, insectos, peces otros vertebrados. Estabilidad Ecosistemas, Cadenas Tróficas, ciclos bioquímicos
	MEDIO PERCEPTUAL	VALOR TESTIMONIAL	Paisaje protegido, Paraje preservado.
		PAISAJE INTRINSECO	
		INTERVISIBILIDAD	Vistas panorámicas, Naturalidad y Singularidad.
		COMPONENTES	
		SINGULARES	Elementos paisajísticos singulares.
		RECURSOS CIENTÍFICOS	Plan especial de protección.
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL USOS)	(RECREATIVO AL AIRE LIBRE	Cambio de usos del territorio recreo, deportivo.

		PRODUCTIVO	Agrícolas, (regadío), ganaderas, áreas excedentes, usos pesca, forestal o industrial.
		CONSERVACIÓN NATURALEZA VIAL RURAL	Minas y Canteras, Presas.
	MEDIO DE NÚCLEO HABITADOS	ESTRUCTURA DE LOS NÚCLEO	Desarrollo urbano, Densidad y uso del suelo, Hábitat.
		ESTRUCTURA URBANA Y EQUIPAMIENTO	Zonas verdes, Zona comercial, equipamiento desarrollo turístico, industrial, Educacional, de Salud, sistema de centros, espacios públicos, sistema de asentamientos, paisaje urbano.
		INFRAESTRUCT. Y SERVICIOS	Infraestructuras, Red de servicios de comunicaciones y tráfico, red de acueducto y alcantarillado, servicios comunitarios, tratamientos

			desechos sólidos y líquidos.
	MEDIO SOCIO CULTURAL	ASPECTOS CULTURALES	Educación, nivel cultural, monumentos, restos arqueológicos, valores históricos artísticos, valores lingüísticos, estilos de vida, recursos didácticos.
		SERVICIOS COLECTIVOS	Transporte, recolección de desechos.
		ASPECTOS HUMANOS	Calidad de vida, estrés ambiental, salud, seguridad, bienestar, justicia social, medio ambiente, estructura de la propiedad.
		PATRIMONIO HISTÓRICO	Zonas protegidas, Ecosistemas.
	MEDIO ECONÓMICO	ECONOMÍA	Núcleos de población, densidad de población, empleo, emigración, crecimiento demográfico, producción, nivel de consumo,

			estabilidad económica, ingresos y gastos para la administración, ingresos economía local, provincial y nacional, consumo energético y consumo material.

Fuente: (Milán, 2004)