



RIESGO POR CONTAMINACIÓN ASOCIADO A LA INTERACCIÓN EMPAQUES Y FRUTALES
CITRUS EN LA COMUNIDAD ASOCAMPOALEGRE, ANDALUCIA - VALLE DEL CAUCA

GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

CLARA ELISA ARIAS OJEDA
Química

Tesis presentada para optar al título de:
Magister en Desarrollo Sustentable

Director:
Elkin Salcedo Hurtado, PhD

Universidad del Valle Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
Programa de Maestría en Desarrollo Sustentable
2021

RESUMEN

En el presente proyecto se determina el riesgo por contaminación asociado a la interacción de los materiales de empaques y frutales citrus, que puede ocasionar efectos potenciales negativos para la operación de postcosecha, los cuales no han sido identificados y evaluados, y son requeridos no solo para prevenir los riesgos en la interacción empaque y frutales citrus, sino también por los organismos nacionales de control sanitario. Para lo cual se planteó la pregunta de investigación ¿Cómo se determina el riesgo asociado a la interacción empaques y frutales citrus en la operación de postcosecha en Asocampoalegre?, inicialmente se estableció la tipología de empaques y tipos de frutas utilizados mediante técnica cualitativa de participación comunitaria (sondeo semiestructurado con guía de tema), y los materiales de empaque en procesos productivos usados actualmente y empaques propuestos dentro del proyecto mediante investigación, determinando el nivel de amenaza físico, químico y biológico, en función de la severidad y probabilidad. También se determinó el grado de sensibilidad al deterioro físico, químico y biológico de frutales citrus en interacción con empaques bajo determinadas condiciones ambientales, utilizando técnica cuantitativa de diseño de experimento por el método Taguchi. El riesgo específico se determinó con el nivel de amenaza y el grado de sensibilidad al deterioro y el riesgo por contaminación se expresó como el riesgo específico por la cantidad de dinero que cuestan los daños ocasionados a los frutales por contaminación (coste). Los resultados muestran nivel de amenaza alto (probabilidad alta y severidad alta), para el peligro biológico, por contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, mesófilos) y hongos, el resultado de la investigación teórica de los materiales componentes de empaques que actualmente se usan, mostró nivel de amenaza medio (probabilidad media y severidad media), para el peligro físico, y para el caso de los empaques propuestos, mostró nivel de amenaza medio (probabilidad alta y severidad baja), para el peligro biológico. El resultado del diseño de experimento por Taguchi para empaques actuales y propuestos, muestra la mayor variabilidad al grado de sensibilidad al deterioro para el peligro biológico y ausencia de contaminación química. El riesgo total por contaminación o posibles pérdidas en costo por kg son más altas para el limón en malla, seguido por mandarina en canastilla y naranja en costal de fibra. De acuerdo a los resultados se construyen los lineamientos participativos con la comunidad de cultivadores de la asociación, que permitirán minimizar los riesgos de contaminación como aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques en frutales citrus. Queda propuesto la posible afectación a la comunidad y medio ambiente, pero planteado como fuera del alcance del presente proyecto.

Palabras clave: Amenaza o peligro físico, Amenazas o peligro químico, Amenazas o peligro biológico, sensibilidad al deterioro, empaques, frutales citrus, riesgo específico, coste, riesgo por contaminación.

ABSTRACT

In the current project, the risk of contamination associated between the interaction of packaging materials and citrus fruit is determined, which can cause negative effects in the post-harvest operation, which have not been identified and evaluated, and are required not only to prevent risks in the interaction of packaging and citrus fruit, but also by national sanitary regulatory entities. For this reason, the following research question was proposed: How is the risk associated between the interaction of packaging and citrus fruit determined in the post-harvest operation in Asocampoalegre? Initially, the typology of packaging and types of fruits used was established through a qualitative technique based on communitarian participation (semi-structured survey with topic guide), the packaging materials in production processes currently used and packaging proposed within the project through research, determining the level of physical, chemical and biological hazard, depending on the severity and probability of exposition. The degree of sensitivity to physical, chemical and biological deterioration of citrus fruit interacting with packaging under certain environmental conditions was also determined, using a quantitative experiment design technique by the Taguchi method. The specific risk was determined with the level of hazard, the degree of sensitivity to deterioration and the risk of contamination was expressed as the specific risk by the amount of money that damages caused to fruit due to contamination (cost). The results show a high hazard level (high probability and high severity), for the biological hazard, due to cross contamination with microorganisms (bacteria, mesophiles) and fungi. The result of the theoretical research of the components of packaging materials that are currently used shows a medium hazard level (medium probability and medium severity), for the physical hazard. For the case of the proposed packages, it showed a medium hazard level (high probability and low severity), for the biological hazard. The result of the experimental design by Taguchi for current and proposed packaging shows the greatest variability in the degree of sensitivity to deterioration for biological hazard and the absence of chemical contamination. The total risk of contamination or possible losses in cost per kg are higher for lemon in mesh, followed by mandarin in basket and orange in fiber bags. According to these results, participation guidelines are built with the association's community of farmers, which will allow minimization in the risks of contamination as a contribution to the sustainable management of practices and packaging in citrus fruit trees. The possible impact on the community and the environment is proposed but stated as outside the scope of this project.

Keywords: physical threat or hazard, chemical threat or hazard, biological threats or hazard, sensitivity to deterioration, packaging, citrus fruit, specific risk, cost, risk of contamination

AGRADECIMIENTOS

Para el Profesor Elkin Salcedo quien estuvo orientando y apoyando el proyecto de manera exitosa con dedicación y entusiasmo, logrando el desarrollo del objetivo propuesto en la investigación.

Para mi Familia por su apoyo permanente e incondicional.

Para la asociación de cultivadores de Asocampoalegre, quienes tuvieron la disponibilidad para la participación comunitaria, con gran convicción en los resultados esperados para avanzar en el mejoramiento de las prácticas en postcosecha, el progreso social de los cultivadores, y el bienestar de la comunidad.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO I	3
1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema de investigación	3
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.3.2.1 Objetivo 1:	11
1.3.2.2 Objetivo 2:.....	11
1.3.2.3 Objetivo 3:.....	11
1.3.2.4 Objetivo 4:.....	11
CAPÍTULO II	12
2. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	12
2.1 Teorías de riesgo	12
2.2 Teoría de seguridad alimentaria	16
2.2.1 Guia de clasificación de peligros publicado por OSHA (USA).....	16
2.2.2 The International Food Information Council (IFIC) Foundation.....	16
2.2.3 HACCP Análisis de peligros y puntos de control crítico	16
2.3 Teoría de diseño sanitario.....	17
CAPÍTULO III	19
3. ZONA DE ESTUDIO.....	19
3.1 Ubicación.....	19
3.2 Descripción de la comunidad de pequeños productores	23
CAPITULO IV	25
4. ENFOQUE METODOLÓGICO	25
CAPITULO V	32
5. OPERACIÓN DE POSTCOSECHA PARA FRUTALES CITRUS.....	32
5.1 Descripción de la operación postcosecha.....	32
5.2 Caracterización de la tipología de los empaques utilizados en los productos frutales citrus .	42
5.2.1 Tipos de materiales de empaque.....	42
5.2.2 Ventajas y desventajas de los tipos de materiales	46
5.2.3 Vida útil de los tipos de materiales	48
5.2.4 Uso previsto de los tipos de materiales	49
5.2.5 Fuente del material	50
5.3 Tipos de frutas citrus.....	51

5.3.1 Tipos de frutas empacadas	51
5.3.2 Tiempo de almacenamiento de las frutas.....	56
5.3.3 Ciclos de vida de las frutas	57
CAPÍTULO VI	58
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	58
6.1 Análisis de amenazas	58
6.1.1 Factores de contaminación por tipos de empaques en la producción.....	58
6.1.2 Factores de contaminación por materiales de empaques en la producción.....	63
6.2 Grado de sensibilidad al deterioro.....	72
6.2.1. Diseño de experimentos para empaques usados actualmente.....	75
6.2.2. Diseño de experimentos para empaques propuestos en el presente proyecto.....	84
6.3 Valoración de pérdidas por posible contaminación	92
6.4 Lineamientos participativos como aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques..	98
CAPÍTULO VII	102
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	102
7.1 Discusión	102
7.2 Conclusiones	103
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Producción anual total de frutales citrus (kg/año).....	4
Tabla 3.1 Estratificación sitios Asocampoalegre.....	20
Tabla 3.2 Georreferenciación sitios Asocampoalegre	21
Tabla 4.1 Valoración del nivel de amenaza en función de la probabilidad y severidad	26
Tabla 4.2 Determinación de atributos del grado de sensibilidad al deterioro de frutales	27
Tabla 4.3 Determinación del riesgo específico	28
Tabla 4.4 metodología análisis de amenazas.....	30
Tabla 4.5 matriz de riesgo específico	31
Tabla 5.1 Fisiología frutas citrus.....	42
Tabla 5.2 Ventajas y desventajas de los tipos de empaques	47
Tabla 5.3 Taxonomía de los citrus.....	52
Tabla 6.1 Representación de la población de asociados	59
Tabla 6.2 Representación de la población de asociados	60
Tabla 6.3 Determinación del nivel de amenaza	60
Tabla 6.4 Matriz de análisis de niveles de amenaza para interacción empaques y frutales citrus ...	62
Tabla 6.5 Matriz de análisis de niveles de amenaza de materiales de canastilla y malla en procesos productivos	66
Tabla 6.6 Matriz de análisis de niveles de amenaza de materiales de costal de fibra en procesos productivos	67
Tabla 6.7 Matriz de análisis de nivel de amenaza de materiales de empaques propuestos en la presente investigación.	69
Tabla 6.8 Resultado del nivel de amenaza por contaminación de interacción empaques y frutas ..	71

Tabla 6.9 Factores y niveles del experimento empaques usados actualmente	76
Tabla 6.10 Arreglo ortogonal requerido por método Taguchi.....	76
Tabla 6.11 Arreglo ortogonal del experimento para empaques usados actualmente	76
Tabla 6.12 Orden final del experimento para empaques usados actualmente.....	77
Tabla 6.13 Resultados del experimento para empaques usados actualmente	78
Tabla 6.14 Matriz de determinación del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus en empaques actuales	81
Tabla 6.15 Método Taguchi – diseño de experimento empaques actuales	82
Tabla 6.16 factores y niveles del experimento empaques propuestos	85
Tabla 6.17 Arreglo ortogonal para el experimento de empaques propuestos	86
Tabla 6.18 Orden Real de Experimentación de empaques propuestos.....	86
Tabla 6.19 Resultados del experimento para empaques propuestos en el presente proyecto.	87
Tabla 6.20 Matriz de determinación del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus en empaques propuestos	89
Tabla 6.21 Método Taguchi – diseño de experimento empaques propuestos	90
Tabla 6.22 Distancias de siembra y densidad utilizadas en plantaciones de cítricos	92
Tabla 6.23 Producción anual total para frutales citrus de Asocampoalegre	93
Tabla 6.24 Pérdidas en costo por kg para Supermercados.....	94
Tabla 6.25 Pérdidas en costo por kg para plaza de mercado	95
Tabla 6.26 Pérdidas en costo por kg para tienda de frutas	96
Tabla 6.27 Total de pérdidas en costo por kg para primeras, segundas y terceras.....	96
Tabla 6.28 determinación del riesgo específico de contaminación empaques actuales.....	97
Tabla 6.29 determinación del riesgo específico de contaminación empaques propuestos.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Tipos de frutas cítricas cultivadas y comercializadas por Asocampoalegre.....	5
Figura 1.2 Etapas proceso productivo de frutas citrus	5
Figura 1.3 Relación del problema con el riesgo	7
Figura 1. 4 Grupo de especies frutas citrus.....	8
Figura 1.5 Contextualización	11
Figura 2.1 Postulados, conceptos y bibliografía para teorías que aplican en el proyecto.....	18
Figura 3.1 Mapa de ubicación geográfica de corregimientos y veredas que conforman Asocampoalegre- Andalucía Valle del Cauca	19
Figura 3.2 Mapa parlante Asocampoalegre	22
Figura 3.3 Aerofotografía digitalizada de los usos del suelo de los humedales del municipio de Andalucía (valle del cauca), en el año 1998.	22
Figura 3.4 Imagen landsat digitalizada de los usos del suelo de los humedales del municipio de Andalucía (valle del cauca), en el año 2002.	23
Figura 4.1 diseño metodológico.....	25
Figura 4.2 Diseño metodológico para analizar las amenazas	27
Figura 4.3 Diseño metodológico para calcular el grado de sensibilidad al deterioro.....	28
Figura 4.4 Diseño metodológico para calcular posibles pérdidas por contaminación	28
Figura 4.5 Diseño metodológico para análisis de amenazas	29
Figura 5.1 Área de la operación postcosecha	33

Figura 5.2 diagrama de flujo postcosecha Asocampoalegre	33
Figura 5.3 Recolección de cítricos usando sacos	34
Figura 5.4 Acaro blanco y Acaro tostador	35
Figura 5.5 Área de selección	36
Figura 5.6 Selección de frutas de primera (mandarina, naranja y limón).....	36
Figura 5.7 Enfermedad Fumagina en cítricos.....	37
Figura 5.8 Lavado de frutas citrus	37
Figura 5.9 Encerado frutas citrus	38
Figura 5.10 Pesaje de frutas citrus	38
Figura 5.11 Hongo patógeno (la Botrytis cinerea) en mandarina.....	39
Figura 5.12 Empaque y Almacenamiento frutos citrus.....	40
Figura 5.13 Moho azul Penicillium Italicum en mandarina.....	40
Figura 5.14 Comercializadores de la comunidad Asocampoalegre	41
Figura 5.15 Compostaje Granja la Fortuna en el oriente de la zona de estudio.....	43
Figura 5.16 Empaques hoja de biao, canasto y costal de fibra natural	45
Figura 5.17 Empaque caja de madera.....	45
Figura 5.18 Empaque canastilla plástica rígida	45
Figura 5.19 Empaque malla plástica en colores.....	46
Figura 5.20 Naranja (Citrus sinensis L.)	53
Figura 5.21 Grado de madurez de la naranja.....	53
Figura 5.22 Mandarina (Citrus Reticulata)	54
Figura 5.23 Grado de madurez mandarina	55
Figura 5.24 Limón (Citrus limón y citrus atifolia)	56
Figura 5.25 Grado de madurez limón	56
Figura 6.1 Actividad de sondeo participativo con la comunidad de Asocampoalegre	61
Figura 6.2 Grado de sensibilidad al deterioro biológico	73
Figura 6.3 Equipo de medición Termo higrómetro.....	80
Figura 6.4 Equipo de medición de espesores	85

APÉNDICE

Apéndice 1 Ficha de sondeo para para interacción empaques y frutales citrus.	1
Apéndice 2 Resultado sondeo para interacción empaques y frutales citrus.....	5
Apéndice 3 Medidas de control para resultado del sondeo participativo.....	11
Apéndice 4 Resultado determinación grado de sensibilidad al deterioro biológico	12
Apéndice 5 Consolidado del resultado determinación del grado de sensibilidad al deterioro.....	16

INTRODUCCIÓN

La determinación del riesgo por contaminación en la interacción empaques y frutales citrus, es poco conocido socialmente y mucho menos en el sector de las comunidades de agricultores, al igual que tampoco se tiene conocimiento de cómo esto podría afectar a los diferentes tipos de alimentos. Además, no hay certeza sobre el tipo de empaque a utilizar, y no se han tenido en cuenta las costumbres y tradiciones de la comunidad en la operación de postcosecha. Esta problemática está correlacionada con la afectación a la fruta, al medio ambiente en términos de la disposición segura, y al impacto a la salud de las personas; sin embargo, el conocimiento del riesgo en los empaques es requerido por los organismos de control sanitario nacionales y regulados bajo las directrices internacionales (Food and Drug Administration FDA, 2016), específicamente en parámetros de saneamiento básico y buenas prácticas agrícolas.

De hecho, se puede señalar, que, dentro del riesgo por contaminación de frutas se tienen en cuenta, primero, la fuente de contaminación de los materiales y tipos de empaque, generada por agentes físicos, químicos y biológicos, y, segundo, el efecto de las condiciones ambientales como temperatura, aire, agua y otros elementos asociados en un tiempo determinado, lo cual tiene que ver con el grado de sensibilidad al deterioro de las frutas, que a su vez podría ocasionar no aceptación a su consumo para el comprador e impacto al ambiente en la disposición final.

La determinación del riesgo en un enfoque unificado, puede definirse como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de los efectos adversos (seguridad, salud, ecología o financieros), durante un lapso específico. Hasta hace poco, la evaluación del riesgo era considerada dentro del ámbito de la ciencia, en tanto que las percepciones públicas eran consideradas irrelevantes, excepto para comunicar los riesgos. Las decisiones de administración del riesgo deben incluir criterios de beneficio y costo, alternativas tecnológicas y valores sociales, las decisiones de evaluación y administración del riesgo no tienen un valor neutral, sino que reflejan el juego entre ciencia, economía y seguridad pública, tanto la ciencia como los valores públicos se consideran fundamentales en una buena administración del riesgo (Kolluru y Bartell, 1998).

Las amenazas o peligros pueden ser factores de contaminación físicos, químicos y biológicos, y su análisis en el proceso de empaque de frutales citrus, que son el cultivo principal de la comunidad, permitirá detectar el nivel de amenaza, por otra parte, la determinación del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta bajo condiciones ambientales, al igual que la valoración de las pérdidas por contaminación, permite la determinación del riesgo de contaminación.

En cuanto a la presente investigación, se tiene como población de estudio la comunidad de Cultivadores de Frutas Asocampoalegre, y como objetivo se plantea unificar prácticas y tipos de empaques en la operación de postcosecha, para proteger los productos frutales citrus en un medio apropiado que permita minimizar los riesgo de contaminación, y así asegurar la estabilidad en el proceso, es decir, se busca construir un proceso de mejoramiento y auto reconocimiento, incluyendo

lineamientos participativos, como una estrategia para un aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques.

Para la comunidad de agricultores de Asocampoalegre su tierra natal es acogedora y tranquila, se ha ido mejorando para producir en pequeña escala, se inicia el uso de abonos agroquímicos, y en poco tiempo ha habido demanda de productos frutales. Sin embargo, la dificultad para sembrar es cada vez mayor, y se han visto obligados a alquilar sus parcelas para el cultivo de caña de azúcar, lo cual ha ocasionado que la variedad de alimentos con la cual contaba anteriormente la población haya disminuido considerablemente (Idarraga, 2012), se incursiona en alcanzar las buenas prácticas agrícolas, con la aplicación de agroecología, que son requisitos y recomendaciones de producción limpia, que protegen el medioambiente, la salud de las personas y la calidad del fruto.

El territorio también se convierte en un símbolo de la comunidad, con apegos, sentimientos y emociones, podríamos también estar pensando en una región limitada en un espacio, visto desde un concepto económico, político y administrativo y con identidades que se construyen a partir de la apropiación, por parte de los actores sociales, de determinados repertorios culturales considerados simultáneamente como diferenciadores (hacia fuera) y definidores de la propia unidad y especificidad (hacia adentro) (Arocena y Gamboa, 2011), en este caso hay algo más que resaltar; ya que también es una región con un enfoque de prácticas sociales y de tradición de comunidad, en este territorio se incluye el medio ambiente, la infraestructura de las construcciones, la forma de convivir y hábitos alimenticios dependiendo de las épocas del año y de las cosechas.

El fenómeno de desarrollo empieza también a inquietar a los habitantes de la región, algunos deciden salir de sus tierra y buscar la urbanización que resultaba más atractiva, según Jiménez y Gómez (1996), en el modernismo se tiende a dejar a un lado el cultivo de las tierras, debido a cambio en tecnología, comunicaciones, transporte, y hasta migraciones internacionales de las nuevas generaciones y se busca vender las tierras y salir a las ciudades, para emplearse tal vez en alguna factoría o lo que es peor en un trabajo informal en donde ni siquiera puedan ganarse un salario mínimo, es como entrar en la moda, en lo que el modernismo nos vende como opción de cambio de cultura.

Conviene aclarar que el presente trabajo no pretende plantear una hipótesis para una investigación novedosa, realmente, es la propuesta de lineamientos participativos para el manejo sustentable de prácticas de la actividad de empaque en la operación de postcosecha, realizado en el marco de la determinación el riesgo por contaminación de acuerdo a las amenazas y al grado de sensibilidad al deterioro en la interacción empaques y frutas, con la valoración de pérdidas por contaminación, queda fuera del alcance del proyecto la afectación a las personas y al medio ambiente.

CAPÍTULO I

1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema de investigación

Asocampoalegre es una organización de usuarios del Distrito de Adecuación de tierras a pequeña Escala “Asocampoalegre Andalucía Valle del Cauca” con Personería Jurídica No. 0000530 21 de noviembre 2006 del Ministerio de Agricultura A.D.R NIT 9001807. Conformada por pequeños y medianos productores de fruta principalmente frutales citrus, quienes han venido diversificando sus parcelas con otros cultivos propios de la zona, destinados para consumo pan coger y comercialización a nivel local y nacional.

Teniendo en cuenta los conceptos de Monnet (2013), con respecto al territorio, podemos entender que en la zona de estudio existe un territorio delimitado en tres corregimientos y cinco veredas, el cual está poblado por viviendas, escuelas, colegio, parques, canchas, iglesia y muchos patios son utilizados para cultivo de pan coger de las viviendas, aunque hay terrenos con grandes cultivos de caña para uso industrial, otra cantidad no muy grande para cultivo de cítricos y algunas legumbres que se siembran en el cultivo diversificado, este territorio se ha mantenido desde hace más de 100 años, lógicamente ha crecido y se ha poblado más, incluso se han fabricado algunas fincas de recreo. No es solo una perspectiva centrada en el espacio físico sino también un sistema de valores de la comunidad de producción del territorio.

La contaminación de los alimentos centrada en la interacción con el empaque se considera un riesgo tecnológico, asociado en parte al diseño y composición de los empaques, el cual ha tenido un desarrollo importante en los últimos años, con respecto al cumplimiento de exigencias reglamentarias, debido a las exigencias de los consumidores modernos. Esto se traduce en peligros que surgen de la transformación social e histórica donde el desarrollo tecnológico (industrial, científico), está inmerso, y que impactan negativamente al plano económico, ambiental y la salud de la comunidad (Pellegrini, 2007).

Estos riesgos tecnológicos se visualizan en el entorno sociocultural, en donde se indaga el uso de nuevas tecnologías por parte de la comunidad, ya no se atiende los temas enfocados en clases sociales y se adentra en temas medioambientales, por otra parte, el avance tecnológico nos permite sentir que avanzamos en el desarrollo industrial y científico, pero también es cierto que está afectando a todos los países sin distinción de clases sociales, por la presencia de nuevos peligros, que surgen por actividades del ser humano y se incrementan exponencialmente. Igualmente, la interculturalidad en las diferentes sociedades, hace que sean muy diversos los tipos de peligros que se generan (Moreno y Camacho, 2011).

Entre los frutales citrus más cultivados en la comunidad están: mandarina, naranja y limón, intercalados con cultivos como plátano, maracuyá, yuca, maíz, aguacate, que se destinan para la comercialización a nivel local y nacional. La Asociación ha buscado mejorar las condiciones de vida de sus miembros mediante el desarrollo de acciones colectivas, democráticas, justas y sostenibles, es una organización con un fin social que se ha enfocado en el beneficio de los productores agrarios de la zona rural plana del Municipio de Andalucía, buscando una transformación integral de su base social y comunitaria.

La disponibilidad de la variedad de frutas cultivadas, también depende de las condiciones climáticas en el espacio geográfico de ubicación de los cultivos, es decir, dependiendo de los periodos mensuales de precipitaciones, los cultivadores definen la duración de los períodos de preparación de tierras y de siembra para las frutas citrus, (Viedma, comunicación personal 2019), obteniendo así, la integración del frutales citrus y cultivo, en lo que se puede considerar una acción de prospección (Lavell, 1996). Por otra parte, dependiendo de los periodos de cosecha y de acuerdo a la historicidad se podría estimar (predicción), la ocurrencia de eventos de sensibilidad al grado de deterioro por factores físicos, químicos y biológicos, al igual que diseñar estrategias de actuación en la operación de postcosecha, como prospección territorial al futuro.

En el presente proyecto se incluyen los frutales citrus, correspondientes a mandarina, naranja y limón, en la Tabla 1.1 se presenta la producción anual de frutales citrus en la comunidad Asocampoalegre.

TABLA 1.1 PRODUCCIÓN ANUAL TOTAL DE FRUTALES CITRUS (KG/AÑO)

FRUTALES CITRUS	FRUTAS DE PRIMERAS Producción anual
Limón pajarito	71%
Limón Tahití	4%
Mandarina Arrayana	14%
Mandarina Oneco	3%
Naranja Sweet	6%
Naranja Valencia	2%

Fuente: Asocampoalegre

En la Figura 1.1 se observan los tipos de cultivos de frutales citrus producidos en la comunidad de Asocampoalegre.

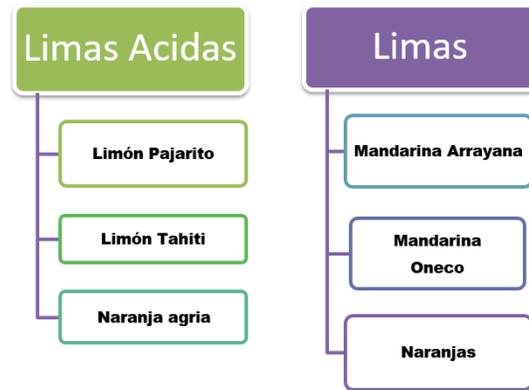


FIGURA 1.1 TIPOS DE FRUTAS CÍTRICAS CULTIVADAS Y COMERCIALIZADAS POR ASOCAMPOALEGRE

Fuente: Construcción propia

Las etapas del proceso productivo de las frutas citrus, inicia con la operación de las labores de cosecha, en la que se hace recolección de las frutas y el transporte al centro de acopio, luego sigue la operación de postcosecha que incluye la selección de las frutas, el lavado en caso de requerirse, el empaque de acuerdo a la fruta citrus y al requerimiento del cliente, finalmente el almacenamiento y la comercialización. El diagrama del proceso productivo se muestra en la Figura 1.2.

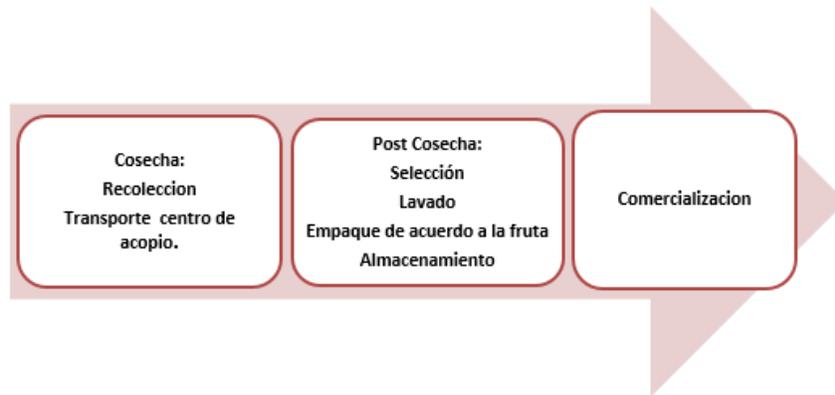


FIGURA 1.2 ETAPAS PROCESO PRODUCTIVO DE FRUTAS CITRUS

Fuente: Organización Asocampoalegre, 2013.

Después de la operación de cosecha, las frutas citrus son transportadas en carretilla hasta la mesa de selección de las frutas, fabricada en madera y con leve inclinación, en la cual se hace la selección para escogencia de la fruta como primeras, segundas y terceras, basada en la experticia y conocimiento del cultivador, y teniendo en cuenta parámetros de tamaño, color (grado de madurez) y calidad.

Para las frutas citrus escogidas como primeras, se les hace lavado con detergente y encerado con fungicida/citosol. Todas las frutas seleccionadas pasan a pesado y empackado, el empaque costal de fibra, canastilla plástica, o malla, se usa dependiendo del tipo de fruta citrus, luego se almacena y se comercializa.

Entre los empaques tradicionales utilizados están:

- La hoja de biao, canasto y costal de fique, son tipos de empaques de elaboración artesanal, caracterizados por su procedencia ecológica, los cuales se utilizaban porque eran abundantes en la zona de estudio, sin embargo, el mayor inconveniente para su uso radicaba en las averías que presentaban las frutas empacadas, igualmente el proceso de reducción de las fincas diversificadas ocasionó la desaparición de estos materiales.
- El fique es una fibra biodegradable que al descomponerse se emplea como alimento y abono; además, no contamina el agua y permite hacer producción limpia. Fue el empaque más utilizado para frutas y demás productos agropecuarios, sin embargo, desaparece en la década de los sesenta debido primordialmente al auge del plástico como un empaque de mayor durabilidad y menor costo.
- La caja de madera es un tipo de empaque proveniente de la madera de árboles como el pisamo y chambul (*Erythrina fusca*), su uso generaba un impacto negativo para la flora regional, las medidas restrictivas por parte de la CVC ocasionaron su desuso.
- La canastilla plástica actualmente se usa para el embalaje de la fruta, este tipo de empaque permitió llegar al consumidor final con una fruta mejor presentada y sin las averías que ocasionaron grandes pérdidas al pequeño productor.

Se determina que en la operación de postcosecha aparecen riesgos de contaminación asociados a la interacción de los diferentes empaques y frutas, los cuales no han sido determinados, generados por los diferentes tipos de empaques a lo largo de la cadena de postcosecha, lo cual es requerido para adoptar medidas de control que minimicen dichos riesgos, que pueden estar asociados a factores de contaminación físicos, químicos y biológicos del proceso productivo según el material y el uso del tipo de empaque, así como, al grado de sensibilidad al deterioro físico, químico y biológico de las frutas citrus bajo condiciones ambientales.

En cuanto a los factores ambientales, en términos generales, el centro de acopio donde se almacena la fruta presenta unas condiciones climáticas presentes en el centro del Valle del Cauca: Temperatura: 298 K a la sombra, 69 % HR (humedad relativa). En estas condiciones se usan los empaques tipo canastillas para la mandarina y naranja, y tipo costales de fibra para limón. Esta práctica está asociada a las características de grado de sensibilidad al deterioro de las frutas, tales como: tipo de cáscara, tamaños, ciclos de maduración, observadas como color, olor, textura y apariencia (Martínez et al., 2003), y también dependiendo de su uso previsto para lo cual dependen de las condiciones del comercializador.

Se observa que el cultivador de parcela pequeña tiene conocimiento por tradición, pero no tiene tecnología y existe un analfabetismo funcional e interpretativo, así que la comunicación efectiva es un mecanismo requerido. Además, se declara por parte de la junta directiva de la Asociación, que el cultivador debe incorporar paquetes tecnológicos a su unidad productiva, como un medio de mejorar su proceso y generar progreso.

Es así como, se lograría analizar tanto los factores de contaminación, considerando los materiales y tipologías de los empaques usados actualmente, así como tipos de empaques propuestos en el presente proyecto, y el grado de sensibilidad deterioro de las frutas, para determinar cómo prevenir posibles contaminaciones.

Este proyecto permitirá dejar los lineamientos establecidos para que se pueda lograr un mayor acercamiento hacia la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la operación de postcosecha, que incluye no solo la sensibilización, sino también un compromiso de la comunidad de Asocampoalegre en estrategias que aportan un avance hacia el desarrollo sustentable local del territorio. Queda propuesto la posible afectación a la comunidad y medio ambiente, pero planteado como fuera del alcance del presente proyecto (ver Figura 1.3).

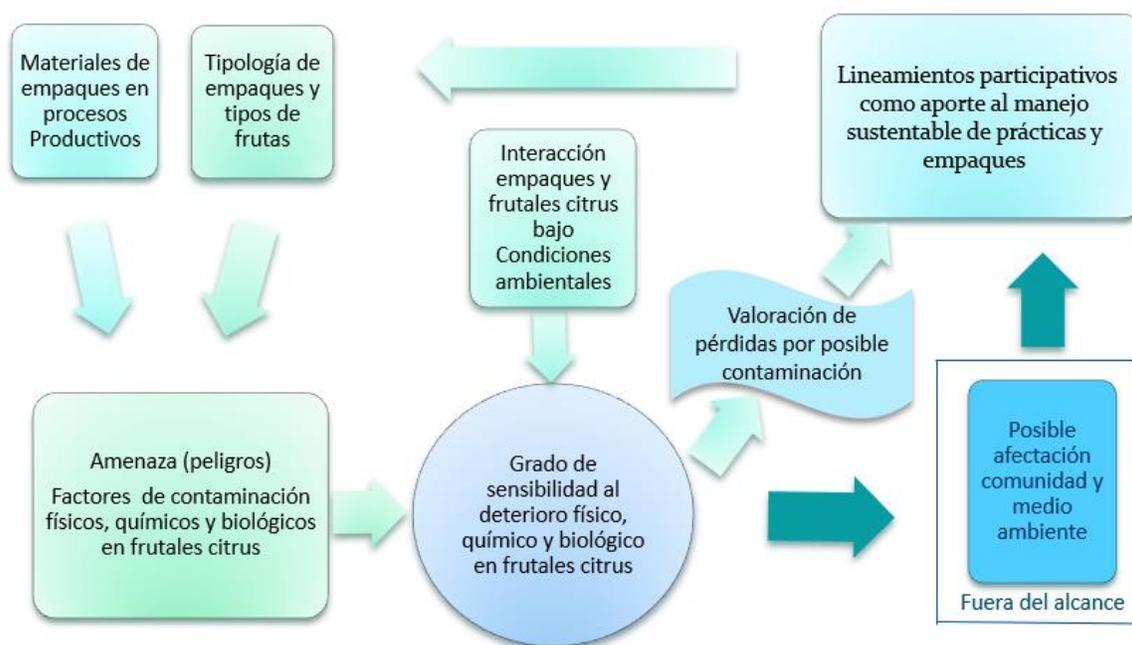


FIGURA 1.3 RELACIÓN DEL PROBLEMA CON EL RIESGO

Fuente: Construcción propia

Para el presente proyecto se hará una valoración aproximada de las posibles pérdidas por contaminación de frutales cítricos.

De este modo, se puede lograr fortalecer a la comunidad de la Asociación de cultivadores para la búsqueda de opciones de mejoramiento, incluyendo el proceso de preparación de la tierra, la producción, los insumos (fertilizantes y plaguicidas), los tipos de empaques en postcosecha, el almacenamiento, y la interacción de estos procesos con las frutas cítricas (Idarraga, 2012).

Así mismo, Asocampoalegre tiene apoyo técnico de Asohofrucol, que es el fondo de fomento hortofrutícola a nivel nacional (Asohofrucol, 2006), que les puede permitir formar cadenas productivas, es decir, mayor alcance en la distribución de los productos y cumplimiento de exigencias

de mercados, mediante el aseguramiento de prácticas agrícolas, que podría conllevar a una certificación de reconocimiento nacional.

Se está implementando desde el año 2002 por parte del ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), un “plan nacional de implementación de BPA (Buenas prácticas agrícolas)”, y entidades como la Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohfrucol) han apoyado este proceso.

Por tanto, el problema de investigación se plantea, como la existencia de modos tradicionales de uso inapropiado de tipos de empaques en la operación de postcosecha de frutas cítricas, en los cuales no se ha considerado la determinación del riesgo para la interacción empaques y frutas en postcosecha.

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: n

1.2 Justificación

Los frutos cítricos pertenecen a la familia de las frutáceas (Ferro, 2001), tienen su origen en el Asia tropical y subtropical, pueden pertenecer al género el *Citrus*, *Poncirus* y *Fortunella* y a una variada gama de especies. En el caso de los cultivos de la comunidad de Asocampoalegre, se cultiva el género *Citrus* y subgénero *Eucitrus*, que corresponde a las más comunes especies cultivadas. Estas frutas son ricas en vitamina C principalmente y en contenido de ácido cítrico, típico de su sabor y olor característico.

Los árboles cítricos son relativamente medianos (2 m aproximadamente), su parte subterránea pertenecen a una planta patrón o portainjertos (ICA, 1992), de acuerdo a las investigaciones al respecto se evidencia que la citricultura actual se puede realizar de manera efectiva con el uso de patrones o portainjertos preseleccionados de acuerdo a la zona en donde se van a ubicar, que corresponde a la variedad injertada.

Como se observa en la Figura 1.4, el género *Citrus* está conformado por el cítrico ácido “*Citrus reticulata*”, cítrico limón y cítrico *Sinensis*. Estas variedades de cítricos son conocidas en la Asociación con el nombre común de frutas cítricas, en las cuales particularmente se clasifican como mandarina arrayana y Oneco (Figura 1.4a), limón pajarito (Figura 1.4b) y Naranja valencia y Sweet (Figura 1.4c).

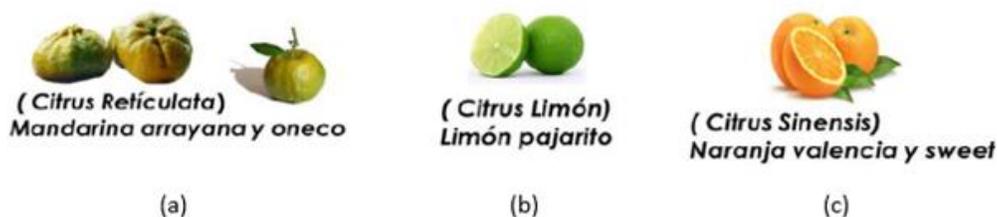


FIGURA 1. 4 GRUPO DE ESPECIES FRUTAS CITRUS

Fuente: Organización Asocampoalegre, 2017

Se hace necesario el aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques, mediante lineamientos asociados a la determinación del riesgo, que incluye las amenazas, que son los factores de

contaminación y el grado de sensibilidad al deterioro de las frutas citrus en la operación de postcosecha, lo cual es requerido por los organismos de control sanitario a nivel nacional, y para evitar pérdida en la producción de los cultivos, afectando a la comunidad que pertenecen a Asocampoalegre. Al determinar el riesgo se podría entender las actividades de la postcosecha no deseable, por las consecuencias adversas sobre la contaminación de las frutas citrus

Los riesgos que son de origen tecnológico, como en el presente caso de las contaminaciones de alimentos, resultantes de la dinámica de los procesos de producción, uso de materiales, condiciones ambientales y prácticas sociales, se van ampliando en una gama de peligros a medida que se hacen más específicas, lo que se dificulta por las posibles concatenaciones o sinergias, generando amenazas más complejas (Lavell, 2008).

Por ejemplo, cuando la fruta cae del árbol y se golpea se puede contaminar al entrar en contacto con humedad en la tierra, al ser atacada por una plaga, por las condiciones ambientales variables, al igual que por las diversas prácticas y dinámicas de la comunidad de cultivadores en el proceso productivo, pueden concatenarse y ser detonador potencial en un tiempo, temperatura y tipo de empaque en el almacenamiento.

En la determinación del riesgo en el presente proyecto se pueden presentar factores de contaminación físicos, químicos y biológicos simultáneamente. Por tanto, se debe buscar optimizar el manejo sustentable de prácticas y empaques, mediante lineamientos que combinan programas como el plan saneamiento básico (higiene, limpieza, desinfección, control de plagas y manejo de residuos), como medidas de prevención de riesgos de contaminación.

En el riesgo tecnológico, las sociedades pueden encontrar la conectividad entre las actividades y sus resultados en el marco descriptivo y también modificar acciones que sean causa de impactos negativos que estén reglamentados, construyendo un patrón comportamental y racional (Ramírez, 2009).

Otro aspecto, es la insuficiente aplicación de prácticas agrícolas BPA (Idarraga, 2012), para evitar la contaminación de las frutas citrus, debido a que culturalmente las comunidades y actores sociales no tienen claro los riesgos de contaminación, por tanto, se requiere aclarar las potenciales acciones preventivas que aportan hacia estas prácticas. Tampoco, se tiene acondicionados lugares adecuados para acopio, almacenamiento y segregación de los productos en postcosecha, incrementando el riesgo, por esto, es necesario el reconocimiento de otros tipos de empaques, funcionalidades y prácticas agrícolas.

La tendencia de los consumidores y empresas es la exigencia en los mercados de acogerse a las implementaciones y certificaciones de BPA, y se hace necesario definir sistemas de monitoreo de límites máximos residuos de plaguicidas en frutos cítricos (LMR). También, La Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO), y la organización mundial de la salud (OMS), han implementado la certificación de productores a nivel mundial bajo el protocolo Global GAP. Adicionalmente hay otros estándares mínimos adoptados para alimentos como el Sistema

British Retail Consortium (BRC) de Reino Unido, y el grupo de normas voluntarias de la organización de estándares internacionales (ISO), con un enfoque de comercialización a nivel empresarial.

Es por esto, que se ha estado avanzando en diseño de empaques tipo recubrimientos para frutas citrus básicamente con biopolímero de amino polisacáridos, (β -(1-4) D-glucosamina (unidades desacetiladas y N-acetil-D-glucosamina unidad acetilada)), tales como el quitosanol, que tiene la ventaja de ser comestible, y cumplir con regulaciones mencionadas anteriormente, de esta manera aumentaría la vida útil de la fruta citrus, debido al posible efecto antimicrobiano para la presencia de Mohos, visualizando el cumplimiento de requisitos de exportación.

Al mismo tiempo que encaja en los lineamientos frente a los principios del pacto mundial de la organización de las naciones unidas (julio 2000), referente al medio ambiente, que son: “el apoyo enfocado en precaución ante desafíos ambientales, emprender iniciativas de responsabilidad ambiental y desarrollo y difusión de tecnologías respetuosas con el medio ambiente”, que impulsa la responsabilidad social.

Debido a la capacidad de producción agrícola de la región, las oportunidades del sector cítrico para comercializar al exterior se han incrementado, sin embargo, la producción es muy disgregada, poca efectividad de comercialización, poco nivel de agremiación entre los cultivadores y algunas limitaciones tecnológicas en el campo, para lo cual la esperanza es el apoyo institucional para el sector.

El establecimiento de un manejo sustentable de prácticas estandarizadas y de uso de empaques en la operación de postcosecha, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, proporcionando confianza en el fruto entregado al comprador, asegura el cumplimiento de estándares normativos, con la ilusión de llegar a un modelo de posconsumo sustentable, aunque, también depende de la gestión del sistema social, jurídico y económico para lograrlo, y centrar los esfuerzos en impedir el impacto negativo (Martínez y Porcelli, 2016).

Se plantea la contextualización teniendo en cuenta el diagrama de flujo de la cadena de valor, los materiales de empaques y tipos de frutas citrus como se observa en la Figura 1.5.



FIGURA 1.5 CONTEXTUALIZACIÓN

Fuente: Construcción propia

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el riesgo por contaminación física, química y biológica, de la interacción empaques y frutales citrus en la operación de postcosecha en Asocampoalegre, a fin de establecer lineamientos de manejo sustentable de prácticas y empaques.

1.3.2 Objetivos específicos

1.3.2.1 Objetivo 1:

Analizar con los actores sociales las amenazas o peligros (factores de contaminación físicos, químicos y biológicos).

1.3.2.2 Objetivo 2:

Determinar el grado de sensibilidad al deterioro de los frutales citrus en interacción con empaques bajo determinadas condiciones ambientales.

1.3.2.3 Objetivo 3:

Calcular las posibles pérdidas por contaminación de frutales citrus

1.3.2.4 Objetivo 4:

Definir lineamientos participativos para la determinación del riesgo como aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques de frutales citrus en Asocampoalegre.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El marco teórico se presenta desde los siguientes modelos y aspectos claves para abordar la pregunta de investigación:

2.1 Teorías de riesgo

- Riesgo

El riesgo está inherente en nuestra vida diaria y en la toma de decisiones, e intuitivamente son indeseables, tiene muchas dimensiones a nivel científico, político, social, económico y ambiental entre otros. El riesgo unificado incluye un componente de la potencial probabilidad de ocurrencia de un evento (naturaleza del peligro físico, químico o biológico) con sus efectos adversos (agudos, crónico), que son los peligros o amenazas y otro componente que es la vía de exposición de la población receptora (Kolluru y Bartell, 1998). Este último componente no hace parte del alcance del presente proyecto.

La diferencia entre riesgo y peligro se enfoca en que hay un desconocimiento en relación a daños futuros. Puede ser que el posible daño sea una consecuencia de la decisión, y correspondería a las acciones tomadas porque se ha determinado el riesgo, o que el posible daño sea provocado externamente, es decir, bajo condiciones ambientales; y en este caso, se habla de peligro. El concepto de riesgo se encuentra diferenciado del concepto de peligro, es decir, en relación al caso en el que los daños futuros no se vean como consecuencias de una decisión, sino que tengan una atribución externa.

Concebir al riesgo como parte de la seguridad o la producción económica es una reducción conceptual la cual conlleva al error. La sociología debe superar el estado de contradicción en la cual se encuentra actualmente el estudio del riesgo. Epistemológicamente, el riesgo no debe concebirse como un factor a ser estudiado individualmente por cuanto se establece en las sociedades en forma consensuada. Por un lado, existe una idea de pensar el riesgo como percibido individualmente (como lo ha expuesto la psicología cognitiva) mientras por el otro, los antropólogos y sociólogos modernos han sugerido en el riesgo un factor cultural, que se aprehende en la socialización primaria (Luhmann, 2006).

Los riesgos de contaminación no son de origen natural, son riesgos tecnológicos, y corresponden a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos generados por el uso y acceso a la tecnología, originados en sucesos antrópicos, naturales, socio naturales y propios de la operación (UNGRD, 2016). También se asocian a la perspectiva del riesgo en salud y medio ambiente para la interacción tanto de la dimensión científica, como de la percepción y valores sociales, con el enfoque de orden y control.

Se ha identificado la necesidad de orientar el entendimiento sobre los riesgos tecnológicos a un nivel básico, de tal manera que se dé claridad conceptual sobre los mismos, se unifiquen criterios a nivel nacional y se apropien conceptos de riesgo tecnológico en la sociedad (UNGRD, 2016).

Se incluye también, la determinación del riesgo, asociadas con la presencia de contaminantes incorporados dentro del material de empaque (EFSA, 2009), como por ejemplo el Bisfenol A (2,2-bis (4-hidroxifenil propano), componente regulado en Colombia para Alimentos (Invima, 2012), el cual podría provocar disrupción endocrina en el consumidor y alteraciones sensoriales inaceptables en el producto envasado, como pérdida de nutrientes por lixiviación, debido al efecto de Migración (Mercosur,1999) que corresponde a la transferencia de componentes desde el envase hacia el alimento. Sin embargo, la velocidad de migración de las sustancias químicas a través del envase para llegar al alimento depende de la temperatura, del tiempo de interacción y del tipo de empaque, que son las variables a tener en cuenta en el presente proyecto.

En las sociedades actuales se está observando procesos de transformación, un cambio de sociedad industrializada a sociedad del riesgo, un camino a la nueva modernidad, con características multidimensionales, incluyendo además del marco económico, relaciones entre ciencia y sentido común. La desigualdad social en distribución de riquezas, minimiza y distribuye los riesgos, de tal manera que causen el menor efecto ambiental, sicológico y social. Se hace referencia a otros tipos de amenazas a nivel global dadas como resultado de los desarrollos tecno-industriales, tales como sustancias nocivas al medio ambiente que causan daños, pero más enfocado en una apreciación no científica, sino incluyendo un proceso social, en donde haya acción participativa y posturas sociopolíticas de diversos actores, evitando que el proceso de definición de riesgo sea tergiversado. (Beck, 1998).

La sociedad está expuesta al peligro inminente, el ser humano se encuentra en un ambiente completamente contaminado que amenaza la seguridad de su existencia, están enfrentados al desafío de la destrucción de la vida sobre la tierra. Es una sociedad en la que la irracionalidad de su proceso técnico ha dado lugar a un producto no deseado, la construcción descontrolada de sociedades industriales se muestra como el mejor camino posible para resolver problemas también en países de Tercer y Cuarto Mundo que, sin embargo, repiten irracionalmente el mismo ejercicio destructor ejercitado por los países industrializados afectando el orden de su propia cultura (Beck, 1998).

Los riesgos en la sociedad contemporánea se enfocan en el principio de previsión basada en conjeturas y proyección de amenazas, actuando para prever hechos futuros, y así encontrar con antelación los peligros, para lo cual se usan instrumentos científicos y tecnológicos. El enfoque se centra en una sociedad basada en reparto de riesgos, que busca la seguridad, en este caso seguridad alimentaria, se pasa de una lucha de desigualdad a una lucha de inseguridad (Beck, 1998).

Riesgo por contaminación (Rc) se expresa como el riesgo específico (Re) por el coste, así:

$$Rc = Re * (\text{Coste}) - \text{Posibles pérdidas}$$

$$Re = (A * S)$$

Donde:

(A) - Amenaza

(S) - Sensibilidad al grado de deterioro de los frutales

(Coste) – Cantidad de dinero que cuestan los daños ocasionados a los frutales por contaminación

- Amenaza

La amenaza o peligro hace que una situación adversa tenga mayor probabilidad de ocurrir, es decir, lo que potencialmente puede causar daño (Cardona, 1991). En relación con el presente proyecto se refiere a la presencia de factores de contaminación físicos, químicos y biológico del proceso productivo, tipos de empaques presentes en la operación de postcosecha por la interacción del empaque con la fruta citrus, y está definido en función de la probabilidad y la severidad.

Por tanto, se entiende la probabilidad como la potencial ocurrencia de un determinado evento o factor de contaminación, bajo las condiciones en que se lleva a cabo las prácticas de uso y disposición de empaques durante esta operación. Y por severidad del peligro, teniendo en cuenta el grado de la contaminación, esta magnitud depende del peligro físico (contaminación cruzada), químico (contaminación con sustancias) y biológico (patógeno) (Carvalho et al., 2012).

La amenaza se expresa como los fenómenos de origen natural o humano que cuando se producen en un determinado tiempo y lugar provocan traumatismos en las poblaciones (UNGRD, 2016), es decir, la amenaza está representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico. Puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, y matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo (UNDRO, 1979).

Por otra parte, según Cardona (1991), la amenaza está relacionada con el peligro, se refiere a la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o antrópico, es decir, es la probabilidad y grado de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo. Debido a la imprecisión por la cantidad de variables del proceso, la determinación de los peligros, se realiza combinando el análisis probabilístico y el comportamiento del generador, recurriendo a la historicidad de eventos y a su intensidad.

En consecuencia, analizar la amenaza es “pronosticar” la ocurrencia de un evento y cuando los pronósticos pueden realizarse en el corto plazo, se le llama “predicción”, que es fundamental para los sistemas de alerta temprana, cuyo objetivo es informar anticipadamente a la población

amenazada acerca de la ocurrencia o inminente ocurrencia de un fenómeno peligroso (Cardona, 1991).

Se determina el tipo de factores de contaminación como:

Físicos: partículas de metales y máquinas, vidrio, piedras, astillas de huesos o de madera, todos los materiales extraños que puedan entrar en contacto con el empaque y que pueda producir una contaminación cruzada.

Químicos: toxinas de origen natural, aditivos alimentarios, residuos de plaguicidas, residuos de medicamentos veterinarios, contaminantes ambientales, contaminantes químicos resultantes del envasado y alérgenos, también cuando entra en contacto la fruta con el empaque puede presentarse migración de químicos, aunque, están regulados en límites de contenido presentes que no generan riesgo por contaminación del alimento.

Biológicos: bacterias infecciosas, organismos que producen toxinas, mohos, parásitos, virus, estos peligros biológicos pueden estar inherentes al tipo de material que se supone tiene en su fabricación antimicóticos, sin embargo, pueden aparecer dependiendo de su condición de almacenamiento, de esta manera, se propone mantenerlos dentro de un límite permisible, y aunque se hagan los controles específicos, también se encuentra haciendo parte de la cadena alimenticia, de tal manera que muchas veces pueden estar en niveles de riesgo evidente para el producto y pueden detectarse fácilmente.

- Sensibilidad al deterioro de la fruta

Así mismo, se debe tener en cuenta la teoría de Toxicología para alimentos empacados (Byrns y Penning, 2009), plantea el tema basado en los efectos adversos sobre la sensibilidad al deterioro de la fruta citrus, producidos por los agentes físicos, químicos y biológicos, debido al procesamiento de los empaques y al proceso en la cadena productiva (cosecha y postcosecha). No obstante, hay controles definidos para los fabricantes, por tanto, hay que considerar también los modos de uso y prácticas de las comunidades de agricultores.

También se incluyen efectos del medio ambiente como el agua, la luz y el calor, que pueden producir alteración sobre el fruto, de acuerdo a las prácticas antrópicas a las cuales es sometido el empaque durante la operación de postcosecha (Carvalho et al., 2012), por tanto, estas prácticas pueden ajustarse para tener la capacidad de mejorar condiciones culturales establecidas por las comunidades de agricultores.

Es de especial interés la prevención de las pérdidas usando estrategias que aportan al ciclo de mejoramiento, pueden ser cambios estructurales, controles de administración o sustitución (Kolluru y Bartell, 1998), lo que hoy se traduce en una pirámide de niveles de acciones. Como el caso de la determinación del riesgo de los peligros de contaminación de la cadena alimenticia, para lo cual se pueden aplicar listas de verificación de operación y buenas prácticas, que ayudan a decidir necesidades, prioridades y naturaleza de la prevención, remedio o control.

Como principio se debe asegurar el cumplimiento de regulaciones, prácticas de actividades ambientalmente responsables, cada nuevo proyecto hacer nuevamente la determinación de impactos, diseñar asegurando el uso sostenible de recursos renovables.

2.2 Teoría de seguridad alimentaria

2.2.1 Guía de clasificación de peligros publicada por OSHA (EE. UU.)

Mediante la guía se determina la clasificación de los peligros asociándolo a la severidad del efecto peligroso, utilizándose para clasificar los riesgos para la salud y los riesgos físicos que representan los productos químicos peligrosos (OSHA, 2016), detallando los criterios para clasificar peligrosidad y como se deben manipular los químicos, teniendo en cuenta también aspectos operativos del proceso.

Para el presente proyecto en el empaque durante la operación de postcosecha, no hay exposición a productos químicos directamente, solo en caso de almacenamiento con sustancias como pesticidas en espacios que no tenga separación física, donde se pueda presentar contaminación cruzada.

Los alimentos pueden también deteriorarse en sus cualidades como olor, sabor, aspecto físico, que puede observarse por los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto) sin que estén contaminados.

En el caso de la contaminación se determina por métodos de validación analítica, pero no se aprecia por los sentidos, sin embargo, el alimento puede estar deteriorado y contaminado (Martínez, 2013).

El empaque no solo contiene el alimento, también protege del deterioro, de la contaminación, etiqueta información nutricional del producto, alarga periodos de almacenamiento y conserva la humedad del alimento, por esto deben cumplir con normas de componentes permitidos (Codex Alimentarius, 2016).

2.2.2 The International Food Information Council (IFIC) Foundation

El Consejo Internacional de Información Alimentaria (IFIC, 2020) realiza encuestas sobre seguridad alimentaria y salud, observando las actitudes, prácticas y modos de uso, se incluyen temas sobre saneamiento básico de elemento usados en el proceso de producción y almacenamiento (Cody et al., 2011). Se observa tendencia a falta de interés y relevancia de los temas de inocuidad alimentaria, por tanto, es necesario incluir estos temas en programas de educación, enfocando en diferentes ámbitos, como alimentación de niños, deportistas, madres gestantes y adultos mayores.

2.2.3 HACCP Análisis de peligros y puntos de control crítico

Bajo este sistema se identifican los peligros de los procesos, se evalúan los riesgos y se determinan métodos de control en determinadas etapas del proceso, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria. Para darle continuidad con un sistema de seguimiento y vigilancia, mediante la educación para las personas que hacen parte del proceso (Vásquez y Cardona, 2011). Entre las evaluaciones de vigilancia están las prácticas organolépticas, pruebas de grado de sensibilidad al deterioro del producto, recurso hídrico y manejo de residuos.

El empaque de alimentos tiene la función de contener, proteger de la contaminación, preservar su forma, textura y sabor, prolongar tiempos en condiciones de almacenamiento e informar sobre características y uso previsto del alimento. El empaque debe cumplir regulaciones para los materiales que lo componen, para evitar contaminación del producto, así mismo, los diseños centrados en el envase se están modificando para uso de materiales más ecológicos y menos contaminantes, estos cambios generan nuevas legislaciones (Martínez, 2013).

2.3 Teoría de diseño sanitario

BPA (Buenas Prácticas agrícolas), nacen bajo el contexto de la necesidad de obtener alimentos que no causen daño al consumidor, y no afectando al medio ambiente (FAO, 2012). Este conjunto de normas aplica a la producción agrícola y benefician a la población de consumidores y comunidades de agricultores y sus familias. Es así que se dice que las BPA facilitan su implementación en sistemas de agricultura mediante prevención y control, orientando la producción hacia una agricultura sostenible.

En las BPA se originaron los requisitos a tener en cuenta en la teoría del diseño sanitario, que incluye métodos y especificaciones para eliminar o reducir las contaminaciones por fuentes físicas, químicas y biológicas. Los requerimientos del diseño sanitario permiten lograr la reducción de las contaminaciones, asegurar las condiciones óptimas de los equipos usados, estandarizar tiempos para aplicar adecuadamente el saneamiento básico (Rodríguez, 2011).

En la operación de postcosecha se debe tener especial cuidado con la manipulación del fruto, para evitar la contaminación física (tierra, hierba o materiales extraños), química (productos fitosanitarios) y biológica (hongos), de los alimentos, para esto se incluye el saneamiento básico como programa a implementar (higiene, limpieza, control de plagas y manejo de residuos).

Los materiales usados en agricultura deben estar limpios y desinfectados, hacer fumigación de transportes con anterioridad a su uso, empaques en buen estado, limpieza y desinfección de empaques usados, materiales exclusivos para manejo de alimentos, almacenamiento en condiciones de limpieza adecuadas y libres de plaga (Soto y Molina, 2018).

Otra función de prácticas agrícolas es asegurar el buen manejo y uso de los insumos agropecuarios. Incluye temas de uso adecuado de equipos de protección, para prevenir riesgos de salud ocupacional por contacto con productos contaminados, protegiendo la salud y seguridad de los trabajadores.

El diseño sanitario incluye que las instalaciones, superficies de contacto y materiales usados en la producción se puedan limpiar, lavar y desinfectar adecuadamente, de manera que se evite la contaminación de alimentos. El almacenamiento y transporte de los productos empacados deberá cumplir las condiciones adecuadas para proteger alimentos y envases de posibles contaminaciones físicas, químicas o por bacterias. También incluye hacer separación física de las áreas de producción y acopio para evitar contaminación cruzada (FDA, 2018)

Las normas de diseño sanitario están documentadas en la Unión Europea, el Codex Alimentarios, y las buenas prácticas de manufactura de la FDA, 21 CFR parte 110, apoyados en los programas

prerrequisitos de saneamiento básico. En la Figura 2.1 se presentan los postulados, conceptos y bibliografía del marco teórico propuesto.

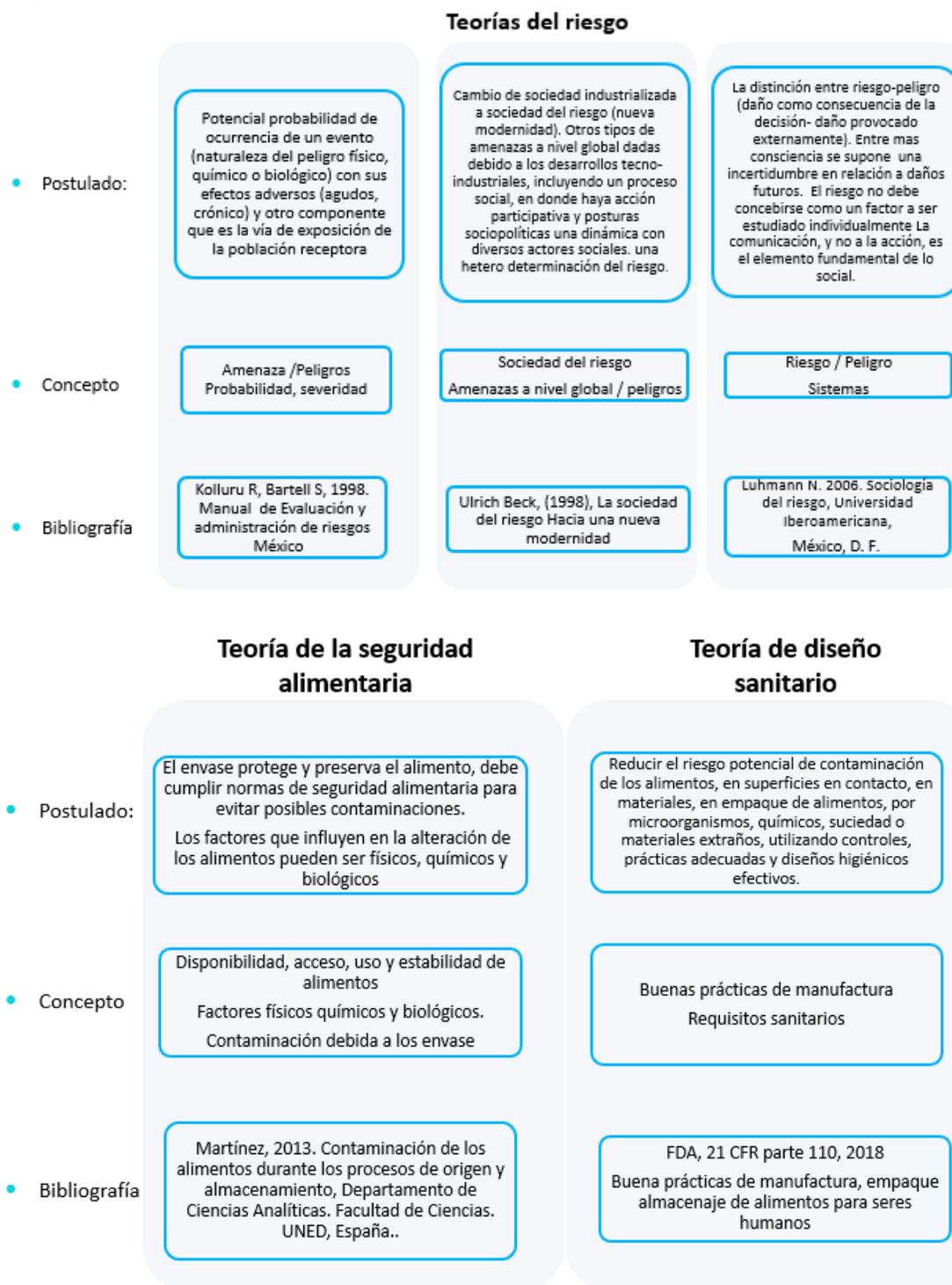


FIGURA 2.1 POSTULADOS, CONCEPTOS Y BIBLIOGRAFÍA PARA TEORÍAS QUE APLICAN EN EL PROYECTO

Fuente: Construcción propio.

CAPÍTULO III

3. ZONA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación

La ubicación de la zona de estudio está en el área rural plana del municipio de Andalucía en el centro del departamento del Valle del Cauca, el área de influencia la constituyen los corregimientos de Campoalegre, Zabaletas y Salto, y las veredas Madre vieja, Oriente, Tamboral, Monte hermoso y Zanjón de Piedra. En la Figura 3.1 se presenta el Mapa de ubicación geográfica de corregimientos y veredas que conforman Asocampoalegre- Andalucía (Valle del Cauca).

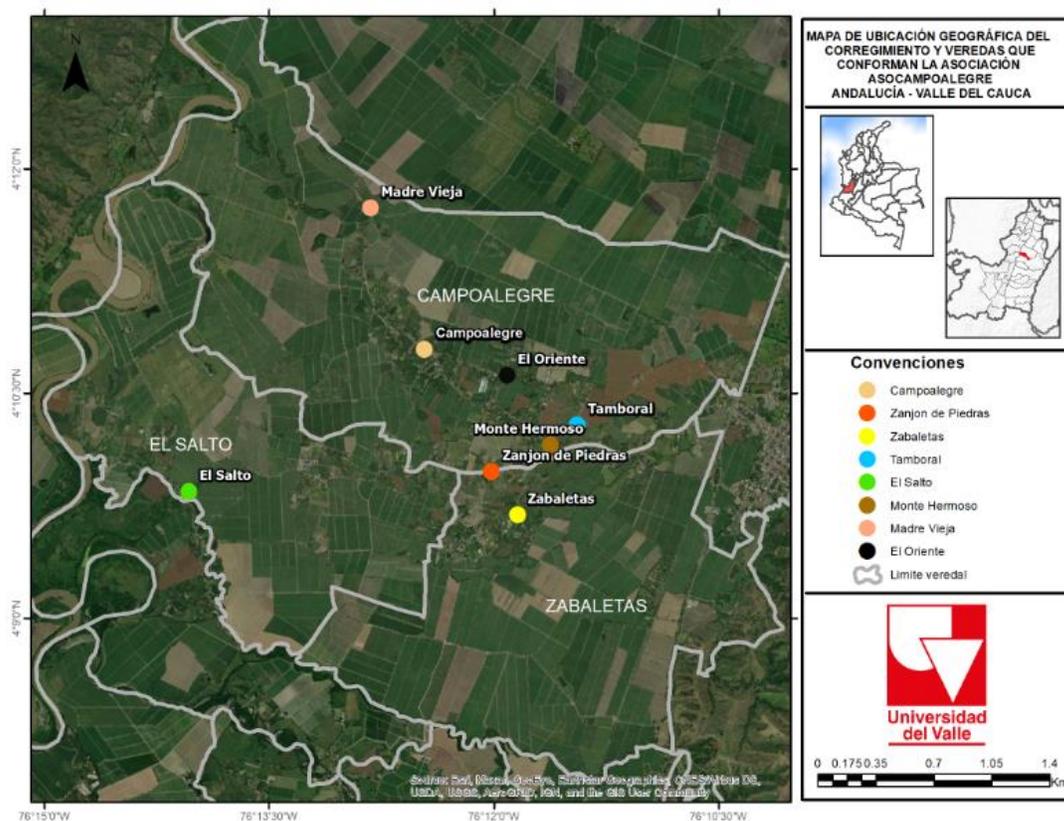


FIGURA 3.1 MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CORREGIMIENTOS Y VEREDAS QUE CONFORMAN ASOCAMPOALEGRE- ANDALUCÍA VALLE DEL CAUCA

Fuente: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GISUser community, 2021

En la Tabla 3.1 se observa la estratificación de sitios de estudio y número de miembros de la Asociación.

TABLA 3.1 ESTRATIFICACIÓN SITIOS ASOCAMPOALEGRE

Número	Estratificación	Nombre	Número Asociados
1	Vereda	Madrevieja	4
2	Corregimiento	Campoalegre	29
3	Vereda	Oriente	23
4	Corregimiento	Salto	13
5	Vereda	Zanjón de piedras	24
6	Corregimiento	Zabaletas	14
7	Vereda	Montehermoso	11
8	Vereda	Tamboral	12
Total			130

Fuente: Asocampoalegre

Mediante un ejercicio práctico con la junta directiva de la Asociación Asocampoalegre (10 miembros), elegida mediante votación por los asociados de Asocampoalegre. Con Ellos se realiza un mapa parlante, se documenta la diagramación visual de ubicación territorial actual de los corregimientos y veredas en donde están las parcelas de los cultivos.

Así mismo, se hizo el recorrido por tres corregimientos y cinco veredas para las fincas muestreadas aleatoriamente, verificando la georreferenciación de la zona. En la Tabla 3.2 se registra la ubicación de las fincas muestreadas para el sondeo.

TABLA 3.2 GEORREFERENCIACIÓN SITIOS ASOCAMPOALEGRE

DIRECCIÓN	NOMBRE DE LA FINCA	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Campoalegre	El palmar	4.177350808353251	-76.208351967599
	El palmar 1	4.176622250528739	-76.20871806528528
	El Carmen	4.1802858035958055	-76.20843431244128
	Comercializadora Guango	4.18006912263336	-76.2079810191109
	Fruver Frutas del Campo	4.178134912617249	-76.20759845148494
	Villa Florida	4.176329231094404	-76.2087625301976
	Comercializadora Carlos Millán	4.17356997646031	-76.20097330467031
	Comercializadora Jhin Freddy	4.1800762828171765	-76.20815810729407
	Comercializadora de frutas Guango	4.1800120810390995	-76.20802936126428
	El Porvenir	4.1798783273179	-76.20772895386143
	Fruver DYL	4.176786795031304	-76.20860100176105
El Oriente	La González	4.175850514643959	-76.19398564439608
	El Rocío	4.179412704356121	-76.1979983001743
	El recuerdo- Granja la fortuna	4.177029528944718	-76.198543945951
	La Rubiela	4.177719906166334	-76.20175687745952
El salto	Villa Varela	4.164108489264872	-76.23393986543297
Madre Vieja	Villa Hellen	4.195627735283511	-76.21372707720606
	El Refugio	4.187832685602132	-76.21441908709598
Monte Hermoso	La Esperanza	4.1692740316786425	-76.1937160255903
Tamboral	Frutas Elkin.	4.169138166666557	-76.18260750435424
	La Esperanza 1	4.171501871064237	-76.19074080884131
	Comercializadora Diego Divio	4.167128518502752	-76.18667716433181
Zabaletas	La Díaz	4.161803499484867	-76.19941711805316
	Villa Elkin	4.159190730992937	-76.20203210541246
	El Socorro	4.161478144872371	-76.19738102319897
Zanjón de Piedras	La Romelia- Comercializadora Silvio	4.166516072720047	-76.19644493122377
	San Antonio	4.166390332604861	-76.21152239542069
	Santa Clara	4.166314652434561	-76.20026749296952
	Miraflores, microempresa frutos del campo	4.166237949838142	-76.20375999130563
	Villa Ciro	4.16473926619793	-76.20838840324294

En la Figura 3.2 se presenta el mapa parlante realizado con los miembros de la junta directiva de Asocampoalegre.

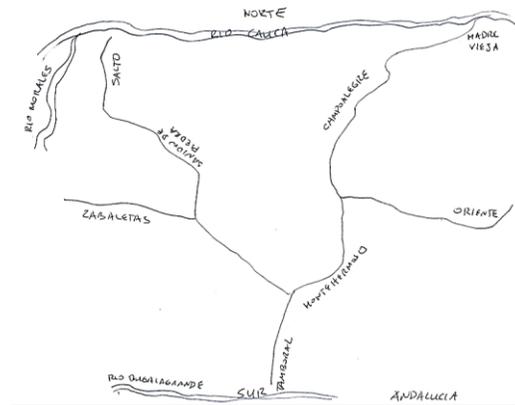


FIGURA 3.2 MAPA PARLANTE ASOCAMPOALEGRE

Fuente: Junta directiva Asocampoalegre.

En 1998 se identificaron seis clases de uso y cobertura del suelo (Figura 3.3), con predominio de la agricultura de altos insumos que comprendía 721.68 ha. En ese año era posible observar evidencias de agricultura de bajos insumos (cultivo de maíz en 17.17 ha), rodeada por el monocultivo de la caña. También se observaba gramíneas incluidas en la clase de cobertura denominada pastura naturalizada (10.75 ha) (Madero y Núñez, 2009).



FIGURA 3.3 AEROFOTOGRAFÍA DIGITALIZADA DE LOS USOS DEL SUELO DE LOS HUMEDALES DEL MUNICIPIO DE ANDALUCÍA (VALLE DEL CAUCA), EN EL AÑO 1998.

Fuente: Madero y Núñez (2009).

En 2002 utilizando imagen satelital Landsat se observó el predominio nuevamente de la agricultura de altos insumos (850.45 ha) seguido del área en humedales (57.5 ha) (Figura 3.4). El resto de la zona se encontraba cubierta por cultivos de bajos insumos (37.31 ha), bosque natural (30.15 ha), bosque de guadua (3.34 ha), cultivo de cacao (0.67). El cuerpo de agua más representativo (0.52 ha) se encontraba en lotes de la hacienda Madre Vieja. Para este año la pradera natural había desaparecido



FIGURA 3.4 IMAGEN LANDSAT DIGITALIZADA DE LOS USOS DEL SUELO DE LOS HUMEDALES DEL MUNICIPIO DE ANDALUCÍA (VALLE DEL CAUCA), EN EL AÑO 2002.

Fuente: Madero y Núñez (2009).

3.2 Descripción de la comunidad de pequeños productores

La comunidad de pequeños productores (Asocampoalegre), es una organización campesina que aglutina a 130 pequeños y medianos productores de frutas y hortalizas principalmente cítricos (mandarina, naranja y limón), que han venido diversificando sus parcelas con otros cultivos propios de la zona, intercalando con cultivos como Plátano, Maracuyá, Yuca, Maíz, Aguacate y Zapote, estos cultivos son destinados para la seguridad alimentaria y comercialización a nivel nacional. En la búsqueda de mejorar el suministro de agua por sistema de riego por goteo, decidieron constituirse como una Asociación de usuarios del Distrito de Adecuación de tierras a pequeña escala “Asocampoalegre Andalucía Valle del Cauca” con personería Jurídica No. 0000530 21 de noviembre 2006, Ministerio de Agricultura A.D.R NIT 9001807, con una duración de 50 años. Su objeto principal es la representación, administración, manejo del distrito de riego y la gestión de proyectos que fortalezcan el sector Agropecuario, con un área de 190 hectárea del sector Agropecuario que se han unido democráticamente con el propósito de mejorar sus condiciones de vida mediante el desarrollo de acciones colectivas, equilibradas, justas y sostenibles.

Inicialmente la actividad de cultivo se realizaba en los patios de las viviendas, se sembraba en pequeña escala el plátano, banano, frutales, y en algunos casos plantas medicinales, se inicia de esta manera a consolidar territorialidad, utilizando para las labores de campo técnicas incipientes dependiendo de sus capacidades económicas. Es de suponer que quienes tenían mayores recursos iniciaron un progreso, que rápidamente se evidencia en desigualdad social, y cuya consecuencia mediática es la aparición de las explotaciones agropecuarias que hoy en día se conocen como las explotaciones de traspatio, cuyo fin primordial es satisfacer las necesidades básicas, de manera exclusiva a la alimentación de subsistencia para las comunidades de agricultores y sus familias, y que más adelante con el tiempo se desarrolla también para comercio local.

Se enmarca el tema del territorio por la manera como se apegan a la tierra y se propende por mantenerla en buenas condiciones, igualmente por no abandonarla y considerarla una riqueza de la

cual el agricultor se siente orgulloso, tanto así, que ni siquiera tienen estimado un valor económico, de tal manera que esos apegos sentimentales van a seguir existiendo en la comunidad, como lo que se llama un sentimiento de pertenencia.

En este territorio vive una comunidad que se dedica a labores agrícolas principalmente, durante el proceso de desarrollo de la comunidad se ha valorizado la tierra, por ejemplo, con los cultivos, que han logrado valorar este espacio y su actividad comercial, hay territorios individuales o grupales pertenecientes a varias familias, y las otras zonas comunes que son propiedad del Estado. Esta relación de subsistencia crea arraigo por los cultivos, las casas y en territorio en general, se le asignan valores sentimentales que se traducen en un concepto social, al cual se le llama territorialidad.

Con el cambio de actividad a netamente agrícola, se empieza a cultivar el cacao, con el tiempo cambian las condiciones económicas y obliga al agricultor a cambiar el tipo de cultivo, como maracuyá, tomate, maíz, etc., que les permita obtener un mayor ingreso económico y a sentir reconocimiento local por el éxito en las cosechas, siempre referenciados por otras comunidades de agricultores que tienen algún éxito con otro tipo de prácticas agrícolas, pero nunca con un soporte técnico de alguna institución gubernamental, al mismo tiempo empiezan a recibir propuestas para venta de sus cultivos, es decir, el uso de la tierra ya no sería para autoabastecerse o para la venta local, sino para uso industrial. Los frutales citrus mayor cultivados son: mandarina, naranja y limón, intercalados con cultivos como plátano, cacao, maracuyá, yuca, maíz, aguacate y zapote.

Los proveedores de caña de azúcar para la industria han aprovechado las crisis económicas y en algunos casos pérdidas por baja producción de cultivos de frutales citrus; para rentar y/o comprar tierras cambiando la forma de cultivo por monocultivo de caña, con esto se ha favorecido la posesión de tierras en pocas personas y la disminución de la variabilidad del cultivo, afectando también la economía de la comunidad.

Actualmente se cuenta con jóvenes cultivadores, que emprenden actividades de transformación para el desarrollo sociocultural dentro de Asocampoalegre, en la búsqueda de aumentar la producción sin afectar negativamente los recursos naturales, con una sinergia de cooperación mutua con los miembros fundadores, de esta manera, se observa que la Asociación busca fortalecer el sector agropecuario de la región, gestionando proyectos en diferentes áreas, ante entidades como: gobernación del valle del cauca, Asohofrucol, Sena, Corpoica-Agrosavia, ICA, Alcaldía Municipal, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. También, es de interés de la Asociación realizar proyectos de articulación con universidades para complementar la formación de la comunidad de Asocampoalegre para la competencia técnica, y fortalecer los procesos de desarrollo para la comunidad de Asocampoalegre. Entre los proyectos en ejecución está el fortalecimiento organizativo agro-empresarial y tecnológico a productores frutícolas en el Valle del Cauca.

CAPÍTULO IV

4. ENFOQUE METODOLÓGICO

Para determinar el riesgo asociado a la interacción empaques y frutas citrus en la comunidad Asocampoalegre, se busca conocer la operación de postcosecha, determinar la tipología de los empaques usados y el grado de sensibilidad al deterioro. En la Figura 4.1 se presenta el diseño metodológico.

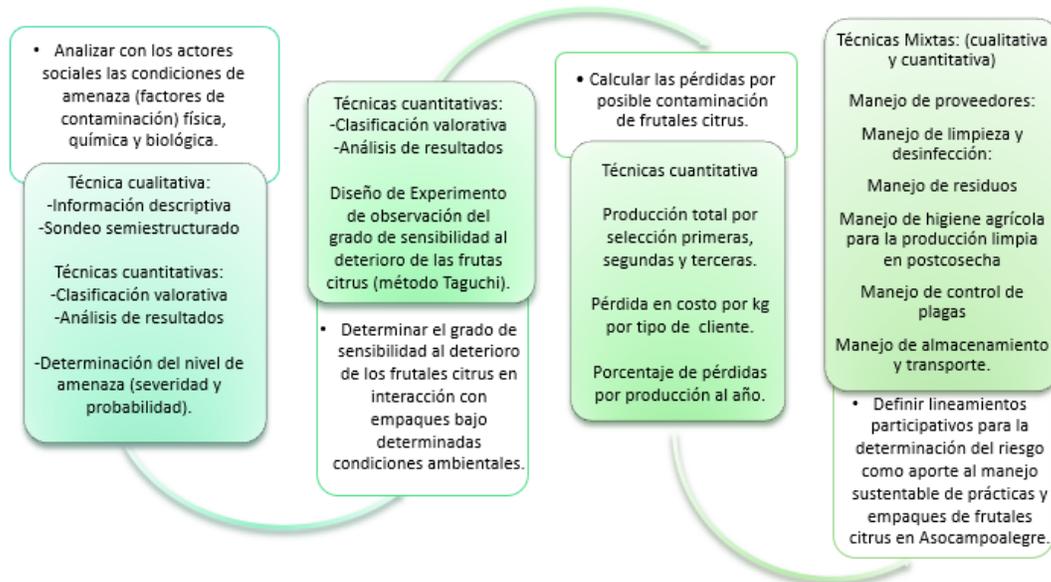


FIGURA 4.1 DISEÑO METODOLÓGICO

Fuente: Construcción propia.

- Objetivo específico 1

Se analizaron con los actores sociales las amenazas o peligros (factores de contaminación físicos, químicos y biológicos).

Se plantea describir la operación de postcosecha, con el fin de conocer las diversas prácticas, para lo cual se realizaron reuniones y conversatorios con los miembros de la junta directiva de la Asociación, que son elegidos mediante votación por todos los miembros de la comunidad de Asocampoalegre, y se hizo un muestreo aleatorio para visitar las fincas. Se observaron las diferencias en la importancia que le dan a los empaques utilizados, y también las prácticas de empaque en postcosecha para la zona de estudio, ya que, como tal, las frutas citrus tienen una forma de cosecha y postcosecha diversa en las prácticas agrícolas (Idarraga, 2012).

Para lo cual se utilizaría técnicas cualitativas de información descriptiva y el sondeo semiestructurado, buscando obtener de manera inductiva, el conocimiento de las comunidades de agricultores sobre las prácticas de empaques que han heredado de sus antecesores o que han ido construyendo con su experticia, es por esto que la información descriptiva y el sondeo participativo permite apertura y flexibilidad para lograrlo, mediante una acción aleatoria (Echeverría, 2005).

Se hace la identificación, priorización y clasificación de las diferentes prácticas indagadas, para luego hacer una reconstrucción de estas experiencias en el diagrama de flujo de la operación de postcosecha.

Se propone un sondeo participativo semiestructurado con guía de tema, como instrumento para conocer la tipología de los empaques utilizados en los productos frutales citrus, realizando inicialmente el diseño del contenido del sondeo participativo con los miembros de la junta directiva de Asocampoalegre, para caracterizar la tipología de los empaques utilizados en la operación de postcosecha. Se plantea realizar una actividad de socialización del proyecto con los miembros de la junta directiva de Asocampoalegre (presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales), y realizar la aplicación del sondeo participativo a las comunidades de agricultores que viven en la parcela, los que no viven en la finca y comercializadores. Por otra parte, se investigó los diferentes tipos de empaque utilizados, en cuanto al tipo de materiales usados en su producción. Adicionalmente se plantea la investigación de tres tipos de empaques propuestos dentro del proyecto.

Se cuenta con la población objetivo que en su mayoría son cultivadores y muy pocos comercializadores, junto con ellos se diseña un proceso de encuestas y reuniones con un enfoque exploratorio cualitativo. Los resultados de la ficha de sondeo participativo y la investigación de los insumos del material del proceso productivo del empaque permitieron calcular el nivel de amenaza (probabilidad y severidad).

Mediante técnica cuantitativas se realizará la clasificación valorativa y el análisis de resultados, para integración y transversalidad de la construcción colectiva, enmarcada en los encuentros, formas de expresarse, gestos, sentires, ideas y opiniones de las intervenciones de los cultivadores.

También se utilizaron técnicas cuantitativas para hacer la clasificación valorativa del nivel de amenaza (severidad y probabilidad), asociadas a la interacción de los empaques y frutales citrus, con los factores de contaminación físicos, químicos y biológicos, resultantes del sondeo participativo para prácticas y tipología de empaques y de la investigación de acuerdo a materiales componente de los empaques. En la Tabla 4.1 se presenta la valoración cualitativa del nivel de amenaza.

TABLA 4.1 VALORACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA EN FUNCIÓN DE LA PROBABILIDAD Y SEVERIDAD

Severidad	Probabilidad		
	Bajo	Medio	Alto
Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Medio	Bajo	Medio	Medio
Alto	Medio	Medio	Alto

Fuente: Construcción propia

En la Figura 4.2 se observa el diseño metodológico para analizar las amenazas.

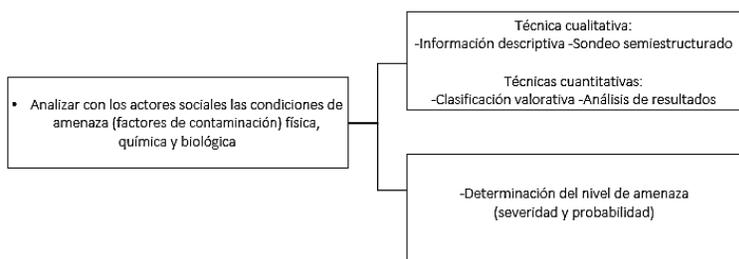


FIGURA 4.2 DISEÑO METODOLÓGICO PARA ANALIZAR LAS AMENAZAS

Fuente: Construcción propia

- Objetivo específico 2

Para el segundo objetivo se determinó el grado de sensibilidad al deterioro de los frutales citrus en interacción con empaques bajo determinadas condiciones ambientales, teniendo en cuenta los tipos de empaques utilizados por la comunidad como resultado del sondeo, y para tres tipos de empaques que implementaron en la presente investigación.

Se determinarían los atributos para el grado de sensibilidad al deterioro físico químicos y biológico, se planearía el tipo de característica, niveles y variables a evaluar, asignando una clasificación valorativa.

Mediante un diseño de Experimento de observación de la experticia del cultivador se determinaría el grado de sensibilidad al deterioro de las frutas citrus mandarina, naranja y limón, usando el método Taguchi. Se definen los atributos en la Tabla 4.2 con relación al grado de sensibilidad al deterioro de frutales.

TABLA 4.2 DETERMINACIÓN DE ATRIBUTOS DEL GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO DE FRUTALES

Color	Valor Asignado
Amarillo intenso	Alto (5)
Verde claro con visos amarillos	Medio (3)
Verde oscuro bien desarrollado	Bajo (1)
Textura	Valor Asignado
Muy blanda, con manchas	Alto (5)
Blanda, indicios de manchas	Medio (3)
Compacta, sin manchas	Bajo (1)
Olor	valor Asignado
Pudrición	Alto (5)
Indicios de pudrición	Medio (3)
Sin pudrición	Bajo (1)

Fuente: Construcción propia.

En la Figura 4.3 se muestra el diseño metodológico para calcular el grado de sensibilidad al deterioro.

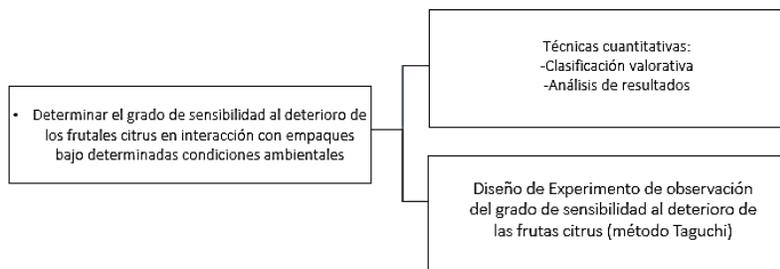


FIGURA 4.3 DISEÑO METODOLÓGICO PARA CALCULAR EL GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO

Fuente: Construcción propia

- Objetivo específico 3

Para el tercer objetivo se calcularon las pérdidas por posible contaminación de frutales cítricos, de acuerdo al estándar definido en la ficha técnica para la selección de las frutas, es decir, según el tamaño, el color y la calidad, clasificándose como primeras segundas y terceras. De acuerdo al tipo de cliente (supermercados, plaza de mercado, y tienda de frutas), se definieron las pérdidas en costos por kg de la posible contaminación de frutales cítricos mandarina, naranja y limón.

Para evaluar las posibles pérdidas por contaminación se requiere evaluar el riesgo específico que corresponde a la combinación de los tipos de peligros considerados y el grado de sensibilidad al deterioro de frutales, En la Tabla 4.3 se muestra la matriz para la determinación del riesgo específico.

TABLA 4.3 DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO

Nivel de Amenaza	Grado de sensibilidad al deterioro de frutales		
	Bajo	Medio	Alto
Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Medio	Bajo	Medio	Medio
Alto	Medio	Medio	Alto

Fuente: Construcción propia

Se totalizaría los costos de posibles pérdidas por contaminación por kg al año, expresándose en porcentaje. En la Figura 4.4 se muestra el diseño metodológico para calcular posibles pérdidas por contaminación.

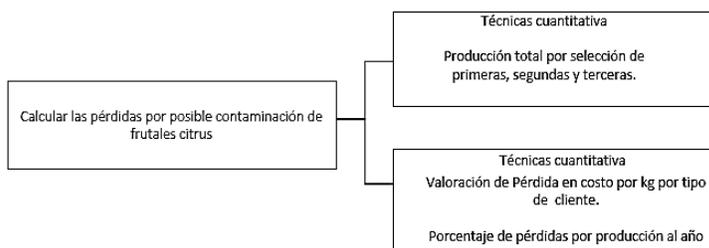


FIGURA 4.4 DISEÑO METODOLÓGICO PARA CALCULAR POSIBLES PÉRDIDAS POR CONTAMINACIÓN

Fuente: Construcción propia

- Objetivo específico 4

En el cuarto objetivo, se establecieron lineamientos participativos para la determinación del riesgo como aporte a manejo sustentable de prácticas y empaque, incluye manejo de almacenamiento y transporte, diseño sanitario, proveedores y saneamiento básico. En la Figura 4.5 se presenta el diseño metodológico para análisis de amenazas

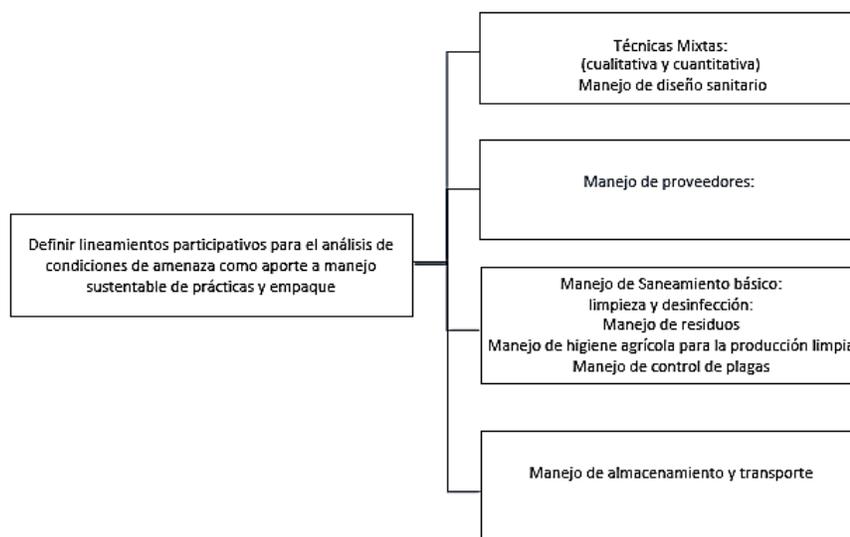


FIGURA 4.5 DISEÑO METODOLÓGICO PARA ANÁLISIS DE AMENAZAS

Fuente: Construcción propia

Por tanto, estas metodologías participativas se aplicaron a un muestreo de sistemas prediales estratificados, que para el caso de Asocampoalegre son cinco (5) veredas y tres (3) corregimientos. Además, se realizó una reunión con el grupo representativo elegido por la Asociación que es la junta directiva, con el fin de generar lluvia de ideas para definir el diseño del sondeo.

Para la identificación de los actores sociales, se interactuó con los miembros de la junta directiva para conocer los tipos de cultivadores de la Asociación, y se diseñó en conjunto las preguntas del sondeo participativo, centrandolo en el empaque y sus prácticas orientadas a los tipos de peligros (físicos, químicos y biológicos), que se puedan presentar en la interacción empaque y fruta. Se realizó un muestreo aleatorio, estratificado para tres corregimientos y cinco veredas, el marco muestral correspondiente a los 130 asociados.

En la Tabla 4.4 se presenta la metodología de análisis de amenazas, en función de la severidad y probabilidad, de acuerdo al valor asignado 1 para severidad leve y probabilidad rara vez, 3 para severidad moderada y poco probable, y 5 para severidad grave y probable

TABLA 4.4 METODOLOGÍA ANÁLISIS DE AMENAZAS

Severidad de contaminación	Valor Asignado	Parámetro	Descripción
Alto	5	grave	Frutas de tercera, no cumple: tamaño, color y calidad, presenta alta pérdida
Medio	3	moderada	Fruta de segunda, que cumple parcialmente en un 40% a 60%: tamaño, color y calidad, presenta <i>mediana</i> pérdida
Bajo	1	leve	Fruta de primera, que cumple totalmente el tamaño óptimo, color óptimo y calidad óptima, pérdidas insignificantes
Probabilidad de contaminación	valor Asignado	Parámetro	Descripción
Probable	5	Siempre ocurrió	Puede ocurrir cada vez que se empaca
Poco probable	3	Al menos en uno ocurre	rara vez ocurre en el año
Raro	1	nunca ocurrió	nunca ha ocurrido y no es probable que ocurra

Fuente: Construcción propia

Para la determinación del grado de sensibilidad al deterioro de los frutales citrus en interacción con empaques bajo determinadas condiciones ambientales, se ejecutó un diseño de experimento (Taguchi), buscando minimizar la variabilidad del resultado de los procesos, mediante excluir los efectos de la característica (contaminación), que producen las variaciones, puesto que son originados por parámetros no controlables, como el caso del presente estudio, en el que hay factores externos como el medio ambiente. La presencia de contaminación física, química o biológica sería aceptable si tiende al valor mínimo asignado. Entre los factores o variables a analizar se asume como controlable el valor de humedad relativa, por estar en las mismas zonas de ubicación geográfica, y como no controlables la temperatura, tipos de empaque, tiempo y tipos de frutas.

El diseño y análisis de experimentos por el método Taguchi, se realizó de manera cuantitativa, modelada por una relación funcional y probabilística, y de manera experimental se obtiene los pesos diferentes de las fuentes que alteran la variabilidad del proceso. Para el presente proyecto se determina unas variables que son: temperatura (°C), tipos de empaque, tiempo (días) y tipos de frutas, no todos van a tener el mismo efecto en el experimento, puede ser alto, medio o bajo.

Por esto, se realizó una investigación de análisis descriptiva, donde se desarrolla información de manera inductiva y de acuerdo a los objetivos específicos planteados se determina un diseño tanto cualitativo como cuantitativo. Esta investigación cualitativa tiene una orientación holística, y de

acuerdo a la información descriptiva recibida con los interrogantes realizados, se llega a la posibilidad de aportar a las prácticas utilizadas por las comunidades de agricultores y en ningún caso se pretende demostrar una teoría (Taylor y Bogdan, 2000), de esta manera se tiene en el contexto una información real e histórica que describe la operación de postcosecha. Se busca el conocimiento basado en la experiencia, que ha dado a la comunidad de Asocampoalegre resultados exitosos en sus cosechas, es decir, auto reconocer la mejor manera de hacer la operación de postcosecha, predecir el mejor comportamiento y menor contaminación en la interacción entre el empaque y las frutas citrus.

Las posibles afectaciones a la comunidad y medio ambiente solo quedan planteadas en el presente estudio, y no se aborda la magnitud de este efecto como consecuencia de los impactos y la frecuencia de la exposición, que hacen parte de la vulnerabilidad ante la presencia de estos peligros. Sin embargo, se abordó el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta como afectación y de manera aproximada utilizando un diseño de experimento.

Con la combinación de los tipos de peligros considerados y el grado de sensibilidad al deterioro de los frutales citrus, se determinó el riesgo específico, según se observa en la Tabla 4.5 Matriz de riesgo específico. Se realizó la valoración de las posibles pérdidas directas que sufren la comunidad de la Asociación dentro de la operación de postcosecha, para determinación el riesgo de contaminación.

TABLA 4.5 MATRIZ DE RIESGO ESPECÍFICO

Nivel de Amenaza	Grado de sensibilidad al deterioro de frutales		
	Bajo (1)	Medio (3)	Alto (5)
Bajo (1)	1	3	5
Medio (3)	3	9	15
Alto (5)	5	15	25

Fuente: Construcción propia

Como resultado se propone definir los criterios y parámetros participativos que permitan incorporar la determinación del riesgo como aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques, se toma como base los resultados de las metodologías cualitativas cuantitativas utilizadas, de tal manera que se pondera los más críticos para generar las medidas de control (lineamientos).

CAPÍTULO V

5. OPERACIÓN DE POSTCOSECHA PARA FRUTALES CITRUS

5.1 Descripción de la operación postcosecha

La operación de postcosecha es una etapa posterior a la cosecha, inicia una vez se recolecta y transporta el fruto, las prácticas en esta operación están relacionadas con las condiciones ambientales, además el uso y aplicación de empaques.

Desde la recolección hasta la comercialización y consumo de la fruta, se inicia un proceso de deterioro natural debido a que ha alcanzado el tamaño definitivo y desarrollo completo durante el proceso de maduración, lo cual es consecuencia de la actividad bioquímica del fruto, desencadenada por los procesos fisiológicos del mismo. Cuando el fruto no es recolectado en su momento óptimo, este inicia un proceso de senescencia en el cual va perdiendo calidad progresivamente, este deterioro es más rápido en las regiones tropicales debido a las altas temperaturas, lo que ocasiona mayores tasas metabólicas (respiración), por consiguiente, un descenso rápido de la acidez, lo que produce una fruta con zumo insípido (Carvalho et al., 2012).

El fruto citrus se cosecha con madurez de recolección, que es adecuado para comercializar, por su tamaño y color, el cual irá fisiológicamente madurando hasta obtener las condiciones óptimas para consumo. La madurez de consumo se inicia en el último tercio del crecimiento y termina con las primeras etapas de la senescencia (envejecimiento), involucrando una serie de cambios en las características externas e internas del fruto. La tecnología postcosecha se basa en provocar una reducción de la tasa de respiración y, por tanto, una reducción en el metabolismo, mediante la manipulación de las condiciones externas (Carvalho et al., 2012).

Otros factores como los genéticos también pueden alterar al fruto después de la recolección, por ejemplo, en su aspecto físico y componentes, por esto, se está haciendo mejoramiento de variedades más resistentes. Por otra parte, hay variedad de prácticas que influyen en la vida útil del fruto en postcosecha, es el caso del exceso de agua que altera el grado de deterioro presentando grandes cambios en la fruta.

Las prácticas culturales como la poda y el raleo determinan la producción de los cultivos y el tamaño del fruto, lo que puede influir en la composición nutricional de la fruta (Carvalho et al., 2012).

Es importante cumplir con los requisitos de calidad en postcosecha para la aceptación del fruto por parte del comercializador, no debe presentar contaminación física, química o biológica, para los diversos usos, como consumo en fresco, jugos o zumos. Los parámetros de aceptación son tamaño, color y calidad (aroma, sabor y textura), basados en revisión organoléptica. En la Figura 5.1 se muestra el área de la operación postcosecha.



FIGURA 5.1 ÁREA DE LA OPERACIÓN POSTCOSECHA

En la Figura 5.2 se presenta el diagrama de flujo de la operación de postcosecha propio de Asocampoalegre.

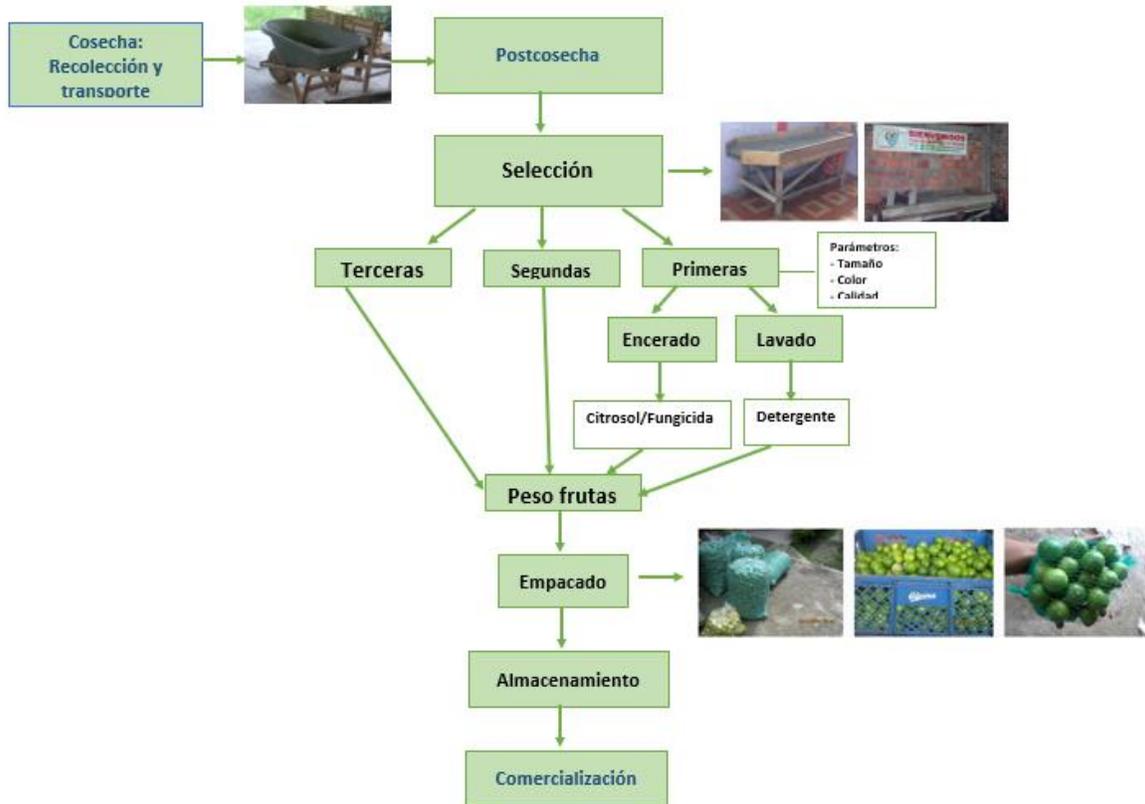


FIGURA 5.2 DIAGRAMA DE FLUJO POSTCOSECHA ASOCAMPOALEGRE

Fuente: construcción propia.

- Cosecha

Desde el cultivo en el campo los frutos pueden ser afectados por ataques de microorganismos e insectos, como por ejemplo moscas, ácaros y parásitos.

Se debe evitar recolectar los frutos con varas y ganchos que puedan dañar los frutos, causar heridas a las plantas y el desprendimiento excesivo de hojas, flores y frutos verdes no comercializables. También se debe evitar la caída o descarga de frutos sobre el suelo, ya que la arena y piedras pequeñas pueden ocasionar heridas al fruto facilitando de esta manera la invasión de los hongos y la aparición de manchas objetables. La recolección no debe realizarse con neblina o lluvia o poco después de haber llovido ya que los frutos aún están mojados y se pueden dañar con facilidad. La fruta cosechada debe protegerse del sol y la lluvia y transportarla lo más rápido posible al centro de selección y empaque (Velázquez y Hevia, 2000). En la Figura 5.3 se muestra la recolección de cítricos usando sacos.



FIGURA 5.3 RECOLECCIÓN DE CÍTRICOS USANDO SACOS

La fruta cosechada continúa respirando, madurando en algunos casos e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos para cada fruta. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos (Velázquez y Hevia, 2000).

- Posibles contaminaciones en cosecha:

El ácaro blanco (*P Latus*) infesta la hoja, luego pasa a los frutos recién formados y atrofia su crecimiento, se caracteriza por que levanta la capa superficial de la epidermis, quedando una cubierta gris fácilmente removible. Y el ácaro tostador (*P Oleivora*) produce el daño por la extracción del contenido celular ocasionando escurrimiento o mancha negra del fruto. La Figura 5.4 muestra la presencia de ácaros en frutos cítricos.



FIGURA 5.4 ACARO BLANCO Y ACARO TOSTADOR

- Postcosecha
 - Selección

La postcosecha inicia con la selección de la fruta, de acuerdo al tamaño, color y calidad (aroma y textura), para lo cual se usa una mesa en madera que está inclinada, el tamaño de la mesa de selección es de 2 m de largo por 1 m de ancho y caben aproximadamente 60 kg de fruta que equivale a un costal de fibra, durante la selección se coloca la fruta a granel en la mesa y de acuerdo a la experticia del agricultor, se escogen las frutas de primeras (óptima), empacadas en canastilla o costal de fibra, las frutas de segundas empacado en malla para impulsarlo en promocional y frutas de terceras empacada en canastilla para uso en pulpa y jugos.

La selección se hace con un componente cualitativo de experticia y sensorial, los frutales citrus inicialmente deben no pasar por los orificios de tamaños de la mesa de selección, para cumplir el tamaño óptimo, los frutos que quedan en la mesa se someten a selección de color para madurez óptima, y una vez separados se inspecciona la selección de calidad óptima. Para la selección de frutas de segunda se considera las frutas de tamaño medianos, color medio de madurez y calidad media, y para selección de terceras se tienen en cuenta frutas de tamaño pequeño, color alto de madurez y calidad no propia para consumo en fresco.

La selección se hace de manera manual por los cultivadores de Asocampoalegre, también existe la selección mecánica. El criterio para escoger las primeras es tamaño, color y apariencia, en cuanto al tamaño se establece como grande, mediano, pequeño y muy pequeño. Para el color se observa el grado de maduración, y puede ser completamente madura con pigmentación amarilla en limón y naranja y rosa claro en mandarina y naranja, $\frac{3}{4}$ de maduración y $\frac{1}{2}$ de maduración. En la Figura 5.5 se presenta el área de selección (mesa inclinada, separación de frutos citrus).



FIGURA 5.5 ÁREA DE SELECCIÓN

La fruta de primeras tiene tamaño normal (grande), el color con una condición de madurez verde oscuro, verde blanco o verde amarillo y calidad con apariencia de una cáscara sin imperfecciones por manejo de cosecha o por plagas, con menos del 5% de daños. La fruta de segundas, tiene el tamaño mediano, el color y apariencia no deseados. Y la fruta de terceras, tiene tamaño pequeño (cóngolo o huevito), el color con maduración completa y la apariencia con leves daños por cosecha o algunas manchas incipientes por enfermedad o malformación del fruto.

Para las frutas cítricas escogidas como primeras, se les hace lavado con detergente y encerado con fungicida/citosol. Las segundas y terceras no tienen lavado. En la Figura 5.6 se muestra la selección de primeras (óptimas).



FIGURA 5.6 SELECCIÓN DE FRUTAS DE PRIMERA (MANDARINA, NARANJA Y LIMÓN)

- Posibles contaminaciones en selección:

Enfermedades como la fumagina originada por ataque de insectos ortézia de los cítricos *P praelonga* (familia *Ortheziidae*), los cuales secretan sustancia azucaradas que generan el hongo y una vez se desarrolla forman una película de color negro. Y el insecto el piojo blanco de los cítricos, *Unaspis citri* (familia *Diaspididae*) que causan escamas. En la Figura 5.7 se observa la fumagina en cítricos.



FIGURA 5.7 ENFERMEDAD FUMAGINA EN CÍTRICOS

- Lavado

La etapa de lavado consiste en retirar de las frutas citrus cualquier elemento que lo pueda afectar, se utiliza normalmente agua potable y detergente en una tina y se seca al ambiente, por ejemplo, la fruta al caer se impregna de barro y humedad en la tierra cuando ha llovido, y se podría quemar sino se somete a lavado. En caso de que la fruta tenga una mancha negra (fumagina), en el lavado se usa jabón neutro disuelto en el agua, y se enjuaga, debido a que es una costra de una enfermedad causada por un insecto, el cual deja residuos de excrementos en la fruta y atrae a la hormiga, también se hace el lavado para quitar residuos químicos u orgánicos. Cuando no se hace el lavado se corre el riesgo de pérdidas por que la fruta se quema y no es aceptada por el cliente. Sin embargo, en caso de que no haya llovido y que la fruta esté sana en algunas ocasiones se puede excluir esta etapa, o puede estar condicionada a los requisitos del cliente. El lavado de frutas por inmersión con detergente se observa en la Figura 5.8.



FIGURA 5.8 LAVADO DE FRUTAS CITRUS

- Encerado

El encerado se realiza para cerrar los poros de la epidermis de la fruta, reducir alteraciones por manipulación, y lograr apariencia de brillo natural en la cubierta del fruto, cuando se ha sometido a lavado con detergente, también se favorece la fijación de fungicidas y la vida útil del fruto, las ceras pueden ser de origen natural o sintéticas, y está aceptado su uso en muchos países con el requisito

de permitir el adecuado intercambio gaseoso del fruto con su entorno. Además, cumplir con el espesor y uniformidad de la capa de cera (Carvalho et al., 2012). En la comunidad de estudio el encerado se aplica manualmente, sobre una mesa de selección se coloca una espuma de espesor de 5 cm, se usan guantes para aplicar cera sobre la fruta y se frota con las manos sobre la espuma, la cera se usa diluida en agua, y se deja secar al ambiente. En la zona de estudio ubicada en el centro del Valle del Cauca, se favorece el secado debido a que la humedad relativa es baja (60%-70%), y se puede usar la cera diluida.

Se ha observado en algunos cítricos pérdida de peso con el encerado. En Colombia son necesarios más estudios sobre ceras y recubrimientos en función de la especie, el cultivar, el índice de madurez, la localidad y el almacenamiento, para conseguir una mejor manipulación y calidad de producto (Carvalho et al., 2012). En la Figura 5.9 se observa la aplicación de cera en frutas cítricas.



FIGURA 5.9 ENCERADO FRUTAS CITRUS

- Peso frutas

Se realiza el pesaje en una balanza, se admite una tolerancia total del 5 %, en peso para frutos cítricos de primera, y el 10% para segundas, el total de productos afectados de descomposición por contaminación no podrá sobrepasar un 1% y el 10% para terceras, el total de productos afectados de descomposición por contaminación no podrá sobrepasar un 2%. En la Figura 5.10 se muestra el pesaje de frutas cítricas.



FIGURA 5.10 PESAJE DE FRUTAS CITRUS

- Empacado

En la etapa de empacado, se utiliza canastillas plásticas para las frutas citrus mandarina, limón y naranja, y dependiendo del cliente, se utilizan los diferentes empaques de acuerdo a los requisitos solicitados, por ejemplo: Para supermercados y tiendas de frutas se entrega en canastilla plástica y en bandejas (Icopor), para las frutas seleccionadas como primeras (óptimas) y en malla para las frutas seleccionadas como segundas. Para la plaza de mercado se empacan en costales de fibra el limón y la naranja seleccionados como primeras, en canastilla para comercializar en granel y en malla las frutas seleccionadas como segundas y terceras.

- Posibles contaminaciones en empacado:

Se pueden desarrollar hongos en el fruto citrus, como la *Botrytis cinerea* (hongo patógeno), que puede brotar en frutos empacados y almacenados en condiciones de conservación inadecuada, (ausencia de ventilación y alta humedad). La cubierta se torna color marrón, con presencia de olor y descomposición, puede aparecer cuando ha habido golpes o malas prácticas de manipulación en postcosecha. La Figura 5.11 muestra el hongo patógeno en mandarina.



FIGURA 5.11 HONGO PATÓGENO (LA BOTRYTIS CINEREA) EN MANDARINA

- Almacenamiento

El sistema de almacenamiento más natural es dejar el fruto en el árbol hasta que se pueda cosechar, los sitios deben presentar una buena ventilación natural, para esto debe haber suficiente espacio para que el aire pueda llegar hasta el fruto y remover el calor., esta práctica va a reducir el espacio de almacenamiento.

Al bajar la temperatura, se disminuye el deterioro de la fruta en el almacenamiento, retardando la maduración y controlando la deshidratación.

El techo es la parte más importante de toda la estructura ya que debe proteger al producto de las lluvias y del calor radiante. Debe tener una caída tal que permita evacuar el agua de lluvia con facilidad y sus dimensiones deben exceder a las de la estructura de manera tal que forme aleros que proporcionen sombra a las paredes además de alejar la caída del agua (Chacón, 2020). La Figura 5.12 presenta el almacenamiento de frutos citrus.



FIGURA 5.12 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO FRUTOS CITRUS

- Posibles contaminaciones en almacenamiento:

Penicillium digitatum (moho verde) y *Penicillium Italicum* (moho azul), son enfermedades que producen descomposición en la corteza por ablandamiento de la lignina, se desarrolla al interior del fruto cuando hay alguna lesión, en ciertas condiciones de humedad y temperatura. En la Figura 5.13 se muestra la presencia de moho azul en mandarina.



FIGURA 5.13 MOHO AZUL *PENICILLIUM ITALICUM* EN MANDARINA

- Comercialización

La comercialización tiene variaciones de acuerdo al cliente y sus requisitos, así, por ejemplo, para supermercados y Fruver se reciben primeras y segundas, con una diferencia en el valor, también depende del uso previsto, en el caso de las primeras y las segundas puede ser consumo en fresco y jugos, y para las terceras el uso es exclusivamente para pulpa de frutas.

Dentro de la comunidad de Asocampoalegre hay pocos comercializadores, en el muestreo se incluyeron tres comercializadores. La mayoría son cultivadores que entregan el fruto recolectado en canastilla plástica o en costal de fibra. En la Figura 5.14 se observa a los comercializadores de la comunidad de Asocampoalegre, algunos cuentan con sus propios vehículos de transporte.



FIGURA 5.14 COMERCIALIZADORES DE LA COMUNIDAD ASOCAMPOALEGRE

Los principales sistemas de comercialización de la asociación Asocampoalegre son:

- a- Intermediario minorista: persona que paga el producto al más bajo precio para vender a otro
- b- Intermediario de plaza: persona que compra el producto al productor o al intermediario minorista y lo vende en las plazas de mercado como CAVASA, Santa Elena, galería de Tuluá, Medellín, Bogotá y Cartagena.
- c- Intermediario de Fruver: es la persona que compra al productor o a intermediario minorista y vende al consumidor final en el Fruver.
- d- Intermediario de supermercado: compra el producto a intermediarios o productores los cuales deben de cumplir con requerimientos de lavado, selección, encerado y enmallado; siendo los que mejor pagan el producto por su calidad y venden al consumidor final a un alto precio.
- e- Mercado campesino: por sus bajos volúmenes de demanda no es recomendable para sacar toda la producción de la región. El 22.22% de los productores se encargan del transporte de los productos hasta su cliente; para ello el 54.55% de los agricultores utilizan vehículo propio, el 40.91% utiliza un medio de transporte contratado y el 4.55% utiliza un medio de transporte público.
- f- Las pérdidas de las frutas en la asociación no son aprovechables para realizar algún tipo de procesamiento para generar valor agregado. Sin embargo, estos residuos se utilizan para producir compost que posteriormente emplean los agricultores para sus cultivos (Chacón, 2020).

La Tabla 5.1 muestra la fisiología de frutas citrus.

TABLA 5.1 FISIOLÓGÍA FRUTAS CITRUS

FISIOLOGÍA FRUTAS CITRUS	
Tasa de respiración	(mg CO ₂ /kg/h) 5 a 10
Tipo de madurez	No climatéricas
Índice mínimo de madurez	Cocientes sólidos solubles/acidez titulable de 8.0 y un color en 25 % de la superficie de la fruta
Producción de etileno	Menor de 0.1 muy baja

Fuente: Navarro (2012)

5.2 Caracterización de la tipología de los empaques utilizados en los productos frutales citrus

5.2.1 Tipos de materiales de empaque

Los diferentes tipos de empaques, se asocian a las condiciones ambientales de almacenamiento, en términos de los factores de contaminación, el uso previsto de la fruta, el grado de sensibilidad al deterioro, así como al tipo de fruta.

El empaque cumple una función definida como es contener, proteger para el productor e informar y atraer para el consumidor, siendo de especial interés tener en cuenta su diseño, el tipo de material y su funcionalidad, y lo que se espera sea incorporado su sostenibilidad para su eficiencia en términos económicos, sociales y ambientales (Navia et al., 2014).

El empaque sustentable no solo se puede visualizar en diseños de embalaje para beneficiar al medio ambiente y obtener ganancias económicas, debe estar incluido la consideración de que sea socialmente responsable, lo cual más que un objetivo es una prioridad. Aunque el consumidor no alcanza a tener una percepción real de este enfoque, el productor tampoco lo tiene en cuenta para su proceso de empaque y almacenamiento, solo sigue la directriz de su cliente de acuerdo al tipo de comercialización, sin embargo, tiene en cuenta el componente económico, aunque desconoce efecto al ambiente de los residuos de empaques que genera, y por ende no alcanza a percibir que pueda afectar a una comunidad, es decir, hay una interacción de un enfoque económico, ambiental y social.

Por tanto, en el enfoque económico, se dan variaciones de precios, entre alto, mediano y bajo, en la postcosecha, situación que también depende de la planeación de la cosecha, de tal manera que es alto en verano y bajo en invierno, tan obvio como que en verano se consume más fruta que en invierno. Es así como, se establece un plan de siembra para lograr que la máxima producción de los árboles se de en tiempo seco y la mínima en tiempo lluvioso, para disminuir las pérdidas económicas,

y se puede disminuir el tiempo de almacenamiento, favoreciendo que el empaque esté en el menor tiempo posible de interacción con la fruta.

También, hay afectaciones por condiciones ambientales, se ha establecido que en Colombia los periodos de lluvias se dan en el primer semestre agrícola entre marzo, abril y mayo, y en segundo semestre agrícola entre septiembre, octubre y noviembre, y es en este periodo cuando se siembra. Y los periodos secos del primer semestre en diciembre, enero y febrero, y en segundo semestre entre junio, julio y agosto, que es cuando se hace la cosecha, aunque en el valle del cauca es citrus es cálido durante todo el año (CVC, 2019).

En caso de tener árboles de baja producción por afectación o por cumplir su ciclo de vida, se hace la resiembra, y se ubica el nuevo árbol muy cerca y por la línea de riego, y así evitar el máximo impacto ambiental, y en cuanto a los residuos generados en postcosecha, no hay claridad para el agricultor si realmente es viable el reciclaje de empaques y el compostaje de las frutas rechazadas, no obstante, un cultivador de la comunidad de la Asociación tiene establecido dentro de su proceso una unidad de compostaje para frutas de tercera que se descartan, aprovechándolas como abonos, de esta manera se puede recuperar y re acondicionar las frutas citrus de tercera, una vez ya no tengan uso previsto, sin embargo , más que un ingreso adicional, representa una reducción de desperdicios orgánicos y de adquisición de abonos químicos, reemplazándolos por abonos orgánicos, como resultados en cuanto a sostenibilidad.

El uso de compost como aporte de alto contenido de materia orgánica tiene la ventaja de tener nutrientes disponibles, pero también de lenta liberación, lo cual es importante para la nutrición de frutales.

En la Figura 5.15 se muestra el sistema de compostaje de la Granja la Fortuna en el oriente de la zona de estudio.



FIGURA 5.15 COMPOSTAJE GRANJA LA FORTUNA EN EL ORIENTE DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para el enfoque social, se entendería considerar que el diseño de empaque más utilizado y rentable, no genere impacto negativo al ambiente, y pueda tener la menor contaminación del empaque en sus componentes, tales como tipos de materiales y sus fuentes (aditivos, barnices, tintas, adhesivos

entre otros componentes, igualmente en su uso previsto para no afectar al consumidor, de manera que su disposición final sea segura y en lo posible sujeto a re uso, reciclaje y reducción. Es una esperanza que crea oportunidades.

Los empaques permiten reducción y prevención de pérdidas por daños en el transporte, contaminación, por su resistencia garantiza el apilamiento en almacenamiento adecuado, limpieza y desinfección apropiados por el tipo de material (Cervera, 2003).

La tendencia mundial en la industria de los empaques sugiere tener en cuenta el cuidado del ecosistema, esto es visible a la luz de las regulaciones ambientales, y surge el concepto de uso de materiales renovables en la fabricación de empaques, reduciendo el impacto de uso de recursos no renovables, así se genera el reciclaje biológico. Sin embargo, con el uso del plástico, solo se puede apuntar a una reducción, reuso y reciclaje de residuos (Gómez, 2010).

Al reutilizar empaques, se prolonga la vida útil de materiales e insumos, importante como estrategia dentro de la economía circular, además de propender por el ahorro de energía utilizada en la fabricación, aportando a disminuir el correspondiente impacto ambiental.

Una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, incluye un ecodiseño para reelaborar, renovar y reciclar, igualmente, minimizar el daño causado a sistemas y áreas que afectan a la población, tales como alimentos, movilidad, casas, educación, sanidad o entretenimiento, y gestionar externalidades tales como la contaminación del aire, el agua, la tierra, el ruido y las emisiones de sustancias tóxicas (Cerdá y Khalilova, 2016).

La contribución de la Asociación se puede enfocar en minimizar y optimizar las materias primas utilizadas en la producción de frutales, como sustancias químicas, empaques, consumo de agua y energía, igualmente disminuir las pérdidas de frutales por contaminación y de residuos ordinarios.

- Los empaques tradicionales utilizados son:
 - La hoja de biao, canasto y costal de fibra natural (fique), son tipos de empaques de elaboración artesanal, caracterizados por su procedencia ecológica, los cuales se utilizaban porque eran abundantes en la zona de estudio, sin embargo, el mayor inconveniente para su uso radicaba en las averías que presentaban las frutas empacadas, igualmente el proceso de reducción de las fincas diversificadas ocasionó la desaparición de estos materiales. EL costal de fique, es biodegradable porque al descomponerse se emplea como alimento y abono; además, no contamina el agua y permite hacer producción limpia fue el empaque más utilizado para frutas y demás productos agropecuarios, sin embargo, desaparece en la década de los sesenta, y se reemplaza por costal de fibra sintética y por el plástico como un empaque de mayor durabilidad y menor costo. En la Figura 5.16 se presenta los tipos de empaques tradicionales.



FIGURA 5.16 EMPAQUES HOJA DE BIAO, CANASTO Y COSTAL DE FIBRA NATURAL

- La caja de madera es un tipo de empaque proveniente de la madera de árboles como el pisamo y chambul (*Erythrina fusca*). En Colombia, las cajas fabricadas con madera se llaman comúnmente Huacales. La Figura 5.17 muestra el empaque caja de madera.



FIGURA 5.17 EMPAQUE CAJA DE MADERA

- Los empaques actuales utilizados son:
 - La canastilla plástica rígida actualmente se usa para el embalaje de la fruta, este tipo de empaque permitió llegar al consumidor final con una fruta mejor presentada y sin las averías que ocasionaron grandes pérdidas al pequeño productor. Las canastillas plásticas se utilizan con frecuencia por tener un fácil agarre, por ser resistentes a impactos, un material liviano y de gran duración, además fácil de lavar, su diseño con perforaciones permite ventilación de los frutos almacenados al momento de apilarlas. La Figura 5.18 muestra el empaque canastilla plástica.



FIGURA 5.18 EMPAQUE CANASTILLA PLÁSTICA RÍGIDA

- La malla de colores que tiene la ventaja de permitir el paso de las corrientes de aire, se usa frecuentemente para empaques de cítricos por parte de clientes de cadena de supermercados, ofrece un costo bajo de empaque y normalmente se usa en promoción de frutas en exhibiciones atractivas para estimular la compra. La Figura 5.19 presenta el empaque malla plástica.



FIGURA 5.19 EMPAQUE MALLA PLÁSTICA EN COLORES

5.2.2 Ventajas y desventajas de los tipos de materiales

Existen diversos diseños de empaques utilizados para contener frutas, y se están desarrollando mucho más, que incluyen procesos de innovación de tamaños y materiales para satisfacer las necesidades de la cadena productiva, pero también para cumplir con regulaciones de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. En la Tabla 5.2 se muestran las ventajas y desventajas de los tipos de empaques.

TABLA 5.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE EMPAQUES

TIPOS DE EMPAQUES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cartón	Es reciclables, protege de daños mecánicos, y de condiciones ambientales externas como temperatura y humedad, y están regulados respecto a su composición.	Poca resistencia por el tipo de material Fácilmente inflamable.
Costal de fibra	Puede ser reusado en el empaque, teniendo en cuenta la limpieza y el buen estado. Los residuos de su descomposición de fibras se aprovechan como materia prima para producción de jabones, artesanías y aislantes, entre otros (Echeverry, Franco, González, 2015), Resistente al almacenamiento y permeable al aire.	Hay etapas del proceso como el lavado que puede generar tóxicos a fuentes de agua, así que artesanalmente no se podría hacer este proceso en ríos.
Caja de madera	Presenta diversidad en grados de adaptabilidad y firmeza, además de ser un recurso renovable.	El uso de la caja de madera generaba un impacto negativo para la flora regional, las medidas restrictivas por parte de la CVC ocasionaron su desuso (CVC, 2019b), no están disponibles en tamaños estándar y por lo general no se desechan después de su uso y tampoco se tiene en cuenta su desinfección e inmunización después de su uso frecuente, el uso de un tamaño único de caja de madera podría reducir considerablemente el almacenamiento e inventariado, conjuntamente con los costos de eliminación y reparación por inmunización de estos empaques. (Superservicios, 2019). por sus características higroscópicas, al adquirir humedad (líquidos, vapor o difusión molecular), se generan hongos, que pueden contaminar la fruta, también puede alojar termitas, hormigas y hongos, que pueden degradar su estructura. También puede alojar termitas, hormigas y hongos, que pueden degradar su estructura. Por otra parte, el exceso de exposición al sol produce agrietamiento, aunque el calentamiento es muy lento por ser poco conductor, la tonalidad se modifica a color grisáceo y con poco brillo.
Malla	Permite ventilación para el intercambio de gases y de calor, y se puede inspeccionar la fruta.	No ofrecen protección a la luz o a factores de contaminantes, no se apilan bien las frutas y no ocupan eficientemente los espacios en caso de apilar alto No se deforma por el roce o golpe en su manipulación
Canastilla plástica rígida	La canastilla plástica rígida normalmente es reutilizable y se emplea en el sector agrícola tanto para almacenamiento, distribución y transporte de frutas, es adaptable para este tipo de actividades Estas canastas protegen los productos de factores externos, como partículas y/o humedad, se puede llevar mercancía pesada, se pueden apilar, es decir colocar una encima de la otra sin que la primera canastilla pierda su resistencia.	No resiste altas temperaturas, puede generar talladuras con las paredes de la canastilla.

Fuente: Construcción propia

Las hojas de biao, canastos y cajas de madera, prácticamente no se usan en la Asociación para empaque en postcosecha, fueron reemplazados por el costal de fique, canastilla de plástico, malla para entrega a galería, supermercado y distribuidor local.

La fibra natural o fique es producido por un sector de pequeños cultivadores, con altibajos en la producción y poco apoyo gubernamental para el productor, al ser reemplazados por materiales sintéticos de bajo costo.

Hay una gama de variedades de canastillas plásticas algunas tienen fondo y paredes perforadas, o fondo y paredes lisas sin perforación, o solo paredes perforadas, facilitando acoplarse a las necesidades del cliente.

5.2.3 Vida útil de los tipos de materiales

El tipo de respiración de los cítricos es baja, aproximadamente el ritmo de respiración es de 5 a 10 mg CO₂/kg/hora, y son no climatéricos, porque en la maduración no tienen la capacidad de sintetizar el etileno, es decir, no hay cambios en la intensidad respiratoria, lo que determina frutos poco perecederos, en teoría el periodo de vida útil es de 4 a 8 semanas.

- Costal de fibra

Dado que el costal de fibra evita la generación de humedad y por tanto la proliferación de contaminación biológica, puede tener una vida útil que comienza entre 3 a 6 años, y su uso aproximado es un año, con re usos de hasta cinco veces.

- Madera

La madera presenta resistencia mecánica al peso, a la fragilidad y al impacto y usualmente tiene una durabilidad prolongada, dependiendo de que se realice fumigación de acuerdo a la normatividad NIMF N.º 15, exigida a partir del 2005. Para que la vida útil de la madera no disminuya debido a las deformaciones, se sugiere evitar que el contenido de humedad cambie desigualmente, debe alcanzar el contenido de humedad en equilibrio (Triana, Gonzales, Paspur, 2008).

- Malla

La malla tiene una vida útil imprecisa, el fabricante determina una vida útil de 4 años, ya que puede ser reparado, reutilizado y reciclado, en nuevos empaques, porque contiene componentes que le permiten esta recuperación al final de su vida útil (Guevara, 2012).

- Canastilla plástica

La vida útil de una canastilla nueva según el fabricante puede ser de hasta 3 años y si la canastilla es fabricada con material reciclado tiene una vida útil de un año menos (Bohórquez y Carreño, 2014), esta característica depende de su peso y de las actividades propias del post consumo, para garantizar que se conserven sus propiedades físicas

5.2.4 Uso previsto de los tipos de materiales

- Fibra

Las fibras naturales se usan en la industria automotriz, manufactura y empaques (sacos de fibra de fique), y en general en proyectos que sean objeto de solicitud de licencias ambientales debido a que son fibras biodegradables, y están reguladas bajo la Resolución 1083 del 4 de octubre de 1996 de Minambiente y la Resolución 00336 del 30 de agosto del 2004, que establece requisitos técnicos e higiénicos (Cadefique, 2006).

La fibra sintética se usa normalmente para relleno de colchones, algunos subproductos de la fibra corta se pueden utilizar en recuperación de suelo que han sido afectados por contaminación, por ejemplo, en tramos de oleoductos, esto permite una revegetalización. Para envases de alimentos y pueden ser reutilizables

- Madera

De acuerdo a las propiedades mecánicas de la madera, se ha determinado como los usos más apropiados los muebles, herramientas, estructuras, pisos, vigas y madera para embalaje, de acuerdo a los usos finales (López y Cárdenas, 2002).

- Malla

Compuesta de resinas sintéticas extruidas o tejida, usadas para transporte y almacenamiento de alimentos como frutas y verduras, limón, mandarina, naranja, tomates etc., ocasionalmente para empacar juguetes. Su presentación es en colores y es muy llamativa, esto permite facilitar e incentivar la compra.

- Canastilla plástica

Utilizadas para almacenamiento y transporte de frutas, verduras y cárnicos, u otro tipo de mercancías. La canastilla plástica debe cumplir con la NTC-5422:2007, para uso prevista en empaque de frutas, tubérculos y hortalizas.

5.2.5 Fuente del material

- Fibra

La estructura física de la fibra natural está compuesta por 4% de fibra para la industria de empaques y textil, 40% de zumos usados para extraer esteroides, 3% de estopa usados para pulpa de papel y 10% de bagazo usado para abono y construcciones. La hoja de fique está compuesta por 73,8% de celulosa, 11,3% de lignina, 10,5% de pentosanos, 1,9% resinas, ceras y grasas, y 0,7% de cenizas, en total corresponde a una composición química del 98,2 % de la fibra extraída del fique (Cadefique, 2006). Esta fibra es el componente de la pared celular, conformado por fibrillas superpuestas que forman los filamentos de la hoja de fique. La fibra natural se llama cabuya y tiene diferentes tamaños y contenidos de humedad, puede ser fina, ordinaria o corta.

- Madera

Es un material natural, compuesta de celulosa, un polisacárido vegetal, resinas, ceras y grasas, 25% de polímeros naturales como la lignina, 25% hemicelulosa. Básicamente 50% Carbono, 42% Oxígeno, 6% hidrógeno y 2% nitrógeno (Triana et al., 2008). Existen maderas clasificadas de acuerdo a sus propiedades como: blandas, duras, resinosas, finas y prefabricadas

- Malla

Se usa frecuentemente hilos de polipropileno, de algodón o hebras torcidas de papel procesado, puede ser tejida o sellada al vapor (Honorio, 2017).

- Canastilla plástica

Compuesta por polietileno virgen de alta densidad (PEAD) o con polietileno reciclado (PE) mas 20% de PEAD Virgen (0.94-0.96 g/cm³), para lograr buena resistencia mecánica se fabrican mediante extrusión, con posterior enfriamiento, pueden contener componentes como ácido poliláctico de maíz o celulósicos de linters de algodón (Garraín et al., 2008).

Se caracteriza por la permeabilidad que depende de la composición de la membrana, en cuanto a moléculas que la conforman (polímeros carbono e hidrógeno), la red cristalina que posean (material que forma cristales), donde hay acomodación de enlaces que dan un mayor barrero y las zonas amorfas (no tienen una forma definida), son micro estructura cristalina con espacios huecos por donde los permeables pasan. Los valores especificados de permeabilidad para polietileno de densidad alta y baja, corresponden a la cantidad de oxígeno por unidad de área en 24 horas, a una atmósfera de presión (Selke, 1997).

Para construir una tipología de las clases de empaques utilizados en sus productos frutales citrus, se cuenta con la población objetivo que son los consumidores, cultivadores y comercializadores, y con la participación de esta población muestreada que hace parte de la Asociación, se plantea un proceso de encuestas y reuniones grupales con un enfoque exploratorio cualitativo, teniendo en cuenta la determinación de la estructura de los insumos, la ficha de sondeo participativo y la cartografía social.

Inicialmente, se realiza una actividad de socialización del proyecto con los miembros de la junta directiva de Asocampoalegre, y se proyecta realizar la aplicación del sondeo participativo a los agricultores que viven en la parcela, los agricultores que no viven en la finca, comercializadores que también son agricultores; y que son más tecnificados.

Para el análisis de amenazas en la interacción material de empaque y frutas empacadas, se va a utilizar un diseño cualitativo y un diseño cuantitativo. El diseño cualitativo es un sondeo participativo semiestructurado con guía de tema y el cuantitativo es un Diseño experimental (Montgomery, 2005), se diseña el sondeo participativo teniendo en cuenta el objetivo de caracterizar los tipos de empaques y sus modos de uso, también incluye la descripción de los tipos de empaques. La población muestral corresponde a la comunidad de Asocampoalegre, seleccionados de manera aleatoria y teniendo en cuenta la estratificación correspondiente a tres corregimientos y cinco veredas.

5.3 Tipos de frutas citrus

5.3.1 Tipos de frutas empacadas

Los grupos de cítricos abordados en el presente trabajo son: Naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus aurantifolia*) y mandarina (*Citrus reticulata*). La naranja valencia tiene la mayor demanda dentro de los grupos de cítricos, en la región tropical el periodo entre floración y fruto maduro puede tomar de 8 a 9 meses, dependiendo de las condiciones ambientales como precipitaciones y temperaturas (Carvalho et al., 2012), se utilizan injertos en semilleros para disminuir la etapa joven de las plantas que podría ser de hasta 7 años, y acelerar la etapa productiva.

Se hace monitoreo permanente sobre los frutos cítricos mediante el manejo integrado de plagas primarias y otras, propio de regiones tropicales, tales como los ácaros (*Phyllocoptruta oleivora*, Eriophyidae), Picudo de los cítricos *Compases sp* (Coleoptera: Curculionidae), Escamas o cochinillas (*Lepidosaphes beckii*), que aparecen en verano por las altas temperaturas y humedad relativa baja, ocasionan cambio de coloración y rugosidad en el fruto cítrico infestado.

Entre las enfermedades más comunes de los grupos cítricos están: Tristeza de los cítricos o CTV, que ocasionan frutos pequeños, Leprosis, producida por un virus tipo baciliforme (ácaro *Brevipalpus phoenicis*), que ocasiona caída de frutos, Antracnosis (*Collectotrichum gloesporioides*), en frutos produce lesiones de color café oscuro.

El estado óptimo de madurez que presenta el fruto durante la cosecha, es determinante de su grado de sensibilidad al deterioro, apariencia y vida útil, sin embargo, esto se asocia a la madurez de consumo para decidir la cosecha del fruto, por tanto, para el grupo de cítricos esta madurez se da entre el último tercio crecimiento y las primeras etapas de la senescencia, son frutos no climatéricos, se debe tener en cuenta que después de la recolección, las estructuras vivas siguen desarrollando procesos metabólicos como: transpiración, respiración aeróbica para degradar sacarosa a glucosa o anaeróbica fermentativa a acetaldehído y etanol, y producción de etileno (Pérez y Jiménez, 2009).

El tamaño del fruto depende de factores externos, como el grado de dióxido de carbono de la atmósfera, e internos como el número de hojas que proporcionen metabolitos.

En la operación de postcosecha el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta depende de condiciones ambientales que afectan el contenido de ácido ascórbico y azúcares, afectando el tamaño y contenido de jugos, una mayor firmeza del fruto se favorece con el alto contenido de calcio y bajo contenido de nitrógeno. Algunos aditivos como cera y resinas aplicados al fruto cítrico ayudan a reducir a la deshidratación (Morales y Robayo, 2015).

El grado de madurez depende de la variedad del cítrico, se observa por tamaño, color, peso y sabor del fruto, se calcula teniendo en cuenta la temperatura y humedad relativa, y de acuerdo al tipo de fruto cítrico (Duran y Villa, 2017). El índice de madurez es la relación entre el extracto seco y la acidez, el extracto se mide con un refractómetro y la acidez con una titulación ácido-base.

Las bodegas de empaque generan beneficios como extensión de la vida útil del producto: proporcionan un lugar apropiado donde los preparativos del mercado se pueden realizar adecuadamente. Se debe asegurar el manejo adecuado de los productos después de la cosecha, minimizando así el desarrollo de enfermedades, reduciendo el daño mecánico y desacelerando la tasa de maduración y deterioro (Chacón, 2020). Debido a las condiciones del citrus tropical, la cosecha se reparte durante el todo el año y es necesario hacer almacenamiento en condiciones apropiadas (Duran y Villa, 2017).

En la Tabla 5.3 se muestra la taxonomía de los citrus.

TABLA 5.3 TAXONOMÍA DE LOS CITRUS

Morfología de los citrus:	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	<i>Rutaceae.</i>
Género	Citrus

Fuente: Navarro (2012)

La especie es el *Citrus sinensis* L, la raíz es de hasta 1,5 m, hojas coriáceas (duras y flexibles) elípticas y de limbo grande, flores blancas, medinas y hermafroditas, con 5 pétalos más grandes que alternan con 5 sépalos. El fruto está conformado por exocarpo (flavedo), mesocarpo blanco (albedo) y endocarpo (pulpa).

La naranja se consume en fresco y en zumos, la variedad de mayor cultivo en la zona de estudio es la Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck), según la norma NTC 4086:1997, la naranja valencia óptima está clasificada por color, volumen y peso de jugo, tipo de cáscara, tipo de semilla, sólidos totales, y acidez

titulable, el rango establecido de peso es de 64,6 a 365 g, el rango de diámetro es de 53,5 a 93,0 mm, el contenido del jugo es el 50 % del peso de la naranja, el pH aumenta con el grado de madurez. La Asociación Asocampoalegre tiene documentada las fichas técnicas de los frutos cítricos, para la naranja, el color de la cáscara es verde Amarillo Anaranjado y pulpa amarilla, el peso entre 200 y 300 g, es de forma elipsoide, longitud de 70 a 80 mm de largo y diámetro de 80 a 85 mm, sabor ligeramente ácido con buen sabor dulce, cantidad de semillas por fruta, volumen de jugo 110 ml, peso del jugo 125 a 150 g, humedad relativa de almacenamiento de 85% a 90%, contenido de vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, B12, Colina, Folato, Ácido Fólico, Vitamina A, Vitamina D, Vitamina K1, Retinol y luteína entre otros, el periodo de maduración desde la florescencia al llenado y maduración total del fruto, puede ser de hasta 90 días.

El tipo de empaque utilizado actualmente es canastilla plástica (60 cm de largo x 40 cm de ancho x 23 cm de hondo) contiene 20 kg de fruta, costal de fibra de polipropileno (68 cm de ancho x 88 cm de largo) contiene 50 kg de fruta y malla plástica de color verde tejida, contiene entre 500 gr a 1500 gr de fruta.

En la Figura 5.20 se muestra la Naranja: Especie: *Citrus sinensis* L. y en la Figura 5.21 el grado de madurez.



FIGURA 5.20 NARANJA (*CITRUS SINENSIS* L.)

Fuente: ficha técnica naranja, Asocampoalegre, código ft-01, versión 001, julio 2020

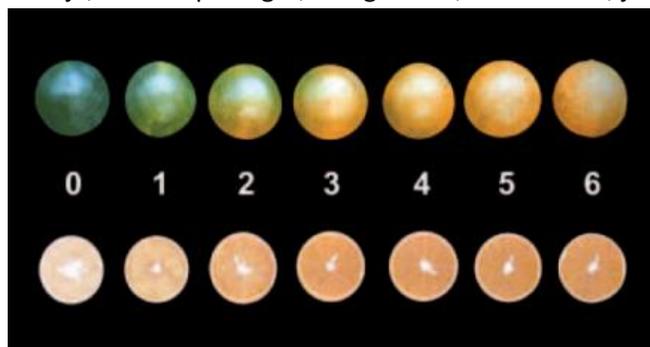


FIGURA 5.21 GRADO DE MADUREZ DE LA NARANJA

Fuente: Norma NTC 4086:1997 Colores según grado de madurez naranja.

- Mandarina

La especie es el *Citrus reticulata*, C. Unshiu, C, reshni (clementinas, satsumas y comunes), es un árbol espinoso de 2 a 6 m de altura, y fácilmente adaptable, hoja oblongoovales, elípticas o lanceoladas, con la base y el ápice obtusos, expelen fragancia al triturarse, flores pentámeras, blancas de 1,5-2,5 cm de diámetro el fruto es más sensible a afectarse en su desarrollo por bajas temperaturas, tamaño de 4-7 cm de longitud y 5-8 cm de diámetro, de forma loboso y en su base es deprimida, color amarillo verdoso y rojo anaranjado cuando alcanza su madurez, cáscara delgada que se retira fácilmente de la pulpa, la pulpa contiene de 10 a 12 gajos, dependiendo de la variedad del fruto puede tener semillas, es fuente de vitamina C y fibra, se consume en fresco, zumos, conservas y postres (Mateus y Orduz, 2015).

La Asociación Asocampoalegre tiene documentada las fichas técnicas de los frutos cítricos, para la mandarina, presenta color verde amarillado y anaranjado, el peso varía entre 200, 220 y 240 g, la forma es globosa achatada, longitud de 55 a 60 mm, diámetro de 70 a 90 mm, sabor ligeramente ácido con buen sabor dulce, ausencia de semillas en algunas variedades, en otras puede tener hasta 12 unidades de semillas, volumen del jugo 80 ml, peso del jugo 100-120 g, contenido de vitamina B1, B2, B3, B5, B6, B12, Colina, Folato, Ácido Fólico, Vitamina A, Vitamina D, Vitamina K1, Retinol y luteína entre otros. Igual que los otros cítricos, el periodo de maduración puede ser de hasta 90 días, desde la florescencia al llenado y hasta la maduración total del fruto, el tipo de empaque utilizado es:

- Canastilla Plástica (60 cm largo x 40 ancho x 23 hondo) contiene 20 kg.
- Guacales de madera (60 largo x 40 ancho x 30 hondo) contiene 30 kg.
- Cajas de madera (50 largo x 20 de ancho) contiene 15 kg.
- Mallas de colores Amarillo y naranja tejido, contiene de 500 g a 1500 g.

En la Figura 5.22 se muestra la mandarina (*Citrus reticulata*) y en la Figura 5.23 el grado de madurez.



FIGURA 5.22 MANDARINA (CITRUS RETICULATA)

Fuente: ficha técnica naranja, Asocampoalegre, código ft-01, versión 001, julio 2020

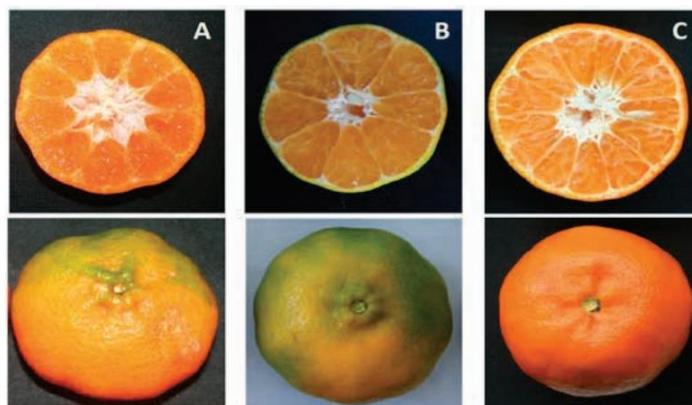


FIGURA 5.23 GRADO DE MADUREZ MANDARINA

Fuente: Madurez de consumo de mandarina después de floración A: Arrayana, B: Dancy y C: LL053 Villalba et al. (2014).

- Limón

La especie es el Citrus limón, se consumen en fresco, jugos, se pueden extraer esencias. El limón es una baya de cáscara gruesa de color verde, puede presentar manchas amarillas de un 30% de la cubierta, tiene cáscara gruesa que contiene glándulas oleosas, tiene ramas espinosas, hojas ovales, aserradas en los extremos, flores blancas, la corteza contiene aceites y esencias y a la pulpa es ácida, según la norma NTC4087:2021 el citrus ácido tiene un diámetro de 42 a 60 mm, longitud 52 mm a 64 mm, peso 60 a 110 gr, contenido de jugo 25%, 0,63% de pérdida de peso por día. Durante los tres primeros días hay proceso de maduración y después se dan transformaciones bioquímicas por la maduración, el limón se cosecha cuando esté en fruto verde, ya que tiene la propiedad de tener mayor tiempo de conservación, debido a la mayor cantidad de jugo ácido que lo componen.

La Asociación Asocampoalegre tiene documentada las fichas técnicas de los frutos cítricos, para la citrus ácida, citrus limón y citrus atifolia, contenido de vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, B12, Colina, Folato, Ácido Fólico, Vitamina A, Vitamina D, Vitamina K1, Retinol y luteína entre otros, se usa empaque en canastilla Plástica (60 cm de largo x 40 cm de ancho x 23 cm de fondo) contiene 20 kg, costal de fibra de polipropileno (68 cm de ancho x 88 cm de largo) contiene 50 kg y malla plástica de color verde tejida contiene 500 g a 1500 g, el fruto es color verde oscura y la pulpa es verde claro.

Para citrus limón (pajarito) tiene peso entre 40, 45 y 50 g longitud 40 a 45 mm de largo, diámetro de 38 a 40 mm, forma ovalada o redonda, sabor ácido, cantidad de semillas 7, jugo 15 ml.

Para citrus atifolia (Tahiti), tiene peso entre 80, 100, 130 g, longitud de 50 a 70 mm de largo, diámetro de 40 a 60 mm, forma ovalada o redonda, sabor ácido, no presenta semillas, jugo 45 ml.

En la Figura 5.24 se muestra el limón (Citrus limón) y en la Figura 5.25 el grado de madurez.



FIGURA 5.24 LIMÓN (CITRUS LIMÓN Y CITRUS ATIFOLIA)

Fuente: ficha técnica citrus limón
Asocampoalegre, código ft-01,
versión 001, julio 2020

Fuente: ficha técnica citrus atifolia
Asocampoalegre, código ft-01,
versión 001, julio 2020

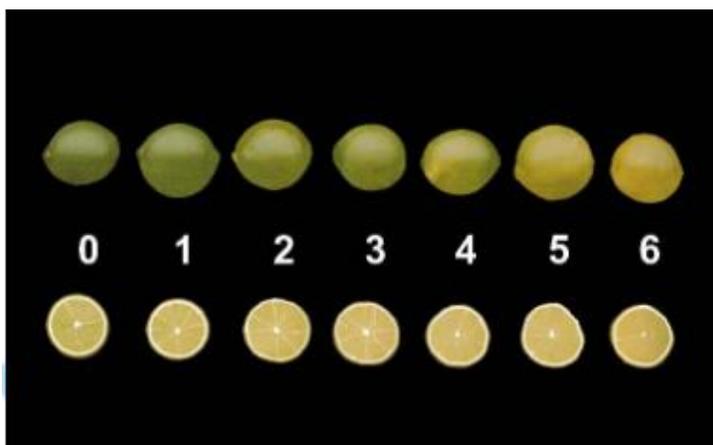


FIGURA 5.25 GRADO DE MADUREZ LIMÓN

Fuente: Norma NTC 4087:2021. Colores según grado de madurez citrus ácida Tahiti (*C. sinensis* Osbeck).

5.3.2 Tiempo de almacenamiento de las frutas

El almacenaje o vida útil del producto puede extenderse mediante la aplicación de diversos tratamientos en postcosecha, el más importante de éstos es el manejo de la temperatura, que involucra la cadena de frío mediante la cual la temperatura del producto es reducida lo más rápido posible inmediatamente después de la cosecha para estabilizar el producto, posteriormente éste es mantenido bajo estas condiciones hasta que llegue al consumidor. El almacenamiento en atmósferas controladas, atmósferas modificadas y aplicación del químico son técnicas usualmente utilizadas en combinación con temperaturas bajas, estas pueden extender la vida útil del producto, ayudar a mantener su calidad, fresca y a reducir las pérdidas postcosecha (Thompson, 1998).

El deterioro por enfermedades en las frutas aumenta con el tiempo de almacenamiento. Esto está relacionado con el proceso de senescencia durante el cual se incrementa la permeabilidad de las

membranas celulares y se produce una eventual desorganización total de la estructura del producto. Con la edad del producto también disminuye la capacidad de síntesis de sustancias fungistáticas naturales (fitoalexinas) que protegen a las frutas (Velázquez y Hevia, 2000).

Durante el almacenamiento se pueden presentar daños en las frutas, muchas veces por inadecuada recolección que se manifiesta después de la recepción y empaque de la fruta, como por ejemplo Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), ataques fúngicos y picaduras de insectos. Otros se pueden producir durante la limpieza de la fruta, como manchas negruzcas o pardeadas. Para mantener la resistencia de la fruta a la infección se debe: minimizar los daños mecánicos, el uso de intervalos apropiados de temperaturas y humedad relativa en el manejo de postcosecha, el uso de fungicidas de postcosecha y/o de antagonistas biológico y evitar la exposición al etileno (Velázquez y Hevia, 2000).

5.3.3 Ciclos de vida de las frutas

Una vez se realiza la cosecha, se llevan los frutos a la operación de postcosecha, en donde el espacio debe estar acondicionado con desinfección, además de los empaques y herramientas a utilizar. La periodicidad está determinada por el resultado de las inspecciones y el acondicionamiento del sitio con un plan integrado de control de plagas, para que se disminuya la posible contaminación, por ejemplo, con hongos, los cuales se desarrollan cuando hay golpes por caída o manipulación inadecuada. La vida útil de las frutas depende de la interacción con el medio ambiente, se puede alargar con ventilación, refrigeración y cubiertas o encerados, garantizando la conservación de las frutas una vez empacadas, disminuyendo las pérdidas de agua y el general el metabolismo.

Los ciclos de vida se pueden modificar de acuerdo a las necesidades definidas por el cliente en la comercialización, el color poco aceptado es el verde intenso, por lo que se someten a desverdización.

El tratamiento consiste en someter a la fruta a un flujo de etileno de 2 a 5 ppm en cámaras desverdizadoras, a una temperatura de 20 a 22 °C y 90 a 95 % de humedad relativa, con una velocidad del viento de 14 a 20 m/minuto. El contenido de CO₂ no debe exceder de 0.2 %. Es necesario evitar que los frutos permanezcan más tiempo del necesario en la cámara, porque el etileno acelera el envejecimiento y por lo tanto limita la vida comercial de los frutos (Velázquez y Hevia, 2000).

Factores durante la cosecha como: la temporada de la recolección, clima, tamaño del fruto, la posición del fruto en los árboles, influyen en el ciclo de vida de los frutos cítricos, dependiendo de la sensibilidad de la variedad de frutales citrus.

Inicialmente hay una Floración del árbol, pasa al cuajado cuando se convierte en fruto, En esta primera fase de la fructificación la corteza crece para proteger el fruto. Luego llega la fase de desarrollo aumentando de tamaño y finalmente llega la última fase de madurez cuando se forman los componentes. Estos frutos son no climatéricos, es decir, que deja de madurar en cuanto se separa del árbol.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para la determinación del riesgo se plantea el análisis de las amenazas mediante el sondeo participativo sobre tipos de empaques y prácticas para peligros físicos químicos y biológicos, y la determinación del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta mediante diseño de experimento.

6.1 Análisis de amenazas

6.1.1 Factores de contaminación por tipos de empaques en la producción

Mediante el sondeo agrícola participativo, la comunidad de Asocampoalegre hace su propio análisis y comparte las experiencias en el empaque de frutas citrus en la operación de postcosecha, al mismo tiempo, que se auto reconoce en las prácticas, de manera que se enfoque en un pensamiento sistemático y se reflexione sobre los peligros que puedan presentarse con la interacción empaque fruta y con las condiciones ambientales durante el acopio, y así al lograr consolidar los resultados de datos participativos, se apoya la autonomía desde las posibilidades de los cultivadores, para aportar al manejo sustentable de prácticas y empaques.

En una primera etapa se realiza un piloto con los miembros de la junta directiva de la Asociación, conformada por 10 cultivadores, los cuales son elegidos por votación, en conjunto con ellos se hace el diseño del sondeo, enfocándolo a la contextualización del proyecto, al mismo tiempo que se construye los temas para indagar de manera abierta en las preguntas. En esta primera etapa se recibe información por parte de la junta directiva sobre la operación de postcosecha y se define de manera conjunta cuales son los temas incluidos en el sondeo.

La participación de los miembros de la junta directiva en el diseño del sondeo y la ejecución de la actividad de descripción de la operación de postcosecha, realizada de manera aleatoria, representa un nivel interactivo, es decir hay una comunicación en doble vía y como colectividad, frente a una situación que representa un problema, dando credibilidad y respeto al conocimiento con el que cuentan los cultivadores, y que corresponde a la fase de identificar las amenazas, es un proceso que conlleva a compartir las prácticas de la comunidad de la Asociación sobre la operación de postcosecha.

El sondeo participativo busca de manera semiestructurada con guía de tema para indagar el manejo de prácticas de actividades en la operación de postcosecha el uso de los empaques, no es tan extenso como una entrevista y espera encontrar otras prácticas y experiencias referentes al tema. A los miembros de la junta directiva se les hizo la socialización inicialmente el proyecto, incluyendo objetivos y pregunta de investigación, de esta manera y teniendo en cuenta estos temas, se diseñan 17 preguntas, algunas con opciones específicas y otras de respuesta abierta. Igualmente, se envía comunicación a los participantes del sondeo para socializar el contenido y el tema en referencia.

La técnica de muestreo utilizada es probabilística, puesto que en la elección de la cantidad de asociados para el sondeo participativo se tomó en cuenta a todos en la comunidad de Asocampoalegre de cada corregimiento y vereda, mediante una selección al azar. Es aleatorio estratificado, porque se toma como base los tamaños, es decir, la cantidad de asociados por corregimientos y veredas. La población es de 130 comunidades de agricultores, en cinco (5) veredas y tres (3) corregimientos, se determina la cantidad de cultivadores proporcional al número de asociados de cada estrato (Otzen y Manterola, 2017). En el muestreo proporcional a la estratificación se toman 20 cultivadores y 10 miembros de la junta directiva, en total 30 muestras.

En Excel, se realizó aleatoriamente la selección de las fincas de los cultivadores de Asocampoalegre, de esta manera, se consigue obtener una muestra muy similar a la representación de la población de asociados por corregimientos y veredas. En la Tabla 6.1 se presenta la proporción de asociados de acuerdo a la estratificación.

TABLA 6.1 REPRESENTACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ASOCIADOS

Nombre	# Asociados	Proporción de asociados
Campoalegre	29	22,3 %
Zanjón de piedras	24	18,5%
Zabaletas	14	10,8 %
Tamboral	12	9,2 %
Salto	13	10%
Monte Hermoso	11	8,4 %
Madrevieja	4	3,1 %
Oriente	23	17,7%
TOTAL	130	100 %

Fuente: Asocampoalegre

Se pueden generar números aleatorios con hoja de cálculo, mediante la función de Excel ALEATORIO. B1 = ALEATORIO () para una distribución que tiene la misma probabilidad de generar un número real entre 0 y 1, y que son estadísticamente independientes (Faulin y Juan, 2005).

De esta manera se elaboró la lista del total de los asociados de Asocampoalegre para cada vereda y corregimiento, y se obtiene la selección al azar de los cultivadores, la cantidad seleccionada corresponde a la proporción relativa de asociados y se incluyen los 10 miembros de junta directiva de la Asociación, con quienes se hizo el diseño de la ficha de sondeo empaques de frutales.

En la Tabla 6.2 se presenta la metodología de determinación de factores de contaminación (peligros) por nivel de severidad y nivel de probabilidad.

TABLA 6.2 REPRESENTACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ASOCIADOS

Severidad	Valor Asignado	Porcentaje según sondeo participativo	Parámetro
Alto	5	67%- 100%	grave
Medio	3	34% - 66%	moderada
Bajo	1	0% -33%	leve
Probabilidad	valor Asignado	Porcentaje según sondeo participativo	Parámetro
Probable	5	67%- 100%	Siempre ocurrió
Poco probable	3	34% - 66%	Al menos en uno ocurre
Raro	1	0% -33%	nunca ocurrió

Fuente: Construcción propia.

Se determina el rango de nivel de amenaza según la Tabla 6.3.

Para determinar los peligros altos, medios y bajos se multiplican los valores de probabilidad y de severidad, hallando el nivel de factores de contaminación (NR), el cual se considera dentro de la dimensión social, como una construcción y determinación colectiva aceptable, es decir, como un nivel de tolerancia, frente al nivel de daño.

TABLA 6.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA

Severidad	Probabilidad		
	Bajo (1)	Medio (3)	Alto (5)
Bajo (1)	1	3	5
Medio (3)	3	9	15
Alto (5)	5	15	25

Fuente: Construcción propia.

Donde la asignación del nivel de amenaza mayor que uno y menor que cinco ($1 < NA < 5$) se define como aceptable

Donde la asignación del nivel de amenaza mayor o igual que cinco y menor que quince ($5 \leq NA \leq 15$) se define como aceptable con controles en la operación, para aceptación o rechazo.

Donde la asignación del nivel de amenaza igual a veinticinco ($NA = 25$) define como significativo por no aceptación y debe documentarse un plan de acción con análisis de causa raíz desde el inicio de la cadena productiva.

El diseño y resultado del sondeo participativo se presenta en el Apéndice 1 (Ficha de sondeo para interacción empaques y frutales citrus), en el Apéndice 2 (Resultado sondeo para interacción

empaques y frutales citrus), en el Apéndice 3 (Medidas de control para el resultado del sondeo), y en la Tabla 6.4 se presenta el resultado correspondiente al análisis de niveles de amenaza Físicos, Químicos y Biológicos, de la interacción empaque fruta citrus.

En la Figura 6.1 se muestra la actividad del sondeo participativo realizada según el museo aleatorio



FIGURA 6.1 ACTIVIDAD DE SONDEO PARTICIPATIVO CON LA COMUNIDAD DE ASOCAMPOALEGRE

TABLA 6.4 MATRIZ DE ANÁLISIS DE NIVELES DE AMENAZA PARA INTERACCIÓN EMPAQUES Y FRUTALES CITRUS

RESULTADOS SONDEO PARTICIPATIVO									
TIPO DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	CAUSA DEL PELIGRO	JUSTIFICACION DEL PELIGRO	NIVEL ACEPTABLE DEL PELIGRO	SEVERIDAD	JUSTIFICACION DE LA GRAVEDAD	PROBABILIDAD	JUSTIFICACION DE LA PROBABILIDAD	NIVEL DE AMENAZA
Físico	Contaminación por presencia de polvo, tierra y piedrecillas.	Condiciones de almacenamiento a la intemperie y limpieza del empaque	Materiales que pueden dañar la cubierta del fruto y acelerarla podredumbre, o llegar al consumidor y afectar su salud,	Ausencia de materiales extraños (insectos,, roedores, anfibios, arácnidos, tierra o fibras	5	El 93% de contaminación física puede ser polvo	3	El 6% da una probabilidad media de contaminación	15
	Contaminación por residuos de fibras	Mal estado del empaque			1	El 33,3% presencia de fibras.	3		3
	Contaminación por presencia de insectos	Sitio de almacenamiento sin barrera o cubiertas			1	El 16,7% por presencia de insectos	3		3
Químico	Contaminación por presencia de agroquímicos como pesticidas	Contaminación cruzada del empaque por migración de agroquímicos (Dialforina) usados para plagas, los cuales en su mayoría son bio acumulables y tóxicos para la fruta y el consumidor.	Al haber presencia de plaguicidas, denota una practica inadecuada de las cantidades de uso, y la contaminación por manipulación del agricultor en postcosecha	Ausencia de contaminación por migración	3	El 53,3% presencia de plaguicidas	1	El 4% considera que no es probable la contaminación	3
	Contaminación por otros químicos (lubricantes, grasas y detergentes).	Sustancias químicas vertidas en agua de lavado, usar empaques para almacenar insumos químicos o no separarlos.			1	El 33% presencia de otros químicos	1		El 4% considera que no es probable la contaminación
Biológico	Contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, meso filios)	Inadecuada higiene durante la selección de frutas y manipulación de empaques, o cruces en acopio con otras variedades de productos e insumos provenientes de importaciones.	Genera frutas en mal estado, según la observación física y el sabor amargo, que no cumple estándares requeridos por el Cliente	Ausencia de Bacterias, hongos y virus	5	El 96,7% de contaminación biológica puede ser bacterias	5	El 90% de los cultivadores creen que es probable que las frutas pueden ser contaminadas por el mal uso del empaque.	25
	Contaminación cruzada con microorganismos (hongos)	Presencia de plagas y enfermedades, cambio de clima a periodos de lluvia. incremento de vientos .las esporas de los hongos están presentes en los empaques, se acelera cuando hay algún golpe o lesión en cascara.(mancha negra) Se puede acelerar la contaminación con el empaque en periodos largos de almacenamiento debido al contacto directo del empaque con la fruta y entre fruta. sanas y contaminadas.			5	El 80% de contaminación biológica puede ser con hongos.	5		25
	Contaminación con enfermedades virales	Transmitido de manera mecánica cuando la fruta tiene alguna abertura en cascara, por malezas, plantas parasitas o insectos enfermos, y acerrada por el empaque. También, por sitio de almacenamiento sin barrera o cubiertas.			3	El 40% de contaminación biológica puede ser con virus	5		15
	Contaminación cruzada con microorganismos (ácaros)	Presencia de plagas y enfermedades, cambio de clima a verano, transmitidas por larvas de ácaros.			3	El 36,7% de contaminación biológica puede ser con parásitos	5		15

Fuente: Gutierrez et al. (2011).

De acuerdo al análisis de los resultados del sondeo, el nivel de amenaza alto en probabilidad y severidad se presenta en el peligro biológico, se muestran las causas, la justificación y el nivel de aceptabilidad. El peligro se describe como la contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, mesófilos) y como medida de control se documenta lineamientos de:

- a- Programa de control de higiene y desinfección
- b- Programa de almacenamiento y transporte.

También se describe la contaminación cruzada con microorganismos (hongos) y como actividades de control se establece:

- a- Lavado de la fruta para evitar que haya alguna estructura de hongos en la cáscara, así al empacar se minimiza la posible contaminación
- b- Limpieza del empaque cuando se reutiliza, usando productos no tóxicos como desinfectantes para manos.
- c- Almacenar los empaques nuevos y usados en sitios secos y limpios, de manera separada.
- d- Inspeccionar visualmente el empaque antes de usarlo.
- e- De forma preventiva hacer una buena selección y manejo de saneamiento básico para la fruta.
- f- Evitar el empaque de madera, por la proliferación de hongos en este material
- g- Evitar caídas y contacto de la fruta con el suelo.

6.1.2 Factores de contaminación por materiales de empaques en la producción

Los Factores de contaminación de la interacción empaques y frutas citrus, involucra el comportamiento de los empaques en la operación de postcosecha, siendo cada vez más exigente los temas regulatorios, por tanto, se hace imprescindible el conocimiento de aspectos claves del sistema de empaque, en su interacción con las frutas citrus, tales como: diseño, el tipo de material usado y uso previsto, enfocados hacia el manejo sustentable de prácticas y empaques, en esta relación de comunicación entre la estructura que contiene el empaque y la fruta citrus en estado sólido, se puede presentar una posible modificación de características organolépticas y, por tanto, no es aceptable para el comprador (Supermercados, plaza de mercado, tiendas).

Según Navia et al. (2014), la interacción empaque y frutas puede presentar migración (transferencia de componentes desde el empaque hacia la fruta durante su almacenamiento), permeación de gases y vapor de agua (transporte de gases y vapor de agua de empaque/fruta hacia e interior hacia el exterior o viceversa) y sorción o permeación de vapores orgánicos, presentándose olores o pérdida del olor propio del producto por la permeación del empaque.

Los Factores de contaminación por materiales de empaques en la producción son:

Factor físico: presencia de materiales extraños: polvo, barro, vidrios, metales, madera, fibras, insectos, que pueden haberse generado durante el proceso de producción del empaque, por la composición del tipo de empaque o durante manipulación en la reutilización, se pueden observar defectos como manchas o quemaduras en la cubierta con diferente tonalidad dependiendo del grado de maduración, y que pueden llegar a la corteza de la fruta atravesando la cáscara, también se pueden presentar daños por fricción, como por ejemplo roces, mesas de trasferencias o dentro del empaque, por eso es importante la limpieza de las zonas de contacto en la operación de postcosecha, y para evitar presencia de materiales extraños.

Factor químico: presencia de sustancias químicas: plaguicidas, tintes, barnices, y otros como residuos de agroquímicos, como la fruta citrus no es alimento rico en lípidos, no se espera migración de componentes del empaque (costal de fibra, canastilla plástica, o malla), hacia la fruta, además de que son materiales inertes que no migran porque están en condiciones estables a menos que haya un intenso cambio externo de las condiciones ambientales, la contaminación cruzada podría presentarse por prácticas de reempaques con sustancias químicas. Se detectarían olores, sabores, que sean inflamables, corrosivos, residuos de químicos en la cáscara. Durante los tratamientos de descontaminación de las frutas, se pueden usar químicos, básicamente los fungicidas, es decir, como tratamientos fitosanitarios compuestos por cobre, pero la mayor falencia está en la estandarización de su dosificación, dado que es una actividad netamente empírica (Olmedo, 2017).

Factor biológico: presencia de bacterias, hongos, virus, parásitos y otros microorganismos patógenos, los empaques expuestos a inadecuadas condiciones de almacenamiento como humedades, sitios donde hay residuos de alimentos o excrementos de plagas, pueden contaminar al fruto con presencia de microorganismos, los cuales se reproducirían fácilmente en el fruto. Se observaría mancha blanca de hongo o película de color negro; sin embargo, cuando ha habido un ataque previo de insectos por la sustancia azucarada que secretan las frutas citrus, se puede convertir en fumagina, y se favorecería la presencia de una alteración metabólica de acuerdo al tipo y uso del empaque (Craviotto et al., 2008).

En otros casos los hongos pueden haber afectado a la fruta durante el crecimiento y permanecer latentes hasta después de la cosecha, pueden iniciar en la base y avanzar hasta el ápice por eso es recomendable no tener almacenamientos prolongados.

Se realiza matriz de análisis de peligros del empaque en la operación de postcosecha, los peligros de contaminación de los tipos de empaques más usados por los miembros de la asociación (canasta y malla plástica y costal de fibra), resultante del sondeo participativo realizado con una muestra aleatoria de los miembros de la comunidad de Asocampoalegre, hacen referencia a todos los componentes de la materia prima que hace parte del proceso de fabricación del empaque.

Se define el nivel de amenaza con la probabilidad y severidad de la contaminación para el empaque en postcosecha, calculado de acuerdo a la matriz de análisis de Factores de contaminación físicos, químicos y biológicos por contaminación de materiales de empaques en proceso productivo, incluye la descripción del peligro, la causa, justificación y nivel aceptable.

Se realiza tanto para los tipos de empaques usados actualmente, como para los empaques propuestos en la presente investigación. Con la probabilidad y severidad se determina el nivel de amenaza, y se definen lineamientos para medidas de control para los peligros.

En la Tabla 6.5 y Tabla 6.6 se observa el resultado de niveles de amenaza por contaminación de materiales de empaques en proceso productivo para empaques usados actualmente.

TABLA 6.5 MATRIZ DE ANÁLISIS DE NIVELES DE AMENAZA DE MATERIALES DE CANASTILLA Y MALLA EN PROCESOS PRODUCTIVOS

CANASTILLA Y MALLA PLÁSTICA (PELETIZADO)										
Tipo de peligro	Descripción del peligro	CAUSA DEL PELIGRO	JUSTIFICACION DEL PELIGRO	NIVEL ACEPTABLE	SEVERIDAD	JUSTIFICACION DE LA GRAVEDAD	PROBABILIDAD	JUSTIFICACION DE LA PROBABILIDAD	NIVEL DE AMENAZA	MEDIDAS DE CONTROL
Físico	Contaminación por presencia de materiales extraños (polvo, arena).	Incumplimiento o ausencia de prácticas de higiene y limpieza de empaques propios e intercambiados, no establecidas formalmente.	Los materiales extraños interaccionan con la fruta y promueven el deterioro	Empaque sin material extraño	3	Durante la manipulación el material extraño puede alterar las condiciones de salud del cultivador	1	El empaque tipo canastilla es de fácil limpieza y detección de materiales extraños, sin embargo puede estar intercambiando con frecuencia y las mallas utilizadas para promocional se entregan con el producto al consumidor	3	Lineamiento de programa control de proveedores.(inspecciones) Programa de saneamiento básico .
Químico	No hay peligro de contaminación química de materia prima (polinizados)	N/A	Materiales como polietileno y polipropileno cumplen con las especificaciones con respecto a la composición, los aditivos y las propiedades. Definidas por la FDA, reglamento (CFR) 21	Ausencia de migración de componentes	N/A	No se genera una migración	N/A	No se genera una migración	N/A	Utilizar siempre el mismo tipo de material .
	Contaminación por material usados para coloración (pigmentos y tinte pulverizado-dry color)	Los pigmentos orgánicos líquidos, (pigmentos azoicos, pigmentos poli cíclicos y pigmentos antraquinónicos), dependiendo de los colores pueden presentar limitada resistencia a migración.	Este pigmento es un tinte orgánico aplicado como una pasta en la superficie del pelet, y se someten a secado, estabilidad al calor e inercia química.	Ausencia de migración de componentes	1	Los colores utilizados tienen buena resistencia a la migración,	1	Nos e cambia el tipo de material.	1	Utilizar materiales que se hayan producido por el método de Pelet coloreado en proceso seco llamado "master batch" Lineamiento de programa control de proveedores.(inspecciones)
Biológico	Contaminación con bacterias y virus	Presencia de multiplicación de micro organismo por falta de higiene y manipulación inadecuada y falta de prácticas de limpieza y lavado antes de su reuso	No se hace la practica de limpieza de empaques de polietileno y polipropileno	Ausencia de bacterias y virus,	3	Enfermedades en cultivadores que manipulan las frutas en la operación de empaque	1	Los empaques de canastilla se reutilizan o dependiendo del tipo de Cliente se intercambian. Las mallas no se reutilizan.	3	Lavado, desinfección y secado de canastillas. Lineamiento de programa de limpieza y desinfección, incluye definir criterios de periodicidad y condiciones de almacenamiento

Fuente: Gutierrez et al. (2011).

TABLA 6.6 MATRIZ DE ANÁLISIS DE NIVELES DE AMENAZA DE MATERIALES DE COSTAL DE FIBRA EN PROCESOS PRODUCTIVOS

COSTAL DE FIBRA										
Tipo de peligro	Descripción del peligro	CAUSA DEL PELIGRO	JUSTIFICACION DEL PELIGRO	NIVEL ACEPTABLE	SEVERIDAD	JUSTIFICACION DE LA GRAVEDAD	PROBABILIDAD	JUSTIFICACION DE LA PROBABILIDAD	NIVEL DE AMENAZA	MEDIDAS DE CONTROL
Físico	Contaminación con materiales extraños como piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio etc.	Almacenamiento en condiciones no adecuadas de higiene, y aseo. Deficiencia de prácticas de inspección de costales reutilizados	Estos materiales extraños pueden ocasionar avería en la cascara de la fruta y descomponerla o producir en la manipulación, una alteración en condición de salud al cultivador durante el empaque	Ausencia de material extraño	3	Presenta una barrera natural para repeler insectos. Esta en contacto directo con la fruta y puede acelerar la descomposición	3	Los costales se reutilizan y se intercambian y no está formalizado la practica de limpieza	9	Lineamiento de programa control de proveedores.(inspecciones)y lineamiento del programa de saneamiento básico
Químico	Contaminación con lubricantes, grasas, ACEITES PARAFINICOS Y CICLOPARAFINICOS, y tintes usados para colorear	Condiciones de almacenamiento no separadas de insumos, migración de componente orgánicos-artificiales de tintes y pigmentos a las frutas	Fibras naturales y artificiales (celulosas y proteínicas),usado para empaque de productos agrícolas, y sintéticas (poliéster/ polipropileno), resistencia a la flamabilidad según ASTM D 2859, poco repletan a grasas. algunos con variación de existencia a la migración influenciadas mediante la sustitución de la estructura química básica	Ausencia de migración	1	Las técnicas de fabricación usando fibras y partículas de tintes, forma comprimidos estables que no se disuelven por su alta dispersión, pero externamente puede haber residuos de ácidos grasos y aceites	3	Se usan costales de fibras celulósicas y no son sometidos a diferentes temperaturas, los tintes son estables.	3	Control de proveedores , cumplimiento de la Resolución 683 de marzo 30 del 2012. Título II Capítulo II, Se permite el uso de fibras celulósicas recicladas para la fabricación de envases primarios para frutas y vegetales con cáscara y las establecidas en el Reglamento Técnico de materiales, objetos, envases y equipamientos celulósicos Migración del poliéster 50mg/kg u 8mg/dm2, Artículo 8 de la resolución 4143 de 2012 INVIMA, certificado por el proveedor.
Biológico	Contaminación por presencia de hongos, bacterias o virus	Costales con residuos de alimentos en descomposición, húmedos, y por inadecuado almacenamiento e higiene en la manipulación, y reutilización	Transfiere contaminación cruzada de microorganismos a los cultivadores y a la fruta, y presenta degradación del costal por perdida de propiedades de sus componentes,	Ausencia de migración de componentes	1	Puede repeler sustancias acuosas, evitando que lleguen a la cascara de la fruta	1	Usado en naranja limones, se reutiliza con frecuencia, aunque con algunos clientes se hace intercambio	1	Aplicar prácticas de inspecciones de empaques a proveedores y en sitio de almacenamiento

Fuente: Gutierrez et al. (2011).

También se realiza la determinación de factores de contaminación de materiales de empaques usados actualmente (costal de fibra, canastilla plástica, malla plástica) y de empaques propuestos (bolsa plástica, bolsa plástica perforada y bolsa plástica sellable), teniendo en cuenta los tipos de peligro físico, químico y biológico, de los materiales constitutivos de los empaques.

- Empaque canastilla y malla plástica

De acuerdo a los análisis de resultados de la determinación de materiales de empaques, el nivel de factores de contaminación para empaques usados es medio en probabilidad y medio en severidad para el tipo de peligro biológico descrito como contaminación con bacterias y virus, como medida de control lineamientos de programa de limpieza y desinfección, se incluye definir criterios de periodicidad y condiciones de almacenamiento, lavado, desinfección y secado de canastillas. También para el tipo de peligro físico descrito como contaminación por presencia de materiales extraños (polvo, arena), la medida de control propuesta es lineamiento de programa control de proveedores (inspecciones) y programa de saneamiento básico.

- Empaque costal de fibra

El nivel de factores de contaminación para empaques usados es medio en probabilidad y medio en severidad para el tipo de peligro físico descrito como contaminación con materiales extraños (piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio), la medida de control es aplicar prácticas de lavado, secado y desinfección y lineamiento del programa de limpieza, definiendo periodicidades.

Y es medio en probabilidad y bajo en severidad para el tipo de peligro biológico, descrito como contaminación por presencia de hongos, bacterias o virus, la medida de control es aplicar prácticas de inspecciones de empaques a proveedores y en sitio de almacenamiento

De acuerdo a los análisis de resultados de la determinación de materiales de empaques, el nivel de amenaza para empaques usados es medio para probabilidad y medio para severidad para el tipo de peligro físico, descrito como contaminación con materiales extraños (piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio etc.), las medidas de control son lineamiento de programa control de proveedores (inspecciones) y lineamiento del programa de saneamiento básico, para el empaque costal de fibra.

Se realiza matriz de análisis de peligros de los empaques propuestos en la presente investigación (bolsa plástica, plástico perforado y plástico sellable), basado en todos los componentes de la materia prima utilizada en el proceso de fabricación del empaque. En la Tabla 6.7 se observa el resultado del nivel de amenaza por contaminación de materiales de empaques propuestos en la presente investigación.

TABLA 6.7 MATRIZ DE ANÁLISIS DE NIVEL DE AMENAZA DE MATERIALES DE EMPAQUES PROPUESTOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

PLÁSTICO (POLIETILENO).										
Tipo de peligro	Descripción del peligro	CAUSA DEL PELIGRO	JUSTIFICACION DEL PELIGRO	NIVEL ACEPTABLE DEL PELIGRO	SEVERIDAD	JUSTIFICACION DE LA GRAVEDAD	PROBABILIDAD	JUSTIFICACION DE LA PROBABILIDAD	NIVEL DE AMENAZA	MEDIDAS DE CONTROL
Físico	Contaminación cruzada con elementos extraños que quedan atrapados en el plástico	superficies en contacto que transfiera elementos extraños y no se identifiquen a simple vista	puede transferir elementos extraños a la fruta causando daño a la cubierta	Ausencia de elementos extraños	1	El material extraño entra en contacto con la fruta y puede deteriorar la cáscara e intensificar y transferir a otras frutas, dependiendo del grado de madurez de la fruta.	1	Las bolsas se inspeccionan antes de despacharse y aplican el plan de limpieza de superficies	1	Lineamiento de programa de limpieza y desinfección y almacenamiento y transporte, Cumplir con inspecciones del empaque en proceso, mantenimientos, despachos, almacenamiento y transporte.
Químico	Contaminación con químicos por almacenamiento inadecuado o intencional (Bioseguridad)	Mala identificación de áreas de almacenamiento, falta de inspecciones de vigilancia en circuitos cerrados	Puede generar migración de químicos a la fruta	Cero migración de BPA (Bisfenol A), monomero disfuncional de aditivos	3	Puede generar una migración de bisfenol A (disruptor endocrino) a las frutas en contacto con el empaque, lo cual causa desequilibrios hormonales a concentraciones muy bajas. Proveedores declaran ausencia de BPA y tóxicos.	1	La fabricación se hace por parte de la industria y en Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social prohibió el uso de la sustancia Bisfenol A según la resolución 4143 del 7 de diciembre de 2012. La prohibición entró en vigencia el 12 de junio de 2013 y aplica solo en caso que el material plástico que contenga Bisfenol A entre en contacto con alimentos y bebidas de consumo humano.	1	Se realiza selección de proveedores de materias primas. Se dispone de fichas técnicas, de seguridad, de inocuidad y certificados de ausencia de BPA y tóxicos.
Biológico	Contaminación por microorganismos presentes en empaque plástico	inadecuado almacenamiento y prácticas de manipulación	Puede contaminarse y transferir a la fruta el microorganismo	Ausencia de alteración de olor y pudrición de la cáscara de la fruta.	1	Los microorganismos pueden venir de contacto del empaque con necromasas o secreciones de animales, sin embargo son estables por que en este grado ya no se transforman (Meza M, 2013). Las acciones de microorganismos se facilitan por	5	Alto grado de manipulación, reuso o almacenamiento inadecuado de las bolsas plásticas	5	Lineamiento de programa de saneamiento básico Inspección de las bolsas antes y después de su uso. Disposición para reciclaje

Fuente: Gutierrez et al. (2011).

De acuerdo a los análisis de resultados de la determinación de materiales de empaques, el nivel de amenaza para empaques propuestos es alto en probabilidad y bajo en severidad para el tipo de peligro biológico, como control el lineamiento de programa saneamiento básico, Inspección de las bolsas antes y después de su uso y disposición segura para reciclaje.

Y es bajo en probabilidad y alto en severidad para el tipo de peligro químico, descrito como contaminación con químicos por almacenamiento inadecuado o intencional (Bioseguridad), como medida de control hacer selección de proveedores de materias primas, disponibilidad de fichas técnicas, de seguridad, de inocuidad y certificados de ausencia de BPA y tóxicos.

Según el sondeo el nivel de amenaza más alto es el peligro biológico con NA=25, por contaminación cruzada con microorganismos bacteria mesófilos y hongos, no es aceptable por ser alto en probabilidad y severidad, se debe registrar un plan de acción con análisis de causa desde el inicio de la cadena productiva. Y con NA=15 para contaminación con enfermedades virales y con microorganismos ácaros. Igualmente, para el peligro físico con NA=15, para presencia de polvo, tierra y piedrecillas, puede ser aceptable por ser nivel de amenaza con probabilidad y severidad alta y media, se deben implementar medidas de prevención en postcosecha como:

a-Hacer lavado de la fruta para evitar que haya alguna estructura de hongos en la cáscara, así al empacar minimiza posibles pudriciones.

b-Limpieza del empaque cuando se reutiliza, haciéndolo con productos no tóxicos como desinfectantes para manos.

c-Almacenar los empaque nuevos y usados en sitios secos y limpios, de manera separada

d-Inspeccionar visualmente el empaque antes de usarlo, y de forma preventiva hacer una buena selección y manejo de saneamiento básico para la fruta.

e-Evitar el uso de empaques de madera, por la proliferación de hongos en este material

f-Evitar caídas y contacto de fruto con el suelo.

g- Inspección para tamaños de partículas o fragmentos que permitan la visualización y eliminación

Todos estos controles en operación postcosecha deben documentarse como programas prerrequisitos de lineamiento para higiene, limpieza, y desinfección de empaques y almacenamiento y transporte.

Según la investigación del material de empaques usados actualmente, el peligro físico con nivel de amenaza NA=9, es el nivel con probabilidad y severidad media, por contaminación con materiales extraños como piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio etc. Se propone control de proveedores para certificación de materiales de empaques, y realizar inspecciones en la compra de empaques.

En cuanto a los empaques propuestos en la presente investigación, se observan bajos niveles de amenaza. Básicamente el empaque plástico fabricados con polímeros y sustancias de bajo peso molecular, se consideran inertes, por ser macromoléculas estables, que no reaccionan con los componentes de las frutas citrus, sin embargo, algunos componentes de bajo peso molecular podrían incorporarse a la fruta, aunque las frutas citrus tienen la ventaja de estar protegidas por una cáscara (Beltrán y Marcilla, 2012).

Los demás niveles de amenaza se consideran bajos y aceptables. En la medida en que se implementen los programas prerequisites de lineamientos, los niveles de amenaza y los controles se disminuyen.

En la Tabla 6.8 se presenta el resultado del nivel de amenaza por contaminación física, química y biológica del sondeo participativo, de la investigación del material de empaques usados actualmente y del material de empaques propuestos

TABLA 6.8 RESULTADO DEL NIVEL DE AMENAZA POR CONTAMINACIÓN DE INTERACCIÓN EMPAQUES Y FRUTAS

RESULTADOS DEL NIVEL DE AMENAZA POR CONTAMINACIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUES				
TIPO DE EVALUACIÓN	TIPOS DE EMPAQUES	TIPOS DE AMENAZAS O PELIGROS	NIVEL DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN DEL PELIGROS
RESULTADO SONDEO	Costal de fibra Canastilla y Malla plástica	FÍSICO	15	Contaminación por presencia de polvo, tierra y piedrecillas.
			3	Contaminación por residuos de fibras
			3	Contaminación por presencia de insectos
		QUÍMICO	3	Contaminación por presencia de agroquímicos como pesticidas
			1	Contaminación por otros químicos (lubricantes, grasas y detergentes).
		BIOLÓGICO	25	Contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, mesofilos)
			25	Contaminación cruzada con microorganismos (hongos)
			15	Contaminación con enfermedades virales
			15	Contaminación cruzada con microorganismos (ácaros)
		MATERIAL EMPAQUES ACTUALES	Canastilla y malla plástica	FÍSICO
QUÍMICO	NA			No hay peligro de contaminación química de materia prima (politizados)
	1			Contaminación por material usados para coloración (pigmentos y tinte pulverizado-dry color)
BIOLÓGICO	3		Contaminación con bacterias y virus	
Costal de fibra	FÍSICO		9	Contaminación con materiales extraños como piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio etc.
	QUÍMICO		3	Contaminación con lubricantes, grasas, Aceites parafínicos y ciclo parafínicos, y tintes usados para colorear
	BIOLÓGICO		1	Contaminación por presencia de hongos, bacterias o virus
MATERIAL EMPAQUES PROPUESTOS	Plásticos polietileno	FÍSICO	1	Contaminación cruzada con elementos extraños que quedan atrapados en el plásticos
		QUÍMICO	1	Contaminación con químicos por almacenamiento inadecuado o intencional (Bioseguridad)
		BIOLÓGICO	5	Contaminación por presencia de hongos, bacterias o virus

Fuente: Gutierrez et al. (2011).

6.2 Grado de sensibilidad al deterioro

El grado de sensibilidad al deterioro del fruto, está directamente asociado al tipo y variedad de frutas citrus, al igual que a las condiciones ambientales. La presente investigación se enfoca en tres frutas citrus (Naranja, mandarina y limón), de una variedad que es la más cultivadas por la comunidad de Asocampoalegre, también, influye la operación de cosecha que es la entrada a la operación de postcosecha, por tanto, predecir sus posibles daños es bastante improbable, es necesario hacer diseños de experimentos que permita ahondar en el conocimiento, para determinar el grado de sensibilidad al deterioro por contaminación física, química y biológica, dependiendo del comportamiento de resistencia de la fruta a la afectación por contaminación.

En la operación de postcosecha se presenta incidencia de enfermedades en frutas citrus debido a la cantidad alta de agua y nutrientes, porque la fruta pierde la resistencia propia que tiene durante el crecimiento y se vuelve susceptible a la deshidratación. Otros factores se asocian a condiciones ambientales que pueden contaminar las frutas, incluyendo las corrientes de aire (Viñas et al., 2001).

Sin embargo, no hay una relación directa que pueda asociarse al grado de contaminación, lo que se puede observar es el grado de sensibilidad al deterioro de acuerdo a la eficacia del saneamiento básico de las zonas. También, se debe tener en cuenta el grado de contacto que tienen los frutos sanos con los frutos contaminados, que se puede presentar por la disolución de las membranas celulares. Los factores de afectación de mayor momento de grado de sensibilidad al deterioro son los biológicos, en periodos que dependen de condiciones de alta humedad, temperatura y lluvias con vientos (Torres et al., 2019).

La densidad es una propiedad de los polímeros asociada al grado de empaquetamiento que alcancen, es decir, cuántos gramos por unidad de volumen son capaces de organizarse en la red, de tal manera que a mayor densidad mayor cristalinidad, y al haber mayor porcentaje de cristales, se hace más barrera al paso de gases desde el exterior, adicionalmente, a mayor temperatura la permeabilidad aumenta, porque se aumenta la velocidad de los choques de las moléculas con el empaque y esos espacios huecos de la fase amorfa se hacen más grandes, por el movimiento molecular de los polímeros (Selke, 1997).

Entre la sensibilidad al deterioro inherente a las condiciones ambientales que pueden generar contaminación en los frutales citrus están:

Deterioro físico. Efectos en cambio de coloración por variación de temperatura, arrastre de polvo por vientos, estos daños también pueden asociarse al grado de maduración, que a su vez determinan el momento apropiado de la cosecha y la dinámica de la operación de postcosecha (Ruiz,200

Deterioro químico: la presencia en el ambiente de sustancias químicas en estado gaseoso puede pasar mediante proceso de difusión hacia el fruto, (ley difusión de Fick), dependiendo de la diferencia de concentración a través del empaque que contiene la membrana de polietileno, hasta llegar a un equilibrio entre la parte interna y externa.

Deterioro biológico: Intercambio de permutantes tales como oxígeno, vapor de agua, gases en general (nitrógeno, CO₂), aromas y fragancias, pueden afectar biológicamente al fruto. Cambios en el metabolismo de la fruta por efecto de las diferentes condiciones de temperatura y el tiempo de almacenamiento, influido por la semi permeabilidad del empaque. En la Figura 6.2 se observa la influencia de la humedad relativa como condición ambiental, preexistencia de golpes o daños en procesos anteriores, presencia de hongos, contaminaciones latentes, y con el manejo inadecuado del empaque se acelera la infección sobre la fruta. Para la zona de estudio se tiene una humedad relativa baja y constante, por tanto, el factor ambiental de mayor importancia es la temperatura en un lapso de tiempo.

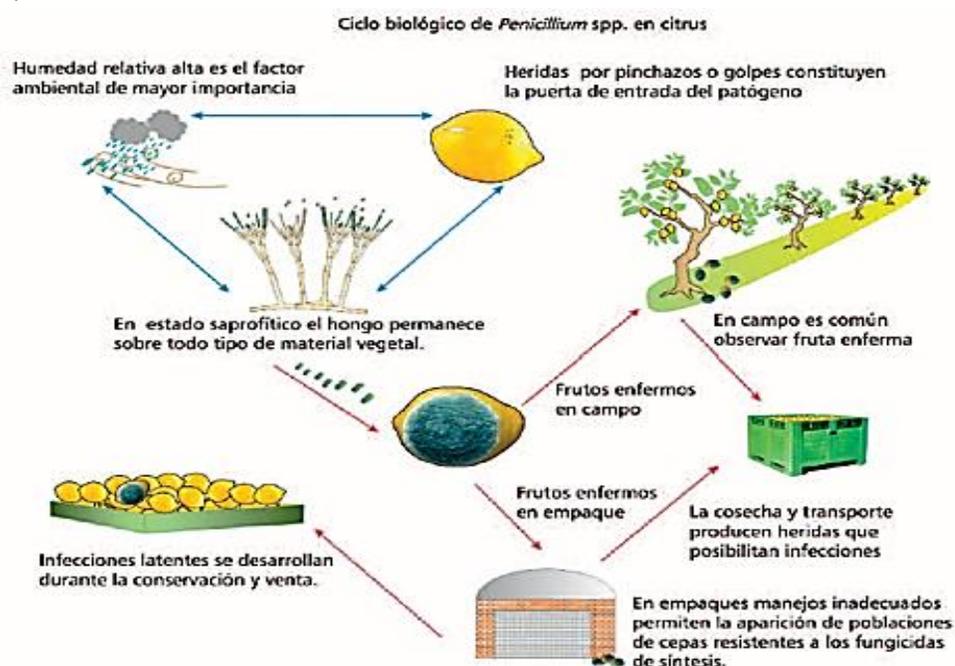


FIGURA 6.2 GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO BIOLÓGICO

Fuente: Murray et al. (2019), Manual de postcosecha de frutas: manejo integrado de patógenos, p 19, Buenos aires, Argentina.

Los tres tipos de deterioros pueden ser afectados por las temperaturas variables, tiempos prolongados, alta concentración de aditivos, sin embargo, hay que tener en cuenta que el área de interacción empaque-frutas, está dado solo para las frutas ubicadas externamente, ya que las frutas internas están en contacto con las otras frutas.

La técnica propuesta para determinar el grado de sensibilidad al deterioro es un diseño de experimento como medio de ahondar en el conocimiento de los procesos, se hacen combinaciones de prácticas con el fin de llevar a cabo experimentos y obtener datos como resultados del comportamiento del proceso y así lograr el mejor desempeño. La planeación de la técnica se basa en el diseño de experimento y en el análisis estadístico de datos, para obtener conclusiones válidas, significativas y sólidas, ya que incluye variables sujetas a errores experimentales, para esto se hacen replicas, aleatorización y la formación de bloques, también, es válido en caso de no disponer de información sobre grado de sensibilidad al deterioro de daños en un producto. (Wu, 1997).

Se propone seleccionar los factores de diseño, sus rangos de variación y niveles para cada fruta (mandarina, naranja y limón), realizado para los empaques más utilizados según el resultado del sondeo, también se realiza para empaques propuestos en el presente proyecto.

De acuerdo a la ubicación geográfica de los cultivos y de sitios de acopio, se puede asumir que la humedad es una variable controlable y además es baja, siendo un factor ambiental de menor incidencia.

El diseño de experimento es una herramienta que minimiza la sensibilidad a los efectos de variabilidad del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus, también pueden servir para identificar cual es la combinación de parámetros de temperatura, tiempo, tipo de empaques y tipo de fruta citrus, óptimas para reducir variaciones y dar confiabilidad en mantener la aceptabilidad de la fruta.

El procedimiento para muestreo por atributo se basa en el criterio general de tener frutos citrus llamados de primera, que en la selección cumplan con color, olor, textura y apariencia aceptable, según la experticia del cultivador. Se toman las muestras teniendo en cuenta el plan de muestreo diseñado por CODEX (2004), para determinar el número de unidades de cada una de las tres frutas citrus a analizar, y el número de unidades deterioradas no aceptables, se utiliza muestreo estratificado, dado la heterogeneidad del lote. Para una misma fruta se toman muestras de diferentes empaques y se etiqueta cada muestra de fruta (fecha, hora y nombre), para lo cual se dispone de los empaques: costal de fibra, malla y canastilla plástica, que son los empaques usados actualmente en la Asociación, según el resultado del sondeo. Es un muestreo no destructivo, sin embargo, hubo fruta citrus que llegó a su estado de alto grado de sensibilidad al deterioro y es descartada, disponiéndola para abono orgánico.

Para definir claramente las muestras de cada uno de las frutas citrus se toma en cuenta las prácticas de empaque estándar de peso para mandarina, naranja y limón, para canastilla y costal de 20 kg y malla de 1 kg. De acuerdo al CODEX (2004), cuando la razón $f = n/N$ es menor o igual al 10% (donde n es el tamaño de la muestra y N es el tamaño del lote) y se da por supuesto que los lotes son homogéneos. En este caso a pesar de la heterogeneidad, (tamaños, textura y apariencia), se basa en una selección en postcosecha apta para considerarse frutas de primera, en donde es posible presentar la menor heterogeneidad con respecto a las segundas y terceras.

Se toma 2.0 kg de muestra para empaque canastillas y costal para un lote de 20 kg, y 1 kg de muestra para empaque en malla para un lote de 10 kg, el cual fue seleccionado como frutas citrus de primera. De acuerdo al peso de las frutas citrus registrado en las fichas técnicas, corresponde a 45 g para limón, 220 g para mandarina y 300 g para naranja, por tanto, se establece una muestra de 45 unidades para limón, 10 unidades para mandarina, 7 unidades para naranja, las cuales son observadas en sus características por tres cultivadores con experticia, seleccionados aleatoriamente.

6.2.1. Diseño de experimentos para empaques usados actualmente.

Se realiza la planeación de experimento para determinar el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus en los empaques usados actualmente:

- a- Característica de grado de sensibilidad al deterioro: presencia de contaminación
- b- Tipo de Característica: Entre más pequeña es lo mejor, siendo el valor 1 el aceptable
- c- Se planean tres niveles para cada una de las cuatro variables.
- d- Variables a analizar:

Controlables: Humedad relativa, se considera constante en la zona de estudio

No controlables:

T: temperatura: temperatura de almacenamiento (tres niveles), ambientes refrigerados, ambiente interno, ambiente externo. En el nivel de menor a mayor temperatura

TE: Tipos de empaque: Empaques utilizados actualmente (tres niveles), de acuerdo a la producción va del más utilizado al menos utilizado

TF: Tipos de frutas: Tipos de fruta más comunes y de mayor producción (tres niveles). Del mayor deterioro al menor deterioro

TI: Tiempo de almacenamiento (tres niveles), desde el menor tiempo al mayor tiempo

En la Tabla 6.9 se presenta el arreglo ortogonal teórico requerido para el experimento (método Taguchi), para empaques usados actualmente.

TABLA 6.9 FACTORES Y NIVELES DEL EXPERIMENTO EMPAQUES USADOS ACTUALMENTE

VARIABLES	NIVELES		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Temperatura (°C)	10 - 12	20 - 25	25 - 30
Tipos de empaque	Costal fibra	Canastilla plástica	mallá
Tiempo (días)	5	10	15
Tipos de frutas	Mandarina	Naranja	Limón

Fuente: construcción propia.

Tabla 6.10 se presenta el arreglo ortogonal requerido por el método Taguchi.

TABLA 6.10 ARREGLO ORTOGONAL REQUERIDO POR MÉTODO TAGUCHI

Experimento #	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Fuente: construcción propia.

En la Tabla 6.11 se muestra el arreglo ortogonal del experimento para empaques usados actualmente.

TABLA 6.11 ARREGLO ORTOGONAL DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES USADOS ACTUALMENTE

Exp. No.	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
1	10 – 12	Costal fibra	5	Mandarina
2	10 - 12	Canasta plástica	10	Naranja
3	10 - 12	mallá	15	Limón
4	20 - 25	Costal fibra	10	Limón
5	20 - 25	Canasta plástica	15	Mandarina
6	20 - 25	mallá	5	Naranja
7	25 - 30	Costal fibra	15	Naranja
8	25 - 30	Canasta plástica	5	Limón
9	25 - 30	mallá	10	Mandarina

Fuente: construcción propia.

En la tabla 6.12 se ordena el experimento para empaques usados actualmente de acuerdo a la facilidad para la toma de resultados.

TABLA 6.12 ORDEN FINAL DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES USADOS ACTUALMENTE

Corrida No.	Exp real	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
1	1	10 - 12	Costal fibra	5	Mandarina
2	6	20 - 25	malla	5	Naranja
3	8	25 - 30	Canasta plástica	5	Limón
4	9	25 - 30	malla	10	Mandarina
5	2	10 - 12	Canasta plástica	10	Naranja
6	4	20 - 25	Costal fibra	10	Limón
7	5	20 - 25	Canasta plástica	15	Mandarina
8	7	25 - 30	Costal fibra	15	Naranja
9	3	10 - 12	malla	15	Limón

Fuente: construcción propia.

En la Tabla 6.13 se presentan los resultados del experimento para tres observadores en parámetros de textura, apariencia, color y olor, registrando el valor del atributo para el grado de sensibilidad al deterioro en empaques usados actualmente.

TABLA 6.13 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES USADOS ACTUALMENTE

	Exp No	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
	1	10 - 12	Costal fibra	5	Mandarina
	Textura blanda, pocas manchas negras, color amarillo intenso y sin olor				
	6	20 - 25	malla	5	Naranja
	Textura compacta con presencia de polvo, sin manchas, color amarillo intenso y sin olor				
	8	25 - 30	Canasta plástica	5	Limón
	Textura compacta con presencia de polvo, apariencia con pocas manchas negras, color verde claro y sin olor				
	9	25 - 30	malla	10	Mandarina
	Textura blanda, apariencia pocas manchas negras, color amarillo y sin olor				
	2	10 - 12	Canasta plástica	10	Naranja
	Textura compacta, color amarillo, pocas manchas cafés y sin olor				
	4	20 - 25	Costal fibra	10	Limón
	Textura Compacta, con polvo, tierra y paredes internas no lisas, color verde, con pocas manchas marrones, sin olor				

TABLA 6.13 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES USADOS ACTUALMENTE

	5	20 – 25	Canasta plástica	15	Mandarina	<p>Textura muy blanda con residuos de tierra, color marrón, apariencia con manchas oscuras, fuerte olor de descomposición y presencia de afectación por hongo de la fruta.</p>
 	7	25 – 30	Costal fibra	15	Naranja	<p>Textura muy blanda con polvo y tierra adheridos a la fruta, color marrón, apariencia con manchas oscuras, fuerte olor de descomposición y presencia de afectación por hongo de la fruta.</p> <p>Presenta sobre maduración, modificación de tamaño por deshidratación, exposición y corrugado de la epidermis, que va migrando hacia la dermis, se inicia la descomposición por el pedúnculo, por donde ingresa el ambiente del aire. Entre más tiempo se deje la fruta el sabor natural de la fruta varia por que la formación del azúcar ante la alteración, y las pequeñas pudriciones le dan un amargo, por el edulcorante.</p>
	3	10 – 12	malla	15	Limón	<p>Textura compacta con polvo y tierra, color verde claro, sin manchas, fuerte olor de descomposición y sin olor</p>

Fuente: construcción propia.

Durante el desarrollo del experimento se observa que las condiciones ambientales de humedades relativas son estables en el sitio de almacenamiento Finca el Palmar (latitud 4°19'56.27" y longitud -76°21'37.27"), registra valor de humedad relativa de 69+/- 5 % RH, tomado con un equipo de medición Termo higrómetro reloj y calendario digital modelo HTC-2 con sonda, para medición estable de temperatura y humedad, con alta precisión, rango de temperatura de -10°C a 50°C, con precisión de +/-1°C y resolución 0.1°C, rango de humedad 10% a 99% RH, con precisión de lectura de humedad +/-5%RH, y resolución de 1% RH, calibrado por MI S.A.S (metroinstrument ingeniería de medición y control). La Figura 6.3 muestra el equipo de medición de humedad y temperatura.



FIGURA 6.3 EQUIPO DE MEDICIÓN TERMO HIGRÓMETRO

Los datos del experimento contienen información de tipos de empaque, número de días, hora, humedad, temperatura y observación de características como color, olor, textura y apariencia, por parte de tres resultados de observación por parte de cultivadores con experiencia seleccionados aleatoriamente.

Durante la maduración de frutales citrus, se incrementan los carbohidratos, alcanzado sabor dulce, sin embargo, al incrementarse la madurez se altera el sabor de la fruta.

La textura es rígida para el limón y naranja y un poco menos para la mandarina, lo que caracteriza su capacidad de capturar agua, sin embargo, al madurar la fruta se torna mucho más blando

La variación de olores está originada por condiciones ambientales. El color cambia al descomponerse la clorofila, produciendo tonalidades del verde, alcanzando colores amarillos y rojizos al alcanzar maduración, incluye las sustancias como los carotenos, que son mayores en naranjas y menores en limones.

La humedad relativa baja (menos del 50%) no es conveniente por la deshidratación y disminución de peso y si es muy alta (mayor de 80%), favorece el crecimiento biológico de microorganismos.

Los frutales citrus son no climatéricos y deben recolectarse cuando fisiológicamente estén maduras, para esto el cultivador utiliza sus sentidos de acuerdo a la experiencia que tiene para determinar el tipo de frutos que debe recolectar.

Dependiendo del cliente, los frutales citrus se almacenan bajo variables controladas de temperatura, tiempos, y empaques para cada tipo de fruta. Las temperaturas por debajo de 5°C producen alteraciones en los cítricos, se recomienda en rango de 8 °C a 14 °C, en un tiempo máximo de tres segundos.

En la Tabla 6.14 se registra el resultado de la de determinación del grado de sensibilidad al deterioro (químico, físico y biológico) de las frutas citrus (mandarina, naranja y limón), para los experimentos realizados con los empaques que se usan actualmente (canastilla plástica, costal de fibra y malla). La primera columna corresponde al número del experimento. El análisis lo realizan tres observadores (OB1, OB2 y OB3), el resultado se expresa como grado de sensibilidad bajo (1), medio (3) y alto (5).

TABLA 6.14 MATRIZ DE DETERMINACIÓN DEL GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO DE LA FRUTA CITRUS EN EMPAQUES ACTUALES

Exp. No.	Químico			Físico			Biológico		
	OB1	OB2	OB3	OB1	OB2	OB3	OB1	OB2	OB3
Mandarina									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	3	3	3
5	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Naranja									
6	1	1	1	3	3	3	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	5	5	5	5	5	5
Limón									
8	1	1	1	1	3	3	1	1	1
4	1	1	1	3	3	5	3	3	3
3	1	1	1	3	3	3	5	5	5

Fuente: construcción propia.

Los resultados de observación presentados en la Tabla 6.13, se utilizaron para registrar en la hoja de cálculos del método Taguchi, los promedios de 3 observaciones del grado de deterioro de la mandarina, naranja y limón, por interacción con los empaques usados actualmente, realizando el diseño y determinación de experimento con los arreglos ortogonales, propios de tres niveles y cuatro variables para 9 experimentos, en el Apéndice 4 se presentan los resultados de la determinación del grado de sensibilidad al deterioro, que incluyen las tres observaciones para cada grado de sensibilidad al deterioro (Físico, Químico y biológico).

La información se consigna en la tabla de resultados de las observaciones OB1, OB2, OB3, obteniéndose el cálculo de las señales a ruido y desviación respecto al gran promedio para cada variable en sus tres niveles, se busca la desviación más pequeña (menor ruido), para encontrar la combinación óptima de variables en cada nivel de experimentación. En la Tabla 6.15 se muestra los resultados del diseño de experimento por el método Taguchi.

TABLA 6.15 MÉTODO TAGUCHI – DISEÑO DE EXPERIMENTO EMPAQUES ACTUALES

Tabla de resultados de los experimentos (Yi)

Exp. No.	OB1	OB2	OB3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	5	5	5
4	3	3	3
5	5	5	5
6	1	1	1
7	5	5	5
8	1	1	1
9	3	3	3
verificacion	1	1	1,66

Calculo de las señales a ruido

Exp. No.	SUMA (Yi) ² /n	LOGSUMA (Yi) ² /n	Np = -10*LOGSUMA (Yi) ² /n
1	1,0	0,000000	0,0000
2	1,0	0,000000	0,0000
3	25,0	1,397940	-13,9794
4	9,0	0,954243	-9,5424
5	25,0	1,397940	-13,9794
6	1,0	0,000000	0,0000
7	25,0	1,397940	-13,9794
8	1,0	0,000000	0,0000
9	9,0	0,954243	-9,5424
verificacion	1,6	0,200084	-2,0008
Gran promedio (u) =	-6,78033894		

El diseño de experimento de sensibilidad al grado de deterioro para la interacción empaque y frutas citrus, mediante el método Taguchi, permite calcular las señales a ruido a partir de los resultados del experimento.

A corresponde al factor o variable ; i corresponde al nivel

$mA1 = (N1+N2+N3)/3$	mA1	-4,65980
$mA2 = (N4+N5+N6)/3$	mA2	-7,84061
$mA3 = (N7+N8+N9)/3$	mA3	-7,84061 *
$mB1 = (N1+N4+N7)/3$	mB1	-7,84061 *
$mB2 = (Nn2+N5+N8)/3$	mB2	-4,65980 *
$mB3 = (N3+N6+N9)/3$	mB3	-7,84061 *
$mC1 = (N1+N5+N9)/3$	mC1	-7,84061
$mC2 = (N2+N6+N7)/3$	mC2	-4,65980
$mC3 = (N3+N4+N8)/3$	mC3	-7,84061 *
$mD1 = (N3+N4+N8)/3$	Md1	-7,84061
$mD2 = (N3+N4+N8)/3$	Md2	-4,65980
$mD3 = (N3+N4+N8)/3$	Md3	-7,84061 *

NP (Niveles óptimos de practicas y uso de empaques)

Combinación óptima A1,B2,C2,D2

La desviación mayor respecto al gran promedio para cada factor en sus cuatro niveles (mA_i, mB_i, mC_i, mD_i), A Temperatura (°C), B Tipos de empaque ; C Tiempo (días) , D Tipos de frutas, permitiendo encontrar la combinación óptima.

Predicción y diagnóstico de (Np) bajo condiciones óptimas

Combinación óptima A1,B2,C2,D2

Temperatura (oC) 3 ; Tipos de empaque n3 ; Tiempo (días) 3 ; Tipos de frutas3

$N_p \text{ óptimo} = u + (m_{A1} - u) + (m_{B3} - u) + (m_{C3} - u) + (m_{D3} - u)$

$N_p \text{ óptimo} = -7,84061$

Cálculo del valor de predicción de la característica de grado de sensibilidad al deterioro Y

$Y^2 = 10^{-(N_{opt}/10)} = 6,082201996$

Y predicción = 2,466212074

Se calcula la predicción y diagnóstico de (Np) bajo condiciones óptimas.

Cálculo de varianza

FUENTE	Grados libertad	SS (A,B,C)	Cuadrado prom
Temperatura	2	20,2350837	10,11754185
Tipo de empaque	2	20,2350837	10,11754185
Tiempo (días)	2	20,2350837	10,11754185
Tipo de fruta	2	293,924417	146,9622087
TOTAL		354,629669	
VARIANZA PARA EL EXPERIMENTO	=		146,9622087
LIMITE DE CONFIANZA	=	$N \text{ óptimo} \pm 2S$	
VARIANZA DEL ERROR DE PREDICCIÓN			
S_{pred}^2	=	$1/9 S_2 + 1/3 S_2 = 8/9 S_2$	
S_{pred}^2	=	65,31653722	
S	=	8,081864712	
2S	=	16,16372942	
LIMITE DE CONFIANZA	=	-7,84061	mas /menos 16,1637
N de verificación	=	-2,0008	

Se calcula la varianza del experimento y el límite de confianza.

Se calcula la Predicción y diagnóstico de (Np) bajo condiciones óptimas, utilizando el gran promedio U, para encontrar la señal a ruido óptima, que corresponde el mejor valor con la menor dispersión. Se determina el valor de predicción que corresponde al valor que debe obtenerse. Se calcula la varianza para determinar si el experimento está dentro de unos límites estadísticos de variación aceptable.

Se realiza la verificación, para la combinación óptima y se hace la observación, el resultado se incluye en la Tabla 6.15, con esto se obtiene la señal a ruido óptima de la verificación, el cual debe estar dentro del rango de límite de confianza.

Para el peligro físico de empaques usados actualmente el resultado es:

Temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque Canastilla, tiempo de almacenamiento de 5 días, y tipo de fruta mandarina, la verificación registra un Np: -5,6427, que está dentro del límite de confianza de -8,22842 y 8,54124.

Para el peligro Químico de empaques usados actualmente el resultado presentó ausencia de deterioro por contaminación química.

Para el peligro Biológico de empaques usados actualmente el resultado es:

Temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque Canastilla, tiempo de almacenamiento de 10 días, y tipo de fruta naranja, la verificación registra un Np -2,0008, que está dentro del límite de confianza de --7,84061 y 16,16372942.

6.2.2. Diseño de experimentos para empaques propuestos en el presente proyecto

Se realiza la planeación de experimento para determinar el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus en los empaques propuestos en el presente proyecto:

- a- Característica de grado de sensibilidad al deterioro: presencia de contaminación
- b- Tipo de Característica: Entre más pequeña es lo mejor, siendo el valor 1 el aceptable
- c- Se planean tres niveles para cada una de las cuatro variables.
- d- Variables a analizar:

Controlables: Humedad relativa, se considera constante en la zona de estudio

No controlables:

T: temperatura: temperatura de almacenamiento (tres niveles), ambientes refrigerados, ambiente interno, ambiente externo. En el nivel de menor a mayor temperatura

TE: Tipos de empaque: Empaques propuestos en el presente proyecto (tres niveles).

TF: Tipos de frutas: Tipos de fruta más comunes y de mayor producción (tres niveles). Del mayor deterioro al menor deterioro

TI: Tiempo de almacenamiento (tres niveles), desde el menor tiempo al mayor tiempo.

El espesor promedio del plástico es de 61+/- 2 micras, se miden con un medidor de calibre Mitutoyo de 0-10 milésimas de pulgadas (0-254 micras), resolución 0.1. En la Figura 6.4 se muestra el equipo de medición de espesores.



FIGURA 6.4 EQUIPO DE MEDICIÓN DE ESPESORES

En la Tabla 6.16 se presenta factores y niveles del experimento empaques propuestos

TABLA 6.16 FACTORES Y NIVELES DEL EXPERIMENTO EMPAQUES PROPUESTOS

VARIABLES	NIVELES		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Temperatura (°C)	10 - 12	20 - 25	25 - 30
Tipos de empaque	Plástico	Plástico perforado	Plástico sellable
Tiempo (días)	5	10	15
Tipos de frutas	Mandarina	Naranja	Limón

Fuente: construcción propia.

La Tabla 6.17 presenta el arreglo ortogonal requerido, y en la Tabla 6.18 el orden real del experimento para el empaque propuesto

TABLA 6.17 ARREGLO ORTOGONAL PARA EL EXPERIMENTO DE EMPAQUES PROPUESTOS

Exp. No.	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
1	10 - 12	Plástico	5	Mandarina
2	10 - 12	Plástico perforado	10	Naranja
3	10 - 12	Plástico sellable	15	Limón
4	20 - 25	Plástico	10	Limón
5	20 - 25	Plástico perforado	15	Mandarina
6	20 - 25	Plástico sellable	5	Naranja
7	25 - 30	Plástico	15	Naranja
8	25 - 30	Plástico perforado	5	Limón
9	25 - 30	Plástico sellable	10	Mandarina

Fuente: construcción propia.

TABLA 6.18 ORDEN REAL DE EXPERIMENTACIÓN DE EMPAQUES PROPUESTOS

Corrida No.	Exp. No.	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
1	1	10 - 12	Plástico	5	Mandarina
2	6	20 - 25	Plástico sellable	5	Naranja
3	8	25 - 30	Plástico perforado	5	Limón
4	9	25 - 30	Plástico sellable	10	Mandarina
5	2	10 - 12	Plástico perforado	10	Naranja
6	4	20 - 25	Plástico	10	Limón
7	5	20 - 25	Plástico perforado	15	Mandarina
8	7	25 - 30	Plástico	15	Naranja
9	3	10 - 12	Plástico sellable	15	Limón

Fuente: construcción propia.

En la Tabla 6.19 se presentan los resultados del experimento para tres observadores en parámetros de textura, apariencia, color y olor, registrando el valor del atributo para el grado de sensibilidad al deterioro en empaques propuestos en el presente proyecto.

TABLA 6.19 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES PROPUESTOS EN EL PRESENTE PROYECTO.

	Exp No	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas
	1	10 - 12	Plástico	5	Mandarina
Textura blanda, apariencia sin manchas, color verde y sin olor.					
	6	20 - 25	Plástico sellable	5	Naranja
Textura muy blanda, muchas manchas oscuras, color amarillo y olor leve.					
	8	25 - 30	Plástico perforado	5	Limón
Textura blanda, pocas manchas oscuras, color amarillo, sin olor y en buen estado					
	9	25 - 30	Plástico sellable	10	Mandarina
Textura muy blanda, muchas manchas oscuras, color café oscuro y olor fuerte, hongo y lixiviado					
	2	10 - 12	Plástico perforado	10	Naranja
Textura blanda, algunas manchas oscuras, color amarillo y sin olor					
	4	20 - 25	Plástico	10	Limón
Textura poco blanda, pocas manchas oscuras, color amarillo y sin olor					

TABLA 6.19 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO PARA EMPAQUES PROPUESTOS EN EL PRESENTE PROYECTO.

	5	20 – 25	Plástico perforado	15	Mandarina
	Textura blanda, pocas manchas cafés, color verde claro, sin olor y buen estado				
	7	25 – 30	Plástico	15	Naranja
	Textura muy blanda, muchas manchas cafés, color amarillo, con olor				
	3	10 – 12	Plástico sellable	15	Limón
	Textura muy blanda, muchas manchas marrones, color amarillo intenso y con olor y presencia de hongo				

Fuente: construcción propia.

En la Tabla 6.20 se registran los resultados de la observación del grado de sensibilidad al deterioro de la fruta citrus en empaques propuestos, para los experimentos realizados con los empaques propuestos en el presente proyecto (plástico, plástico perforado y plástico sellable), la primera columna corresponde al número del experimento, el análisis lo realizan tres observadores de la comunidad miembros de la junta directiva de la asociación (OB1, OB2 y OB3), y el resultado se expresa como grado de sensibilidad bajo (1), medio (3) y alto (5).

TABLA 6.20 MATRIZ DE DETERMINACIÓN DEL GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO DE LA FRUTA CITRUS EN EMPAQUES PROPUESTOS

Exp. No.	Químico			Físico			Biológico		
	OB1	OB2	OB3	OB1	OB2	OB3	OB1	OB2	OB3
Mandarina									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	5	5	5
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naranja									
6	1	1	1	1	1	3	3	3	5
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	3	5	5	5
Limón									
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	5	5	5

Fuente: construcción propia.

Los resultados de observación presentados en la Tabla 6.21, se utilizaron para registrar en la hoja de cálculos del método Taguchi, los promedios de la observación del grado de deterioro de la mandarina, naranja y limón, por interacción con los empaques propuestos; se encontró que de acuerdo a los resultados del experimento usando Taguchi, se realiza la verificación del arreglo óptimo para cada grado de sensibilidad al deterioro físico, químico y biológico.

TABLA 6.21 MÉTODO TAGUCHI – DISEÑO DE EXPERIMENTO EMPAQUES PROPUESTOS

Tabla de resultados de los experimentos (Yi)

Exp. No.	OB1	OB2	OB3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	5	5	5
4	1	1	1
5	1	1	1
6	3	3	5
7	5	5	5
8	1	1	1
9	3	5	5
verificacion	1	1	1

El diseño de experimento de sensibilidad al grado de deterioro para la interacción empaque y frutas citrus, mediante el método Taguchi, para empaques propuestos permite calcular las señales a ruido a partir de los resultados del experimento.

A corresponde al factor o variable ; i corresponde al nivel

$mA1 = (N1+N2+N3)/3$	mA1	-4,65980
$mA2 = (N4+N5+N6)/3$	mA2	-3,85449
$mA3 = (N7+N8+N9)/3$	mA3	-8,97224 *
$mB1 = (N1+N4+N7)/3$	mB1	-4,65980 *
$mB2 = (N2+N5+N8)/3$	mB2	0,00000 *
$mB3 = (N3+N6+N9)/3$	mB3	-12,82673 *
$mC1 = (N1+N5+N9)/3$	mC1	-4,31244
$mC2 = (N2+N6+N7)/3$	mC2	-8,51429
$mC3 = (N3+N4+N8)/3$	mC3	-4,65980 *
$mD1 = (N3+N4+N8)/3$	Md1	-4,31244
$mD2 = (N3+N4+N8)/3$	Md2	-8,51429
$mD3 = (N3+N4+N8)/3$	Md3	-4,65980 *

NP (Niveles óptimos de practicas y uso de empaques)

Combinación óptima A2,B2,C1,D1

La desviación mayor respecto al gran promedio para cada factor en sus cuatro niveles (mA_i, mB_i , mC_i , mD_i), (A Temperatura (°C) , B Tipos de empaque ; C Tiempo (días) , D Tipos de frutas), permite encontrar la combinación óptima.

Predicción y diagnóstico de (Np) bajo condiciones óptimas

Combinación óptima A2,B2,C1,D1

Temperatura (oC) 3 ;Tipos de empaque n3 ; Tiempo (días) 3 ; Tipos de frutas3

Np óptimo = u + (mA1 - u) + (mB3 - u) + (mC3 - u)+ (Md3-u)

Np óptimo = -9,31960

Cálculo del valor de predicción de la característica de grado de sensibilidad al deterioro Y

Y²= 10^{^-}(Nopt/10) 8,549879733

Y predicción 2,924017738

Se calcula la predicción y diagnóstico de (Np) bajo condiciones óptimas.

Cálculo de varianza

FUENTE	Grados libertad	SS (A,B,C)	Cuadrado prom
Temperatura	2	45,4369423	22,71847114
Tipo de empaque	2	252,937339	126,4686697
Tiempo (días)	2	32,6333443	16,31667215
Tipo de fruta	2	55,1488278	27,57441388
TOTAL		386,156454	
VARIANZA PARA EL EXPERIMENTO =			27,57441388
LIMITE DE CONFIANZA =			N óptimo +- 2S
VARIANZA DEL ERROR DE PREDICCIÓN			
S pred ² =	1/9 S ₂ + 1/3 S ₂ = 8/9 S ₂		
S pred ² =	12,25529506		
S =	3,500756355		
2S =	7,00151271		
LIMITE DE CONFIANZA =	-9,31960	mas /menos	7,00151271
N de verificación =	0,0000		

Se calcula la varianza del experimento y el límite de confianza

Como resultado del grado de sensibilidad al deterioro para los empaques propuestos en el presente proyecto se observó lo siguiente:

Para el peligro físico de empaques propuesto el resultado es:

Temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque plástico perforado, tiempo de almacenamiento de 15 días, y tipo de fruta Limón, la verificación registra un Np 0.000, que está dentro del límite de confianza de 1,88090 y 0.

Para el peligro Químico de empaques propuestos el resultado presentó ausencia de deterioro por contaminación química.

Para el peligro Biológico de empaques propuestos el resultado es:

Temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque Plástico perforado, tiempo de almacenamiento de 5 días, y tipo de fruta mandarina, la verificación registra un Np 0,000, que está dentro del límite de confianza de -9,31960 y 7,00151271.

En el Apéndice 4 se presenta el resultado consolidado del grado de sensibilidad al deterioro para empaques actuales y propuestos.

6.3 Valoración de pérdidas por posible contaminación

Se considera que las frutas citrus debe ser de primera (óptima), cuando el proceso de preparación de la tierra, cosecha y post cosecha, se ha desarrollado con aplicación de las mejoras prácticas agrícolas, sin embargo, por las condiciones de variación en el proceso de producción y tipología de empaques, pueden aparecer frutas de segundas y terceras durante la cosecha y postcosecha, esto no debe superar el 15 % de la producción.

También, se debe tener en cuenta la cantidad de producción, de acuerdo al estándar de números de árboles por hectárea. Así por cada 10000 m², sembrando árboles a 7 metros de distancia, se tendrían 239 árboles con un sistema de siembra triangular, con línea base en el centro del lote, en la Tabla 6.22 se muestran los rangos de distancias y número de árboles por hectárea.

TABLA 6.22 DISTANCIAS DE SIEMBRA Y DENSIDAD UTILIZADAS EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS

Frutas cítricas:	DISTANCIA		NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA	
	Maxima	Minima	Maxima	Minima
Mandarina				
Naranja				
limón	8 m x 6 m	7 m x 5 m	286	208

Fuente. Soto y Molina (2018)

Por otra parte, cada quince días se hace recolección, para que la fruta no se deje madurar mucho ya que se altera grado de sensibilidad al deterioro. El color ideal sería en 3 / 4 o sea 85% para que sea de primera, para el caso de la mandarina se maneja un precio de \$1680/kg, la naranja un precio de \$1200/kg, y el limón un precio promedio de \$1600/kg. Debido a que las frutas citrus tienen etapas de alta, media y baja producción, el agricultor se ve obligado a diversificar con otros cultivos como zapote, cacao y plátano.

La alta producción está relacionada con las condiciones climáticas (lluvias), con floración en seco, para la producción volumen medio, que es entre 60 % - 70 %, la floración es con lluvias, sin embargo, es susceptible a modificación con sistema de fertilización, poda de árboles, buen sistema de riego y control de plagas, y para la producción baja que es del 30 % es una etapa de letargo asociada a la edad de los árboles, y por lluvias excesivas en floración.

En Colombia se han valorado pérdidas del 12 % al 25 % del total de la producción de cítricos, el proceso es muy manual y no está estandarizado (Carvalho et al., 2012). Es muy difícil identificar cuando se ocasiona una contaminación por manipulación y en qué etapa de la operación se generó, puesto que la alteración en el fruto no deja visualizar su origen, como por ejemplo grado de madurez, inadecuada selección de primeras, segundas y terceras, indebido acopio y almacenamiento, residuos y pérdidas.

En la operación de postcosecha se debe conocer todos los riesgos en la interacción empaque y fruta, adoptar técnicas apropiadas para evitar la sobre maduración, asociado también a prácticas manuales inadecuadas y no estandarizadas de postcosecha, que se refleja en generación de mayores pérdidas y residuos.

No todos los miembros de Asocampoalegre, tienen sitios de almacenamiento, ya que entregan su producto a un comercializador, sin embargo, quienes almacenan no cuentan con una instalación adecuada, y no existe centro de acopio y distribución para frutales citrus seleccionados.

En la Tabla 6.23 se muestra la producción anual total para frutales citrus de Asocampoalegre en la selección de primeras, segundas y terceras.

TABLA 6.23 PRODUCCIÓN ANUAL TOTAL PARA FRUTALES CITRUS DE ASOCAMPOALEGRE

FRUTALES CITRUS	FRUTAS PRIMERAS kg/año	FRUTAS SEGUNDAS kg/año	FRUTAS TERCERAS kg/año	TOTAL kg/año
Limón	694.595	442.015	63.145	1.199.755
Mandarina	139.700	88.900	12.700	241.300
Naranja	60.995	38.815	5.545	105355
Total	895.290	569.730	81.390	1.546.410

Fuente: Asocampoalegre

Para entrega a supermercados de cadena se le descuenta un porcentaje por pérdidas en la entrega, por cada 100 kg se reponen el 4 % de posibles pérdidas para evitar la devolución.

- Cálculo de pérdidas por posible contaminación en entrega a Supermercados

En la Tabla 6.24 se registra las pérdidas en costo por kg.

TABLA 6.24 PÉRDIDAS EN COSTO POR KG PARA SUPERMERCADOS

FRUTA	Categoría	% pérdida cosecha	Costo \$ por kg	% pérdida	Costo \$ por kg	Empaque	Costo total \$ por kg
Mandarina	Primeras	0,7 kg (70%)	1800	1% postcosecha	18	Canastilla plástica	1710,7
				4% supermercado	71,3		
	Segundas	0,300kg (30%)	900	4% supermercado	36	Malla	864
	Terceras	NA					
Limón	Primeras	0,7 kg (70%)	1600	1% postcosecha	16	Canastilla	1520,6
				4% supermercado	63,4		
	Segundas	0,300 kg (30%)	1000	4% supermercado	40	Malla canastilla	960
	Terceras	NA					
Naranja	Primeras	0,7 kg (70%)	1200	1% postcosecha	12	Canastilla	1114,48
				4% supermercado	47,52		
	Segundas	0,300 kg (30%)	800	4% supermercado	32	Malla	768
	Terceras	NA					
Valor total							\$7300 por kg
Valor total con pérdidas							\$6937,78 por kg

- Cálculo de pérdidas por posible contaminación en entrega a Plaza de mercado

En la Tabla 6.25 se registra las pérdidas en costo por kg.

TABLA 6.25 PÉRDIDAS EN COSTO POR KG PARA PLAZA DE MERCADO

FRUTA	Categoría	% pérdida cosecha	Costo \$ por kg	% pérdida	Costo \$ por kg	Empaque	Costo total \$ por kg
Mandarina	Primeras	0,7 kg (70%)	1800	1% postcosecha	18	Canastilla plástica	1746
				2% plaza	36		
	Segundas	0,250 kg (25%)	900	2% plaza	18	Canastilla plástica	864
	Terceras	0,050 kg (5%)	500	2% plaza	10	Canastilla plástica	450
Limón	Primeras	0,7 kg (70%)	1600	1% postcosecha	16	Costal fibra	1552
				2% plaza	32		
	Segundas	0,250 kg (25%)	1100	2% plaza, solo cuando se vende limón escogido	22	Malla canastilla	1078
	Terceras	0,050 kg (5%)	500	2% plaza, solo cuando se vende limón escogido y se usa para jugos	10	Canastilla plástica	450
Naranja	Primeras	0,7 kg (70%)	600	1% postcosecha	6	Canastilla	542
				2% plaza	12		
	Segundas	0,300 kg (30%)	250	2% plaza	32	Malla	218
	Terceras	0,050 kg (5%)	50	2% plaza	1	Costal de fibra Canastilla plástica	45
Valor total							\$7300 por kg
Valor total con pérdidas							\$6945 por kg

- Cálculo de pérdidas por posible contaminación en entrega a tienda de frutas

En la Tabla 6.26 se registra las pérdidas en costo por kg.

TABLA 6.26 PÉRDIDAS EN COSTO POR KG PARA TIENDA DE FRUTAS

FRUTA	Categoría	% pérdida cosecha	Costo \$ por kg	% pérdida	Costo \$ por kg	Empaque	Costo total \$ por kg
Mandarina	Primeras	0,7 kg (70%)	1800	1% postcosecha	18	Canastilla plástica	1782
	Segundas	0,300 kg (30%)	1100	1% postcosecha	11	Malla	1089
	Terceras	NA					
Limón	Primeras	0,7 kg (70%)	1600	1% postcosecha	16	Canastilla	1584
	Segundas	0,300 kg (30%)	1100	1% postcosecha	11	Malla canastilla	1089
	Terceras	NA					
Naranja	Primeras	0,7 kg (70%)	1000	1% postcosecha	10	Canastilla	990
	Segundas	0,300 kg (30%)	750	1% postcosecha	7,5	Malla	742,5
	Terceras	NA					
Valor total							\$7350 por kg
Valor total con pérdidas							\$7276,5 por kg

Fuente: construcción propia.

De acuerdo con los valores de pérdidas por posible contaminación obtenidos, se estima en la Tabla 6.27 el total de pérdidas de producción al año, por tipo de frutales citrus.

TABLA 6.27 TOTAL DE PÉRDIDAS EN COSTO POR KG PARA PRIMERAS, SEGUNDAS Y TERCERAS

FRUTALES CITRUS	FRUTAS PRIMERAS \$/año	FRUTAS SEGUNDAS \$/año	FRUTAS TERCERAS \$/año	TOTAL \$/año	PORCENTAJE PÉRDIDAS POR PRODUCCIÓN AÑO
Limón	99.604.923	36.876.680	631.450	137.113.053	7,1%
Mandarina	22.533.610	6.604.000	127.000	29.264.610	6,7%
Naranja	5.338.282	3.171.740	5.545	8.515.567	6,7%
Total			174.893.230		7,05%

Fuente Construcción Propia

TABLA 6.28 DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO DE CONTAMINACIÓN EMPAQUES ACTUALES

Amenaza	NIVEL	Grado de sensibilidad al deterioro		
		Bajo	Medio	Alto
	Valor	1	3	5
Bajo	1	Contaminación química: lubricantes, grasas detergentes y agroquímicos como pesticidas	Contaminación química no detectada para materia prima (paletizados) Contaminación física en experimento 1,2 y 8	Contaminación biológica en experimento 4 y 9
Medio	3	Contaminación química, agroquímicos como pesticidas. Contaminación física, fibras e insectos	Contaminación física polvo, tierra y piedrecillas. Contaminación biológica materia prima, bacterias y virus	Contaminación física en experimento 6
Alta	5	Contaminación biológica, virus y parásitos	Contaminación biológica, ácaros y enfermedades virales	Contaminación biológica, bacterias, mesófilos y hongos. Contaminación biológica en experimento 3,5 y 7 Contaminación física en experimento 7

Fuente: construcción propia.

Para la determinación del riesgo específico de contaminación se tiene en cuenta el nivel de amenaza y el grado de sensibilidad al deterioro. El resultado en el caso de los empaques usados actualmente se muestra en la Tabla 6.28 y en el caso de los empaques propuestos se muestra en la Tabla 6.29.

TABLA 6.29 DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO DE CONTAMINACIÓN EMPAQUES PROPUESTOS

Amenaza	NIVEL	Grado de sensibilidad al deterioro		
		Bajo	Medio	Alto
	Valor	1	3	5
Bajo	1	Contaminación química no detectada	Contaminación física materiales extraños en el plástico. Contaminación biológica en experimento 1,2,4,5 y 8	Contaminación biológica en experimento 6
Medio	3	Contaminación biológica en experimento 1,2,4,5 y 8	Contaminación biológica, bacterias o virus Contaminación física con materiales extraños: piedras, astillas, cabellos y polvo	Contaminación biológica en experimento 6
Alta	5	Contaminación biológica, hongos, bacterias o virus Contaminación biológica en experimento 6	Contaminación biológica en experimento 6	Contaminación biológica en experimento 3,7 y 9

Fuente: Construcción propia

El riesgo total por contaminación o posibles pérdidas en costo por kg son más altas para el limón en malla, seguido por mandarina en canastilla y naranja en costal de fibra.

6.4 Lineamientos participativos como aporte al manejo sustentable de prácticas y empaques

Los lineamientos participativos construidos con la comunidad de Asocampoalegre, permiten que el manejo de la interacción empaques y frutas minimice los riesgos de contaminación que se puedan presentar con el producto

Posiblemente, no sea muy homogéneo las prácticas de cada predio para el empackado, pero es una aproximación a la prevención por contaminación y pérdidas de frutos citrus. Sin embargo, se puede

complementar la selección con un sitio de almacenamiento (galpón de empaque), para producciones mayores en cantidad (Chacón, 2020).

Se plantean los siguientes lineamientos:

Lineamiento de diseño sanitario

- Periódicamente revisar que la infraestructura cumpla con las condiciones de buenas prácticas, mediante una inspección en la que se verifique el estado de paredes, pisos, anegones, techos, mesa de selección, desagües, conexiones eléctricas y elementos de trabajo usados.
- Paredes sin grietas y porosidades, si es en ladrillo puede tener una pintura o cubierta lavable, si la unión de paredes y pisos no es redondeada, se debe asegurar limpieza en esa zona para evitar posibles focos de contaminación.
- Identificar las diferentes áreas del proceso, como por ejemplo espacios en donde se ubican materiales como fertilizantes, insecticidas, fungicidas-acaricidas, herbicidas, coadyuvantes, herramientas, empaques entre otros.
- Los pisos y zona de almacenamiento con cubierta de concreto, que estén pulidos, para evitar acumulación de polvo y facilitar la limpieza diaria. También se pueden señalar para delimitar zonas de ubicación de productos y pasillos.
- Los techos en buen estado, sin desprendimientos superficiales, en lo posible que permitan entrada de luz con cubiertas traslúcidas, que se evite la acumulación de suciedad, y que permitan fácil limpieza.
- Áreas con iluminación natural en lo posible, si hay luminarias en techo, deben tener una cubierta en acrílico para evitar contaminación en caso de rotura.
- Áreas con adecuada ventilación, natural o mecánica, directa o indirecta, para prevenir acumulación de polvo o condensaciones.
- Disponer de mecanismos para conocer temperatura del ambiente, para efectos de controles de almacenamiento.
- Los productos empacados se colocan separados de paredes y sobre estibas para no estar en contacto directo con el piso.
- Los espacios para la materia prima y producto empacado deben tener separación física o ubicados de manera aislada.
- Garantizar las buenas prácticas agrícola en la producción, y las buenas prácticas de manufactura en el empaque y despacho

Lineamientos manejo de proveedores:

- Dar a conocer a los proveedores de las materias primas e insumos sobre buenas prácticas de manejo en la manipulación.
- Conocimiento de lineamientos de saneamiento básico que contenga: (manejo de residuos, manejo de limpieza y desinfección, manejo de higiene y manejo de control de plagas).
- Seleccionar los proveedores y disponer de documentación correspondiente de constitución legal e información técnica del insumo

- Llevar récord de cumplimiento de entregas de los proveedores y respuestas a urgencias, para conocer su desempeño.
- Llevar seguimiento de inspecciones sensoriales de materiales recibidos

Lineamientos de manejo de limpieza y desinfección:

- Disponibilidad y determinación del tipo de utensilios usados para limpieza (balde, trapos, cepillos, escobas, recogedor), en colores claros, igualmente usar elementos de protección como guantes y gafas de seguridad, se recomienda ser usados exclusivamente para limpieza y desinfección del área de selección y para empaques (pisos, ventanas, paredes, puertas, angeos, lámparas, ventiladores, techos, estibas, mesa de selección, canastillas, mallas y costales), estos utensilios deben guardarse colgados en un organizador y asegurarse de que sean reemplazados una vez estén deteriorados.
- Disponibilidad y determinación del tipo de sustancias para aseo (detergentes líquidos, hipoclorito de sodio, limpiavidrios, líquido atrapa polvo, desinfectantes), se debe disponer de la información técnica de estas sustancias para actuar en caso de contacto con el cuerpo.
- Definir cronograma de periodicidad de limpieza y desinfección según el área
- Debe hacerse el triple lavado de recipientes usados para agroquímicos líquidos
- Llevar seguimiento de inspecciones sensoriales de limpieza y desinfección

Lineamientos de manejo de residuos:

- Recolección de residuos clasificados según el tipo en recipientes demarcados con colores:
- Residuos no aprovechables en color negro (barrido, residuos impregnados de comidas, trapos sucios, y envases plásticos de agroquímicos perforados).
- Residuos aprovechables en color blanco (plástico, vidrio, metal, papel y cartón).
- Residuos orgánicos aprovechables en color verde (residuos de frutos cítricos, corte de prados).
- Los recipientes deben tener tapa y ubicarse en la parte externa, en sitio abierto y con techo.
- Definir periodicidad de entrega de residuos:
 - Residuos no aprovechables: entregados en la ruta de recolección de servicio de aseo municipal.
 - Residuos aprovechables: entregados a un gestor de reciclaje
 - Residuos orgánicos aprovechables: entregados a un gestor de compostaje para aprovechamiento como abonos
- Limpieza y lavado periódico de recipientes de residuos
- Inspección sensorial de área de disposición de residuos

Lineamientos de manejo de higiene agrícola para la producción limpia en postcosecha:

- Si se requiere almacenar agua, asegurarse de tener establecidos periodos de limpieza de los tanques.
- Los animales domésticos deben estar alejados con barreras físicas del área de empaques
- El área en donde se hace el compostaje, debe estar alejado del sitio en donde se manipula y almacena frutos empacados.

- Los agroquímicos deben estar almacenados en sitios separados físicamente de los frutos citrus empacados.
- Si se trasvasan los agroquímicos en otros recipientes, estos deben estar limpio y secos, se debe identificar legiblemente el nombre de la sustancia, usar siempre el mismo recipiente y no mezclar sustancias.
- Usar ropa limpia y seca, preferiblemente de manga larga para protegerse
- Cubrir el cabello, y usar tapabocas si tiene barba abundante
- Uñas cortas y lavado de manos frecuente
- Evitar el uso de joyas
- Evitar toser o estornudar sobre los frutales citrus
- Las frutas citrus se depositan cuidadosamente en recipientes limpios una vez se seleccionan, evitar golpes durante su apilado y proteger de la lluvia.
- Limpiar los empaques nuevos con un trapo seco y limpio
- Lavar y secar los empaques usados, asegurar que re usen para el mismo tipo de frutales citrus

Lineamientos de manejo de control de plagas:

- Los controles efectivos de fumigación deben realizarse con las medidas de protección personal adecuadas como: (mascarillas con filtro, gafas de seguridad y guantes).
- Disponer de la identificación del tipo de plagas más comunes en área de postcosecha y almacenamiento (artrópodos, roedores, voladores).
- Para control de roedores, utilizar trampas adhesivas
- Llevar registros de avistamiento de plagas.
- Para control de insectos y voladores, adecuar áreas encerradas, ventanas y puertas con angeos, trampas insectocutores y lámparas atrapa insectos

Lineamientos de manejo de almacenamiento y transporte:

- Los sitios de almacenamiento deben ser secos, con ventilación
- Las materias primas e insumos se almacenan con separación física respecto a los frutales citrus empacados
- Los empaques nuevos y usados se almacenan separados y no se colocan directamente en el suelo, se guardan en una caja o bolsa sellada.
- En lo posible los insumos deben estar en su empaque original o en recipientes sellados, identificados de manera legible con el nombre de la sustancia.
- Para transporte utilizar vehículos que han tenido un saneamiento básico (fumigación para plagas, limpieza y desinfección del vehículo, higiene y manejo de residuos).
- Para evitar contaminación cruzada de las frutas citrus no transportar conjuntamente en el mismo vehículo, otro tipo de sustancias peligrosas químicas
- Se pueden realizar fumigaciones complementarias programadas con intervalos de 7-10 días (López 2003)
- Hacer inspección de saneamiento básico al vehículo antes del cargue
- En caso de transportar otros tipos de alimentos, deben estar debidamente envasados, rotulados y ubicados separadamente.

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

7.1 Discusión

Las teorías de riesgos planteadas de Beck y Luhmann nos enfocan en una comprensión sociológica del complejo mundo moderno. En el presente proyecto se asocia que los antropólogos y sociólogos modernos han sugerido en el riesgo un factor cultural, que se aprehende en la socialización primaria (Luhmann, 2006), una oportunidad para la comunidad de cultivadores asociados que encuentran la necesidad de comunicar la interacción de sus prácticas, más que en las acciones individuales aisladas de la ejecución de las mismas. En que se coordinen y ejecuten los manejos de prácticas de agrícolas, para minimizar riesgos mediante la socialización a los miembros de la comunidad.

Una colectividad es un sistema o subsistema de acción concertada que está dirigida por una orientación de valor común, y en la que los valores comunes se hayan integrados por motivación en la acción. Esta integración de valores comunes, si se manifiesta en la acción de grupos o colectividades solidarios, es lo que caracteriza como integración parcial o total de los sistemas sociales (Fernández, 2011). Para la comunidad de Asocampoalegre, el estar asociados bajo unos estatutos que rigen su funcionamiento, les permite compartir conocimientos, prácticas, medios y actividades, en pro de ser exitosos en la calidad de los frutales citrus y en minimizar las pérdidas.

Entre las necesidades más representativas para la comunidad está el adecuado almacenamiento, como la temperatura y humedad relativa, parámetros que juegan un papel importante en cuanto al deterioro de la fruta y su calidad (Idarraga, 2012). Los miembros de la asociación son en su mayoría cultivadores que entregan sus frutos a comercializadores locales, sin embargo, cobra validez que algunos cultivadores estén incursionando como comercializadores y para esto deben estar adecuando zonas de almacenamiento y con los resultados del presente proyecto, podrían minimizar los riesgos de contaminación de las frutas en la postcosecha.

El objetivo de las buenas prácticas de manufactura es reducir el riesgo por contaminación de productos frescos durante el manejo, empaque, almacenamiento y transporte. Este se compone de tres elementos principales: seguridad alimentaria, buenas prácticas y calidad del producto. Juntos, estos elementos contribuyen a producir productos seguros y de buena calidad. La aplicación de las buenas prácticas de manufactura es, por lo tanto, fundamental para garantizar que todas las instalaciones y equipos utilizados en el manejo de productos frescos permanezcan sanitarios y no presenten un riesgo por contaminación química, física o microbiológica para el producto (Chacón, 2020). Las buenas prácticas de manufactura se aplican en manipulación del producto y las buenas prácticas agrícolas en la cadena de operación, por esto los lineamientos participativos son prerrequisitos para la minimización de los riesgos de contaminación.

La necesidad de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos está firmemente integrada en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La pérdida y el desperdicio cualitativos de alimentos se refieren a la disminución de los atributos de los alimentos que reduce su valor en cuanto a su uso previsto. Una reducción de la calidad puede tener como resultado un alimento nocivo, ocasionando riesgos para la salud de los consumidores. Lo que realmente se necesita es una reducción de los peligros para la inocuidad alimentaria presentes en los alimentos (FAO, 2019). Y es lo que necesitan conocer la comunidad de Asocampoalegre, al reducir los peligros de contaminación y conocer el nivel de amenaza, además del grado de sensibilidad al deterioro bajo condiciones ambientales y las posibles pérdidas por contaminación, van a poder reducir los riesgos de contaminación mediante los lineamientos de manejo sustentable de prácticas y empaques.

Los riesgos de contaminación no son de origen natural, son de origen antrópico, y pueden generar desastres de origen tecnológico, se menciona que el impacto puede causar diferentes tipos de alteraciones. En general, pueden considerarse como elementos bajo riesgo la población, el medio ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos (Cardona, 1991), sin embargo, no se menciona los alimentos como elemento bajo riesgo.

La UNDRO en conjunto con la UNESCO promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en los últimos años (UNDRO, 1979). Sin embargo, no aplica para la organización internacional de estándares (ISO), en las que la conceptualización del riesgo se ha presentado de forma diferente respecto confundir el nivel de amenaza con el nivel de riesgo. Entendiendo que la evaluación de la vulnerabilidad contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso (Cardona, 1991).

La evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados (Cardona 1991), para el proyecto no se dispone de información histórica registrada para peligros, por eso se realiza el sondeo participativo y se investiga sobre los peligros de los materiales y tipos empaques producidos.

7.2 Conclusiones

- Los cultivadores de la Asociación de Asocampoalegre tienen un grado de conocimiento de actividades de la operación postcosecha, sin embargo, son diversos los manejos de prácticas y empaques, las cuales fueron analizadas determinando el riesgo por contaminación por interacción empaque y fruta, mediante metodologías cualitativa (sondeo participativo) y cuantitativas (diseño experimento de Taguchi) para frutales citrus.

- En la operación de postcosecha pueden aparecer factores de contaminación o peligros físicos, químicos y biológicos, en la interacción empaque y fruta, además del efecto de las condiciones ambientales sobre el grado de sensibilidad al deterioro de frutales citrus, por tanto, la estrategia del sistema de aseguramiento y mejora es la prevención bajo el esquema de lineamiento de manejo sustentables de buenas prácticas de manufactura (BPM) y de empaques, cumpliendo los principios de integralidad y programas prerrequisitos, para garantizar que se logre cualidades de ser frutas aceptadas por el comprador, proteger responsablemente el medio ambiente, y el progreso social de los cultivadores, abarcando medidas de control en la operación de postcosecha, la sustentabilidad y el bienestar de la comunidad de Asocampoalegre.
- A medida que se hace más específica la dinámica en la operación postcosecha, se va ampliando la complejidad de la gama de peligros en la determinación del riesgo por contaminación. En el presente proyecto el riesgo asociado a la interacción empaques y frutales citrus incluye material de empaques, el tipo de empaques y las condiciones ambientales, además de la valoración de pérdidas por posible contaminación. Es de interés de la comunidad de Asocampoalegre complementar este conocimiento, que hace parte de los requisitos para aplicar a certificación de Buenas prácticas agrícolas (BPA).
- En esta investigación se plantea un tipo de riesgo tecnológico, frente al manejo sustentable de prácticas y empaques que permitan minimizar los riesgos de contaminación en la interacción empaque y fruta, favorecida por la dinámica sociocultural de la comunidad de la Asociación, en donde las acciones no son individuales, sino de concertación y aceptación de experiencias exitosas, y mediante la técnica cualitativa de sondeo participativo y técnica cuantitativa de diseño de experimento Taguchi, permitieron el auto reconocimiento de las mejores prácticas en postcosecha.
- El sondeo participativo semiestructurado con guía de tema diseñado en conjunto con los actores sociales de Asocampoalegre, permitió indagar de manera inductiva sobre prácticas en postcosecha, tipos y uso de empaques, para realizar la clasificación valorativa del resultado del nivel de amenaza.
- La aplicación del método Taguchi mediante un diseño de experimentos, permitió determinar el arreglo óptimo que genera el mejor resultado (menor ruido) en la variabilidad para los factores de contaminación físicos, químicos y biológicos. por interacción empaque y frutales citrus bajo condiciones ambientales, teniendo en cuenta los tipos de empaques más utilizados resultantes del sondeo participativo, la temperatura, tiempo de almacenamiento, en condiciones de humedad constante. Además, se realizó el experimento para tres empaques propuestos en el proyecto (plástico, plástico sellable y plástico perforado).
- Los resultados de la determinación del riesgo por contaminación en la interacción empaque y frutas citrus, teniendo en cuenta los materiales de fabricación de empaques, los tipos de empaque y las condiciones ambientales, proporciona a la comunidad de Asocampoalegre

herramientas como lineamientos para acciones de prevención en el manejo sustentable de prácticas y empaques.

- Los resultados de la determinación de las amenazas mediante el sondeo participativo fueron:
 - Nivel de amenaza alto (probabilidad alta y severidad alta), para el peligro biológico, por contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, mesófilos) y Hongos, para los empaques que actualmente se usan con mayor frecuencia, (Costal de fibra, canastilla y malla plástica). Se propone lineamientos de control preventivo basado en manejo de saneamiento básico (control de plagas, higiene, limpieza y desinfección y manejo de residuos). Al ser significativo, se definen periodicidades cortas y seguimiento continuo sobre inspecciones y pérdidas, permitiendo el auto reconocimiento del peligro y la efectividad del control.
 - Nivel de amenaza medio (probabilidad media y severidad alta), para el peligro físico, y biológico, las condiciones e instalaciones de acopio son variables en su ubicación y no se han estandarizado, se propone el lineamiento de manejo de almacenamiento y diseño higiénico, con periodicidad de inspecciones de seguimiento.
 - Nivel de amenaza baja, (probabilidad baja y severidad media), para el peligro químico y físico, en general se observa que los agroquímicos no se almacenan en el mismo sitio que los frutales citrus, y se utilizan solo los insumos que están aprobados por la Asociación (fertilizantes, insecticidas, fungicidas herbicidas, coadyuvantes) y hay control de insectos. Se propone lineamiento de control de proveedores para dar continuidad al resultado.

- Los resultados de la investigación teórica para la determinación de las amenazas de los materiales componentes de empaques que actualmente se usan con mayor frecuencia fueron:
 - Nivel de amenaza medio (probabilidad media y severidad media), para el peligro físico, por posible contaminación con materiales extraños como piedras, astillas, cabellos, polvo, tierra, clavos, insectos, fragmentos de vidrio etc., debido a que las condiciones de almacenamiento actual de las parcelas no son homogéneas y es muy variable el control preventivo para materiales extraños, se propone lineamiento de almacenamiento, teniendo en cuenta el transporte cuando comercialicen directamente el producto.

- Los resultados de la investigación teórica para la determinación de las amenazas de los materiales componentes de empaques propuestos fueron:
 - Nivel de amenaza medio (probabilidad alta y severidad baja), para peligro biológico, hay variedad de amenazas por el contacto del empaque con microorganismos, aunque hay alta estabilidad de transformaciones adversas, se propone lineamiento de manejo de plagas, con periodicidad de inspecciones.
- Los resultados del diseño de experimento aplicando el método Taguchi, para analizar el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta en contacto con empaques que actualmente se usan con mayor frecuencia fueron:
 - Para el peligro físico la menor señal de deterioro y variabilidad fue a temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque Costal fibra, tiempo de almacenamiento de 5 días para tipo de fruta mandarina, y canastilla plástica para 10 días y tipo de fruta naranja.
 - El resultado presentó ausencia de sensibilidad al deterioro por contaminación química.
- Los resultados del diseño de experimento aplicando el método Taguchi, para analizar el grado de sensibilidad al deterioro de la fruta en contacto con empaques propuestos en el proyecto fueron:
 - Para el peligro Biológico la menor señal de ruido y variabilidad fue:
 - A temperatura 10°C-12°C, tipo de empaque Plástico, tiempo de almacenamiento de 5 días para tipo de fruta mandarina, y Plástico perforado, por 10 días para naranja.
 - A temperatura 20°C-25°C, tipo de empaque Plástico, tiempo de almacenamiento de 10 días para tipo de fruta limón, y Plástico perforado, por 15 días para mandarina
 - A temperatura 25°C-30°C, tipo de empaque Plástico perforado, tiempo de almacenamiento de 5 días para tipo de fruta limón.
 - El resultado presentó ausencia de sensibilidad al deterioro por contaminación química.
- La estimación de las posibles pérdidas por contaminación, representan un 7,1% en limón, 6,7% en mandarina y 6,7% en naranja, asociadas a su producción en toneladas /año, se obtuvo un estimado de pérdidas de 7,05% por producción total al año de mandarina, naranja y limón.
- Se plantea darle continuidad al análisis de estas amenazas, ya que pueden presentarse cambios, siempre existirán en esta sociedad moderna amenazas de daños futuros por contaminación, asimismo es factible hacer el análisis para otros tipos de frutas producidas en la Asociación.

- Queda la posibilidad de complementar el estudio de la vulnerabilidad para las personas y el medio ambiente.
- Al ser más específico el estudio de los procesos productivos, se incrementa la complejidad de los riesgos por contaminación, es importante considerar otro tipo de metodologías como el análisis multicriterio, partiendo de la Identificación, análisis del problema y las características de la zona de estudio, se incluyen otros criterios o variables, como económicos, ambientales o sociales, ente otros, con una visión integral, de manera que se identifique relevancia y peso relativo de los criterios, con la participación de la opinión de actores sociales.
- Se observan prácticas enfocadas en aprovechamiento de residuos de frutas citrus que no se comercializan por sus características de contaminación presentes, y que puede ser entregada al comercializador miembro de la Asociación que tiene dispuesto un proceso de compostaje, son tres cámaras de procesamiento de residuos orgánicos y que mediante gestión de la junta directiva de Asocampoalegre puede darse una relación de sinergias para aprovechar residuos y disponibilidad de abonos orgánicos, y así promocionar en los cultivadores su proceso de avance hacia comercialización y aprovechamiento.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arocena, F., Gamboa, M. (2011). Marco conceptual e hipótesis de trabajo para la regionalización cultural, Universidad de la República, Dirección Nacional de Cultura, Programa Viví Cultura. Uruguay
- Asohofrucol. (2006). Sociedad de Comunidades de agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca - SAG. Santiago de Cali
- Beck, U. (1998). La sociedad del riesgo Hacia una nueva modernidad Título original: Risikogesellschaft. Aufdem Weg in eine andere Moderne Publicado en alemán por Suhrkamp, Francfort del Ediciones Paidós Ibérica, S.A., Barcelona
- Beltrán, M., Marcilla, A. (2012). Tecnología de polímeros procesados y propiedades, publicaciones de la Universidad de Alicante, España
- Bohórquez, G., Carreño, C. (2014). Optimización viva útil de la canastilla reciclada y control de inventarios, universidad de la sabana instituto de post grados fórum, Chía, Cundinamarca
- Byrns, M., Penning, T. (2009). Toxicología ambiental: cancerígenos y metales pesados Goodman ...Recuperado <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1882§ionid...>
- Cadefique. (2006). Guía ambiental del subsector fiquero, cadena productiva nacional del fique, segunda edición, Bogotá
- Cardona, O. (1991). “Determinación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo”, taller regional de capacitación para la administración de desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá
- Carvalho, C., Navarro, P., Salvador, A. (2012). Serie Lasallista Investigación y Ciencia, Cítricos: cultivo, postcosecha e industrialización, capítulo 9, Corporación universitaria lasallista, Caldas.
- Cervera, A. (2003). Envases y embalajes: la venta silenciosa. Segunda edición, Madrid España, capítulo 2. 2003.
- Chacón, J. (2020). Diseño de un centro de acopio y distribución para frutales y cultivadores seleccionados de una comunidad del centro del Valle del Cauca. Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle.
- Cerdá, E., Khalilova, A. (2016). Economía circular, estrategia y competitividad empresarial, España, recuperado <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomíaIndustrial/RevistaEconomíaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%2C%20julio%202021>, julio 2021.
- Cody, M., Gravanl, R., Smith, M., Dooher, C., White5, CH. 2011. International Food Information Council Foundation Food and Health Survey, 2006–2010, Food Safety: A Web-enabled Survey Food Protection Trends, Vol. 32, No. 6, Pages 309–326.
- Codex Alimentarius. (2004). Directrices Generales sobre muestreo CAC/GL 50-2004. Recuperado de: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/es/> noviembre 2020
- Codex Alimentarius. (2016). Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comisión del codex alimentarius manual de procedimiento vigésima quinta edición organización mundial de la salud organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura roma, 2016
- CVC. (2019a). Inicio temporada de lluvias 2019, recuperado <https://www.cvc.gov.co/temporadalluvias>, marzo 2019.

CVC. (2019b), operativos control madera ilegal, recuperado <https://www.cvc.gov.co/operativoscontrol>, febrero 2019

Durán, R., Villa, A. (2017). Evolución de los parámetros de grado de sensibilidad al deterioro de naranja valencia producida en el municipio de Chimichagua, Cesar - Colombia.

Echeverría, G. (2005). Análisis cualitativo por categorías, Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Escuela de Psicología. Santiago de Chile

Echeverry, R., Franco, L., González, M. (2015). Fique en Colombia, primera edición, ITM, Medellín.

EFSA. (2009). Instituto Federal Alemán para la determinación de Riesgos – BPA. Sobre la determinación de riesgos para la salud asociados con el bisfenol A (BPA) en alimentos y otras ...Recuperado <https://es.factsaboutbpa.org/safety.../germany's-federal-institute-risk-assessment>

FAO. (2012). Manual de Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola, segunda edición, Santiago de Chile.

FAO. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma.

Faulin, J., Juan, A. (2005). Simulación de Monte Carlo con Excel, V. 5 No. 1 ISSN 1666-1680, Buenos aires, Argentina, Recuperado <http://www.cyta.com.ar>

FDA. (2016). Manufactured Food Regulatory Program Standards, recuperado <https://www.fda.gov/food/cfsan-constituent-updates/manufactured-food-regulatory-program-standards-2016-updates>, Octubre 2019

FDA. (2018). Título 21 Alimentos y Medicinas, capítulo 1 - Administración de Drogas y Alimentos, Departamento de la salud y servicios humanos, código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos de América, parte 110 - buena prácticas de manufactura, empaque almacenaje de alimentos para los seres humanos, North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division. Recuperado <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/fda.pdf>, octubre 2020

Fernández, C. (2011). Teoría, sociedad y poder en Talcott Parsons, C. Wright Mills, Jurgen Habermas y Anthony Giddens [en línea]. Tesis de Doctorado, Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y de la Comunicación. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/teoria-sociedad-poder-talcott.pdf> enero 2021

Ferro, A. (2001). El cultivo de los cítricos, módulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural, PROHACIENDO, Ibagué.

Garraín, D., Vidal, R., Franco, V., Martínez, P. (2008). Análisis del ciclo de vida del reciclado del polietileno de alta densidad, Instituto Tecnológico del Plástico, Grupo de Ingeniería del Diseño GID, Valencia, España.

- Gómez, R. (2010). Inverse logistics a process with environmental and productivity impacts, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas.
- Guevara, J. (2012). Sistema de producción de un empaque sustentable, ciudad universitaria, México DF.
- Gutiérrez, N., Pastrana, E., Castro, J. (2011). Evaluación de prerrequisitos en el sistema HACCP en empresas del sector agroalimentario, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Honorio, G. (2017). Empacado de verduras y frutas frescas, Universidad Nacional Agraria la Molina, Citrus-Perú.
- Icontec. (1997). Norma Técnica Colombiana. NTC 4086. Frutas frescas naranja Valencia especificaciones, Bogotá
- Icontec. (2021). Norma Técnica Colombiana. NTC 4087. Frutas frescas. lima Tahiti. Especificaciones Bogotá
- Icontec. (2007). Norma Técnica Colombiana. NTC 5422. Empaque y embalaje de frutas, hortalizas y tubérculos frescos. Bogotá.
- IFIC. (2020). The International Food Information Council (IFIC) Foundation has published five trends for food and nutrition in 2020. Interest in sustainability, USA
- Idarraga, A. (2012). Prácticas agrícolas desde un enfoque agroecológico como aporte al desarrollo local sustentable de la organización de Asocampoalegre en el corregimiento de Campoalegre, Andalucía, Valle del Cauca. Universidad Autónoma de Occidente Facultad de Ciencias Básicas, Cali, Valle.
- ICA. (1992). Instituto Colombiano agropecuario, recuperado www.ica.gov.co › normas-ICA, octubre 2019.
- Invima. (2012). Resolución 4143 de 2012(diciembre 7) diario oficial no. 48.642 de 12 de diciembre de 2012, ministerio de salud y protección social, Bogotá
- Jiménez, B., Gómez, C. (1996). Manual de determinación en psicología clínica y de salud, determinación de la calidad de vida, Universidad Autónoma, Madrid, España
- Kolluru, R., Bartell, S. (1998). Manual de determinación y Administración de Riesgos – Rao Kolluru .., México, Recuperado <https://www.librosvirtual.com/.../manual-de-evaluacion-y-administracion-de-riesgos-r>, nov 2018.
- Lavell, A. (1996). “Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: problemas y conceptos”. En Fernández, María Augusta. Ciudades en riesgo. LA RED. USAID. Citrus, Perú.
- Lavell, A. (2008). Una visión de futuro: La gestión del riesgo, San José de Costa Rica, recuperado diciembre 2019 http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd26/gestion_riesgos.pdf
- López, A. (2003). Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Del campo al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/Y4893S/Y4893S00.htm>
- López, R., Cárdenas, D. (2002). Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia colombiana, Minambiente y SINCHI, Bogotá, Colombia.

- Luhmann, N. (2006). *Sociología del riesgo*, Universidad Iberoamericana, México, D. F.
- Madero, E., Núñez, C. A. (2009). Cambios en coberturas de áreas y usos del suelo en tres humedales en el Valle del Cauca. *Acta Agronómica*, 58(4), 308-315. Recuperado de http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/viewFile/12541/13136
- Martínez, O., Roman, M., Gutierrez, E., Medina, G., Florez, O. (2003). Caracterización sensorial de fibras de algunas futas comunes en Colombia, recuperado enero 2021, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169817981001>.
- Martínez, A., Porcelli, A. (2016). Un difícil camino en pos del consumo sustentable; el dilema entre la obsolescencia programada, la tecnología y el ambiente, vol. 14, No 18, Perú. Recuperado <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/lex/article/view/1248>, noviembre 2020.
- Martínez, R. (2013). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento, Departamento de Ciencias Analíticas. Facultad de Ciencias. UNED, España
- Mateus, D., Orduz, J. (2015). Mandarina Dancy: una nueva alternativa para la citricultura del piedemonte llanero de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4499/449944864009>, diciembre 2020
- MERCOSUR. (1999). ... Resinas para Envases y Equipamientos Plásticos en contacto con Alimentos ... Resolución 015/1999, Creación de la Comisión Socio laboral del MERCOSUR
- Monnet, J. (2013). "El territorio reticular", p.1/18, halshs.archives-ouvertes.fr, recuperado https://halshs.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1057267/filename/Monnet2013-Territorio_reticular.pdf, enero 2020
- Montgomery, D. (2005). *Diseño y análisis de experimentos*, Universidad Estatal Arizona, Editorial Limusa, México
- Morales, N., Robayo, R. (2015). Recubrimientos para frutas, volumen 23, No 35 revista "Alimentos hoy"- Asociación colombiana de ciencias y tecnología de alimentos, Bogotá
- Moreno, M., Camacho, O. (2011). Riesgos tecnológicos en la enseñanza de la ingeniería. *Ciencia e Ingeniería*, Departamento de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Mérida, Venezuela. recuperado: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5075/507550790008>, noviembre 2020.
- Murray, R., Candan, A., Vázquez, D.(2019). *Manual de postcosecha de frutas: manejo integrado de patógenos*, p 19, Buenos aires, Argentina.
- Navarro, S. (2012). *Fisiología, de postcosecha*. UNI. Argentina. Recuperado <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Fisiologiaposcocsecha.pdf>, noviembre 2020
- Navia, D., Ayala, A., Villada, H. (2014). Interacciones empaque-alimento: migración, revista *ingenierías universidad de Medellín*, 13(25), 99-113. <https://doi.org/10.22395/rium.v13n25a7>
- Olmedo, G. (2017), *Acción anti fúngica de compuestos químicos sobre hongos Fito patógenos que afectan frutos de interés regional*, Argentina
- Organización Asocampoalegre. (2013), *Protocolo de producción de cítricos*, pág. 3. Andalucía, Valle del Cauca, Colombia.

Otzen, T., Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile

OSHA. (2016). HAZARD COMMUNICATION Hazard Classification Guidance for Manufacturers, Importers, and Employers Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor, USA.

Pellegrini, P. (2007). Riesgo y contexto. Un análisis sobre el discurso del riesgo tecnológico en los movimientos sociales Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. XVIII, núm. 35, noviembre, 2007, pp. 51-88 Universidad Nacional de Entre Ríos Concepción del Uruguay, Argentina. Recuperado <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=145/14503503>.

Pérez, M., Jiménez, A. (2009). Crecimiento y abscisión del fruto de naranja "Valencia" (Citrus sinensis L. Osbeck) en un huerto del estado portuguesa, Bioagro. volumen. 21, Venezuela

Ramírez, O. (2009). Riesgos de Origen tecnológico: apuntes conceptuales para una definición, caracterización y reconocimiento de las perspectivas de estudio del riesgo tecnológico. ECAPMA – Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Revista Luna Azul ISSN 1909-2474 No. 29.

Rodríguez, J. (2011). Diseño sanitario para la industria alimenticia Ecuatoriana, Maestría en procesamiento y conservación de los alimentos, Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química, Ecuador.

Ruiz, M. (2000). Reducción de daños mecánicos en la manipulación de frutas Altisent - Vida Rural VII (113), España.

Selke, S. (1997). Understanding plastics packaging technology, Hanser Gardner Publications Inc, Cincinnati, USA

Soto, E., Molina, P. (2018). introducción 5 II. prácticas agrícolas para sistemas productivos de agricultura familiar, Perú

Superservicios. (2019). Informe disposición final de residuos sólidos-, recuperado https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion_final_2019_1.pdf

Taylor, S., Bogdan, J. (2000). metodología cualitativa, recuperado <https://asodea.files.wordpress.com/.../taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>

Thompson, K. (1998). Tecnología Post - Cosecha de Frutas y Hortalizas, convenio SENA-Reino Unido Armenia, Colombia

Triana, M., González, G., Paspur, S. (2008). Estudio de las propiedades mecánicas de la madera de palosangre (brosimum rubescens taub.), procedencia: Leticia, Amazonas Colombia forestal, vol. 11, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia

Torres, G., Farias, M., Aguirre, C. (2019). El cultivo de limón: fenología y principales enfermedades en Tucumán, Argentina

UNDRO. (1979a). Compendium of current knowledge on disaster, Recuperado <https://www.preventionweb.net/files/resolutions/NL800388.pdf>, enero 2019.

UNDRO. (1979b). Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of ... Expert Group Meeting. Office of United Nations Disaster Relief. Recuperado <https://www.scirp.org/.../reference/ReferencesPapers.aspx?...> Agosto 2018

UNGRD. (2016). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres - Unidad Nacional ...Recuperado <portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD-2015-2025-Version-Preliminar>

Vásquez, R., Cardona, J. (2011). Propuesta de implementación sistema HACCP en el envasado y empaque de féculas y caldos desmenuzados para una empresa de servicios de empaque de alimentos, universidad San Buenaventura, programa de ingeniería industrial, Santiago de Cali.

Velázquez, C., Hevia, J. (2000). Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas", Capítulo V, manejo postcosecha de los cítricos, FAO.

Viedma, W. (2019). Comunicación personal, Asocampoalegre, Andalucía, Valle del Cauca.

Villalba, L., Herrera, A., Orduz, J. (2014). Parámetros de grado de sensibilidad al deterioro, en la etapa de desarrollo y maduración en frutos de dos variedades y un cultivo de mandarina (citrus reticular blanco). Orinoquia, recuperado: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=896/89637907003>, diciembre 2020

Viñas, L., Cerda, M., Pons, J., Usall, J., Paolu, L. (2001). Micro flora en centrales cítricas de Tragona, Investí. Agr.: Prodi. Prat. Ver. Vol. 16 (3)

Wu, Y., Wu, A. (1997). Diseño robusto utilizando los métodos Taguchi, recuperado https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bdLC6w083ycC&oi=fnd&pg=PA87&dq=metodo+taguchi&ots=849jWue_8i&sig=vpnmV0DK6yKG8qyoW3W1yxivMKw#v=onepage&q=metodo%20taguchi&f=false, noviembre 2020

APÉNDICE 1 FICHA DE SONDEO PARA PARA INTERACCIÓN EMPAQUES Y FRUTALES CITRUS.



FICHA DE SONDEO EMPAQUES DE FRUTALES

FICHA DE SONDEO EMPAQUES DE FRUTALES

*Obligatorio

NOMBRE Y APELLIDO *

DIRECCIÓN *

NOMBRE DE LA FINCA O EMPRESA *

1- ¿QUÉ PRODUCTOS PRODUCE O COMERCIALIZA? *

Limón pajarito

limón Tahití

mandarina arrayana

mandarina Oneco

naranja valencia

naranja Sweet

aguacate

maracuyá

plátano

otros...

2- ¿CUÁLES DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS UTILIZA PARA RECOLECTAR SU PRODUCTO? *

Balde

canastilla

costal de fibra

costal de cabuya

cogedor(vara)

escalera de guadua

escalera metálica

mochila

carreta
remolque
Todos los anteriores
otro.

3- ¿QUÉ TRATAMIENTO LE DA AL PRODUCTO ANTES DE EMPACARLO? *

lavado y secado
selección de frutas con imperfectos y golpeadas
selección de primera, segundas y terceras
encerado
ninguna vende como sale de la finca
otro.

4- ¿QUÉ TIPO DE EMPAQUE UTILIZA PARA VENDER SU PRODUCTO? *

canastilla plástica de 30kg
castilla plástica de 20 kg
canastillas cubiertas con periódico
costal de fibra de 60 kg
costal de fibra de 50 kg
costal de cabuya
Huacal de madera
caja de madera
caja de cartón
malla
bolsas plásticas
bolsas de papel
todos los anteriores
otro

5- ¿QUÉ IMPORTANCIA LE DAS A LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EMPAQUES? *

	0 Ninguna	1 Muy baja	2 Baja	3 Media	4 Alta	5 Muy alta
Si es importante						
No es importante						

En esta pregunta debes introducir una respuesta por fila.

6- ¿CUÁNTO CONSIDERA QUE ES LA VIDA ÚTIL DE LOS EMPAQUES QUE ACTUALMENTE UTILIZA? *

	meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años y mas	Se utiliza y se desecha
canastillas							
costales de fibra							
costales de cabuya							
caja de madera							
bolsa plástica							
malla							
caja de cartón							

En esta pregunta debes introducir una respuesta por fila

7- ¿DÓNDE CONSIGUE EL EMPAQUE? *

Tiendas de la región

almacenes de Tuluá

almacenes de Cali

distribuidores mayoristas

el comprador lo entrega

8- ¿REUTILIZA EMPAQUES? *

SI

NO

ALGUNAS VECES

9- ¿QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO LE DA AL EMPAQUE QUE REUTILIZA? *

desinfección con spray

lavado y secado

limpieza en seco

ninguno

otro

10- ¿CONSIDERA USTED QUE EL PRODUCTO SE PUEDE CONTAMINAR POR EL MAL USO DEL EMPAQUE? *

SI

No

ALGUNAS VECES

11- SI SU RESPUESTA EN LA PREGUNTA ANTERIOR ES "SI", DIGA QUE TIPO DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE *

bacterias
hongos
virus
parásitos
otros
ninguna

12- ¿QUÉ TIPO DE CONTAMINACIÓN FÍSICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE? *

polvo
vidrios
metales
madera
fibras
insectos
otros
ninguno

13- ¿QUÉ TIPO DE CONTAMINACIÓN QUÍMICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE? *

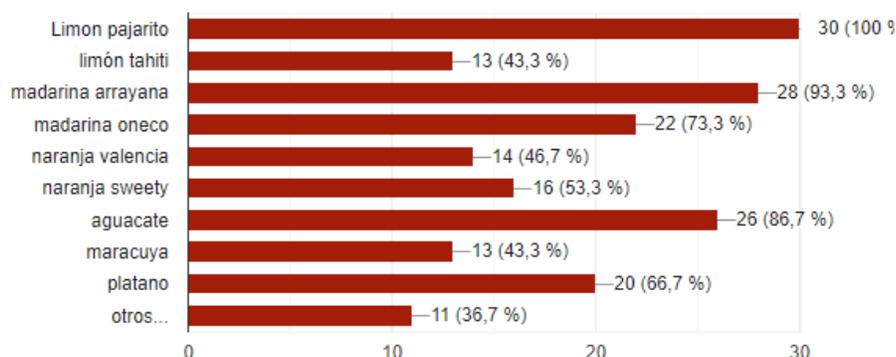
plaguicidas
tintes
barnices
otros
ninguno

14- ¿PROPONGA UN NUEVO MODELO DE EMPAQUE QUE LE GUSTARÍA UTILIZAR?

APÉNDICE 2 RESULTADO SONDEO PARA INTERACCIÓN EMPAQUES Y FRUTALES CITRUS.

¿QUE PRODUCTOS PRODUCE O COMERCIALIZA?

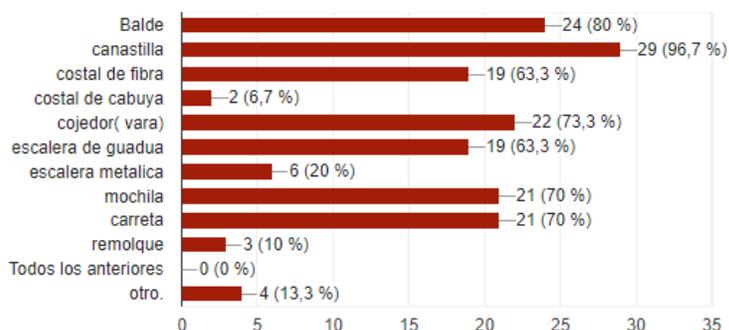
30 respuestas



De acuerdo al análisis de resultados del sondeo participativo, se obtiene que el 100% cultiva limón pajarito, el 93,3% cultivan mandarina y el 53,3% naranja Sweet, que son las frutas cítricas consideradas en el proyecto. La respuesta “otros” que es el 36,7% corresponden a zapote, guanábana y papaya.

¿ CUALES DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS UTILIZA PARA RECOLECTAR SU PRODUCTO?

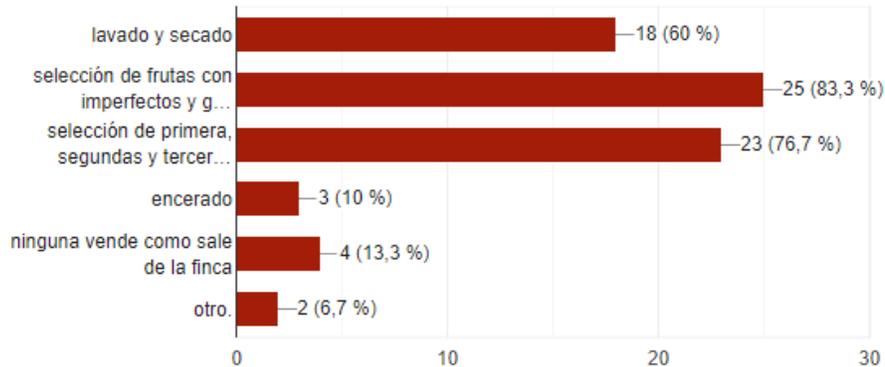
30 respuestas



De los elementos que utiliza para recolectar los frutos, el 96,7% corresponde a empaque tipo canastilla, el 63,3% es empaque costal de fibra, solo el 6,7% usan costal de cabuya. En la respuesta “otros” que corresponde al 13,3% se hace referencia a uso de malla para supermercado.

¿QUE TRATAMIENTO LE DA AL PRODUCTO ANTES DE EMPACARLO?

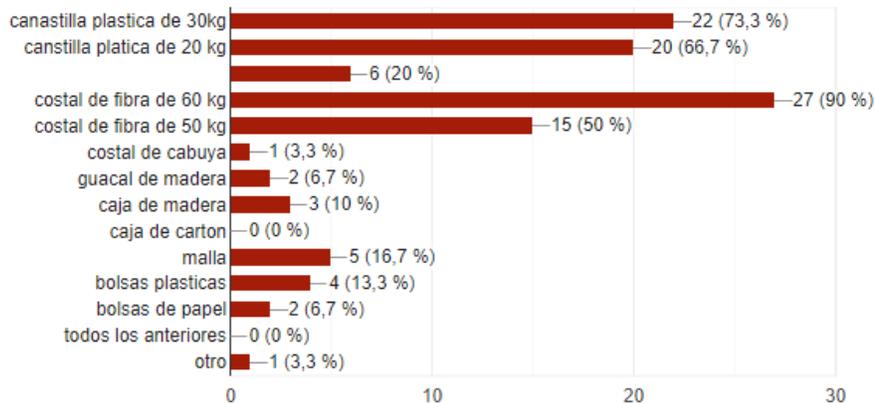
30 respuestas



El 83,3% hace selección de frutas con imperfectos y golpeadas, el 76,7% hace selección de primera, segundas y terceras, solo el 20% hace encerado, En la respuesta “otros” se hace referencia a un tratamiento si tiene ataque de hormiga o de ácaro, sobretodo en verano

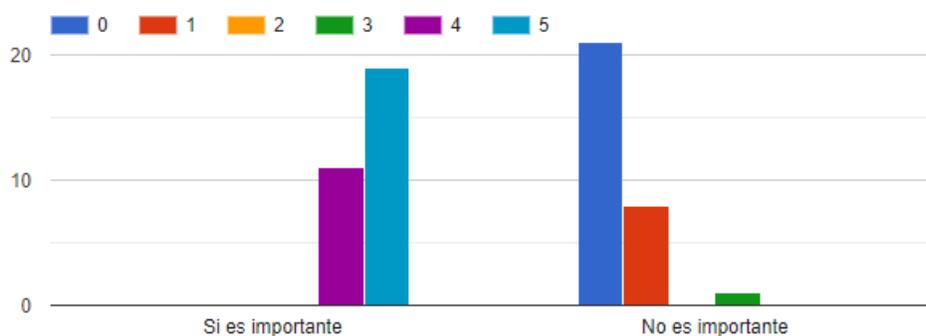
¿ QUE TIPO DE EMPAQUE UTILIZA PARA VENDER SU PRODUCTO?

30 respuestas



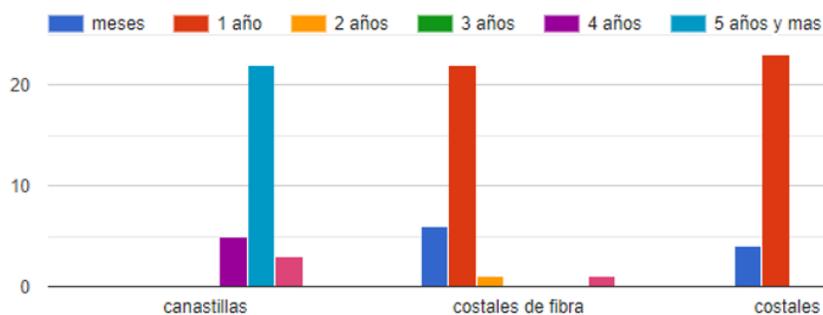
El 90% de los cultivadores utiliza el costal de fibra de 60 kg, el 73,3% la canastilla plástica de 30 kg y 66,7% la canastilla plástica de 20 kg, el 50% el costal de fibra de 50 kg , la malla solo se utiliza en un 16,7% , la respuesta para “otro” que representa el 3,3% corresponde a plasticos, plasticos perforados y plásticos sellables, y canastilla plástica de 15 kg.

¿QUE IMPORTANCIA LE DAS A LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EMPAQUES



Está muy pareja la consideración de importancia, el 20% considera que no es importante y el 18% considera que si lo es, básicamente la diferencia radica en que es importante por que el empaque ayuda a no deteriorar la fruta, y no es importante por que el empaque se cambia una vez se entregue al cliente. Hay un enfoque en los dos casos de interacción fruta y empaque, por que unos cultivadores son solo productores y otros son además comercializadores.

¿ CUANTO CONSIDERA QUE ES LA VIDA ÚTIL DE LOS EMPAQUES QUE ACTUALMENTE UTILIZA?



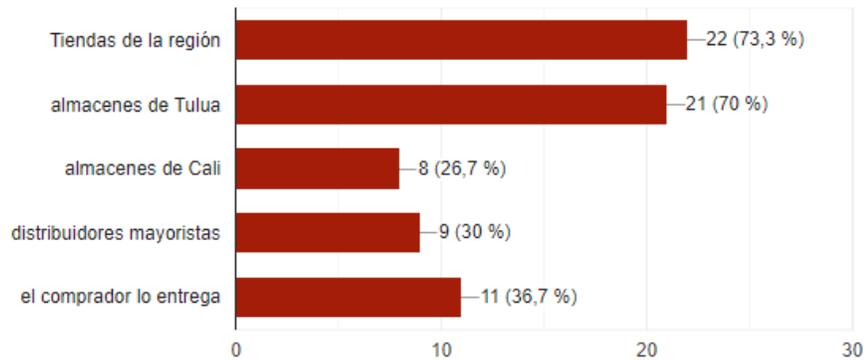
El resultado sobre la vida útil de los empaques para canastillas plásticas es de 5 años o mas para el 22% de cultivadores, de 4 años para el 5%. El resultado para el costal de fibra es de un año para el 22% de los cultivadores, de dos años para el 2% y es menos de un año para el 5%.

Responden que se entrega el empaque en la venta o lo intercambian y se desconoce esta vida útil, para canastillas el 5% y para costales de fibra el 2%.

Para el empaque de malla, se registra que se entrega en la venta, se utiliza y se descarta.

¿DONDE CONSIGUE EL EMPAQUE?

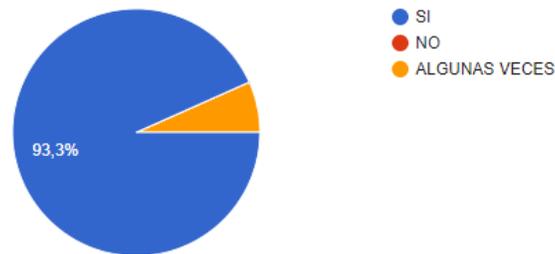
30 respuestas



La disponibilidad de los empaques está representada en un 73,3% en las tiendas de la región, y el 70% en el municipio de Tuluá Y el 36,7% el cliente lo suministra.

¿REUTILIZA EMPAQUES?

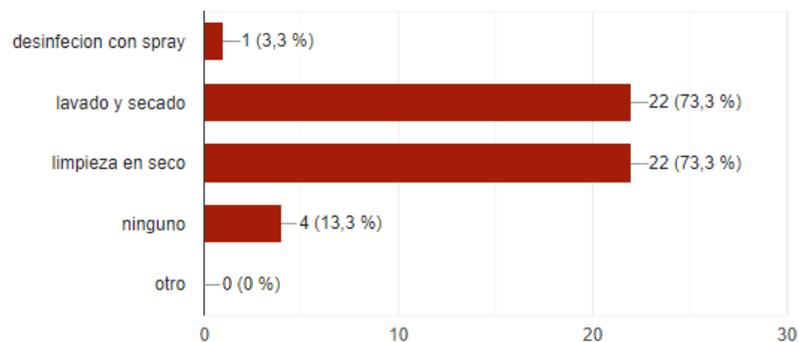
30 respuestas



El 93,3% de los cultivadores reutilizan el empaque.

¿ QUE TIPO DE TRATAMIENTO LE DA AL EMPAQUE QUE REUTILIZA ?

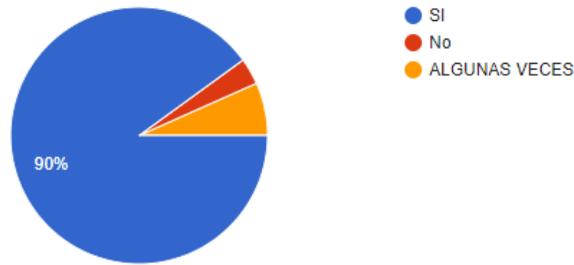
30 respuestas



Para la reutilizacion del empaque el 73,3% lo limpian en seco o le hacen lavado y secado , solo un 3,3% desinfecta y el 13,3% no le hace ningun tratamiento.

¿ CONSIDERA USTED QUE EL PRODUCTO SE PUEDE CONTAMINAR POR EL MAL USO DEL EMPAQUE?

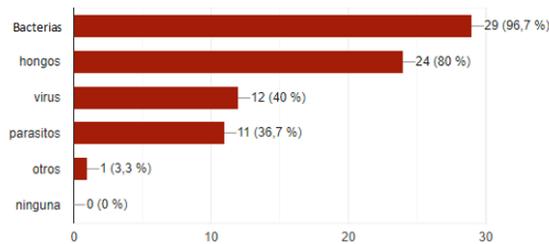
30 respuestas



El 90% de los cultivadores creen que es probable que las frutas pueden ser contaminadas por el mal uso del empaque. El 4% considera que no es probable la contaminación y el 6% responde que algunas veces pueden ser contaminadas.

¿ SI SU RESPUESTA ES "SI" QUE TIPO DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE?

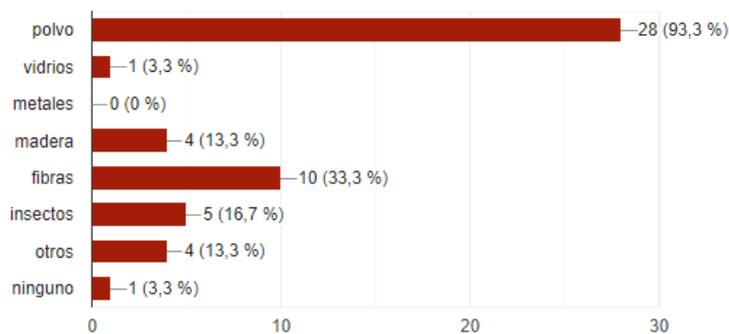
30 respuestas



El 96,7% de contaminación biológica puede ser bacterias, el 80% con hongos, el 40% con virus y el 36,7% con parásitos. La respuesta "otros" que corresponde al 3,3% hace referencia a insectos como moscas o gusanos cuando hay plagas muertas en descomposición.

¿ QUE TIPO DE CONTAMINACIÓN FÍSICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE ?

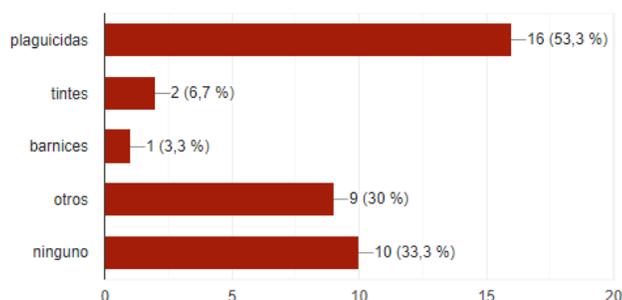
30 respuestas



El 93% de contaminación física puede ser polvo, el 33,3% presencia de fibras, el 16,7% insectos, el 13,3% astillas de madera. La respuesta “otros” que corresponde al 13,3% se refiere a abonos, tierra húmeda y plagas como hormigas

¿ QUE TIPO DE CONTAMINACIÓN QUÍMICA PODRÍA TENER EL PRODUCTO POR MEDIO DEL EMPAQUE ?

30 respuestas



El 53,3% presencia de plaguicidas, el 33,3% ninguno, y el 30% otros. La respuesta “otros” que corresponde a 30% se refiere a residuos de lavado de recipientes con agroquímicos, contacto con gasolina, residuos de lavado con exceso hipoclorito de sodio o exceso de fumigación del empaque.

¿ PROPONGA UN NUEVO MODELO DE EMPAQUE QUE LE GUSTARÍA UTILIZAR?

5 respuestas

- 1- Cada comprador tenga su empaque
- 2- Las canastillas plásticas con tapa y con cubierta interna en felpa
- 3- Costales de fibra de 15 y 40 kg
- 4- Canastillas plásticas más pequeñas
- 5- Canastillas de otro material que tenga menos peso

Entre las propuestas se observa aceptación de la canastilla plástica, con preferencia en tamaños pequeños, y con cubiertas para protección, además cuando la canastilla plástica se deteriora, la entregan para el reciclaje y reciben un descuento en el costo de la canastilla nueva.

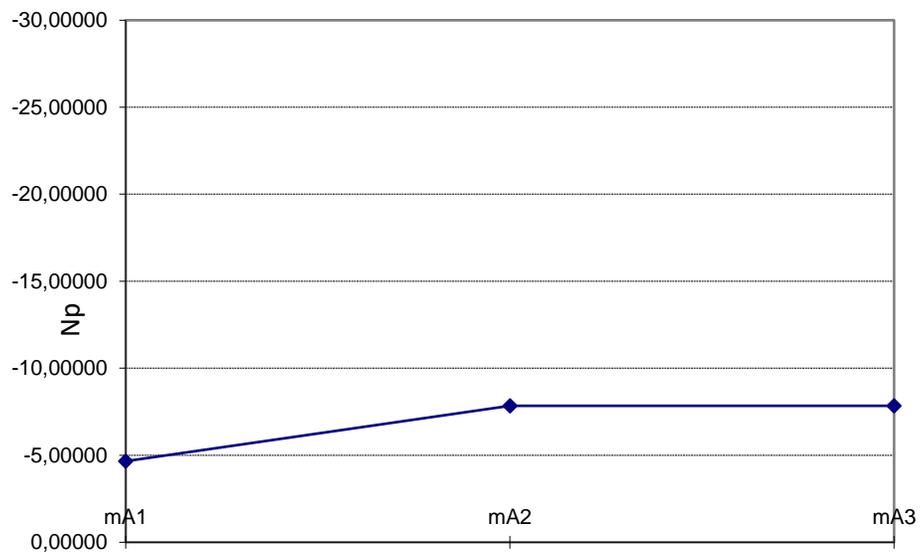
APÉNDICE 3 MEDIDAS DE CONTROL PARA RESULTADO DEL SONDEO PARTICIPATIVO

MEDIDAS DE CONTROL PARA EL RESULTADO DEL SONDEO PARTICIPATIVO.			
TIPO DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	NIVEL DE AMENAZA	MEDIDAS DE CONTROL
Físico	Contaminación por presencia de polvo, tierra y piedrecillas.	15	Los materiales extraños según Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de América (EE.UU.) son partículas o fragmentos duros y corto punzantes, entre 7 mm y 25 mm, que puede perjudicar físicamente al alimentos, trabajador y consumidor, sin embargo este tamaño permiten su visualización y eliminación Lineamiento de un programa de limpieza y desinfección de empaques
	Contaminación por residuos de fibras	3	En operaciones de la postcosecha Inspeccionar los empaques, elementos y materiales de limpieza y en general los objetos que tienen contacto con la fruta. Establecer con el proveedor practicas de control para evitar posibles peligros físicos en los materiales entregados. Definir especificaciones de materiales comprados, nuevos y usados.
	Contaminación por presencia de insectos	3	Lineamientos para la aplicación de las guías de prácticas correctas de higiene, selección de proveedores, mantener en buen estado los elementos usados en postcosecha,, control de plagas, limpieza y desinfección y eliminación de los residuos, las superficies como mesas, los empaques que puedan incorporar cuerpos extraños a las frutas,
Químico	Contaminación por presencia de agroquímicos como pesticidas	3	Los pesticidas usados son organoclorados que tienen componentes químicos con una vida media relativamente corta, de tal manera que no se acumulan en materiales y particularmente en el tejido adiposo, estando alineado a la prevención y disminución de impactos. Con un programa de saneamiento básico estarían eliminando la posibilidad de residuos en empaques y en manipulación de agroquímicos.
	Contaminación por otros químicos (lubricantes, grasas y detergentes).	1	Sitios de almacenamiento en espacios aislados (separación física), para los agroquímicos usados,. Disponibilidad de elementos de protección personal como: guantes para la actividad de separación y empaque, gafas de segura y tapabocas.
Biológico	Contaminación cruzada con microorganismos (bacterias, meso filios)	25	Lineamientos de un programa de control de higiene y desinfección, y programa de almacenamiento y transporte
	Contaminación cruzada con microorganismos (hongos)	25	Durante la postcosecha hacer lavado de la fruta para evitar que haya alguna estructura de hongos en la cascara, así al empacar minimiza posibles pudrición. Limpieza del empaque cuando se reutiliza, haciéndolo con productos no tóxicos como desinfectantes para manos. Almacenar los empaque nuevos y usados en sitios secos y limpios, de manera separada. Inspeccionar visualmente el empaque antes de usarlo. y de forma preventiva hacer una buena selección y manejo de saneamiento básico para la fruta. Evitar el uso de empaques de madera, por la proliferación de hongos en este material. Evitar caídas y contacto de fruto con el suelo.
	Contaminación con enfermedades virales	15	Lineamientos para almacenamiento de condiciones adecuadas de limpieza, higiene y desinfección, control de plagas y manejo de residuos.
	Contaminación cruzada con microorganismos (ácaros)	15	Establecer tiempos de almacenamiento máximos y en condiciones óptimas de saneamiento básico, para evitar contacto con presencia de insectos, daño mecánico del empaque (costal), cambio del a textura de la cascara e interacción con el empaque y el medio ambiente (lluvia, incremento de humedad, fruta quemada, reuso de un mismo empaque para diferentes frutas).

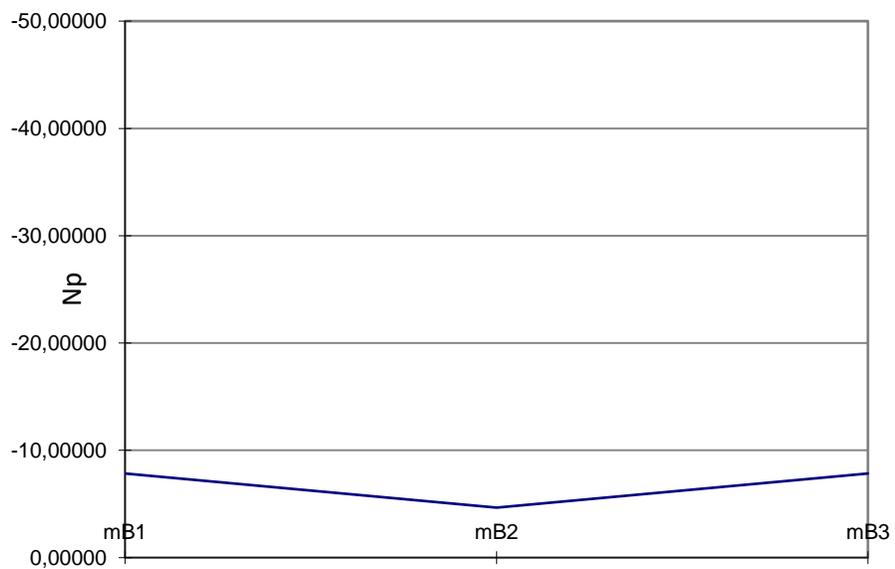
APÉNDICE 4 RESULTADO DETERMINACIÓN GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO BIOLÓGICO

Empaques usados actualmente

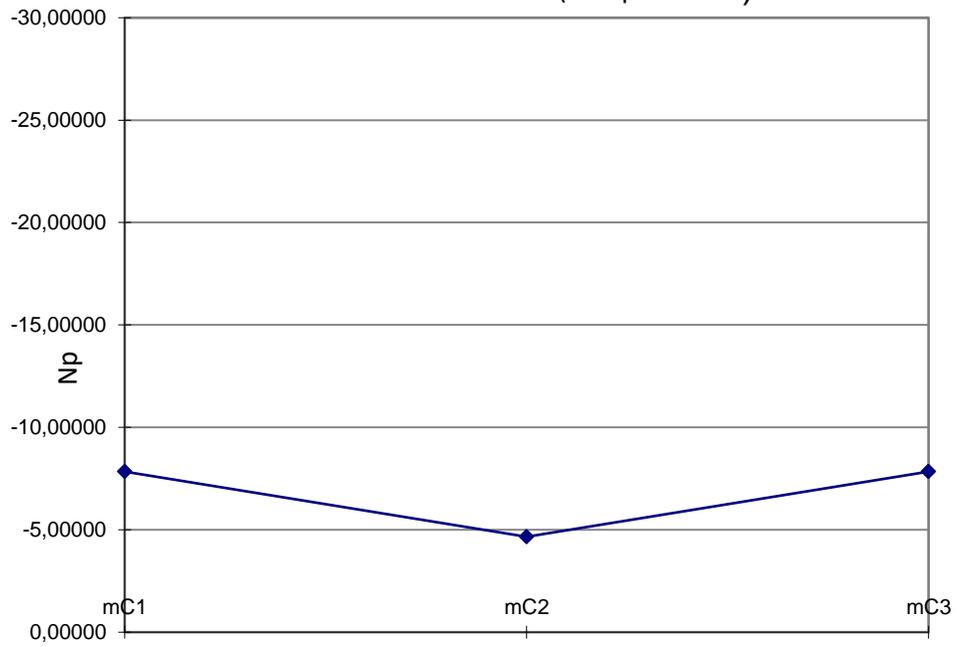
Efecto de la variable A (Temperatura °C)



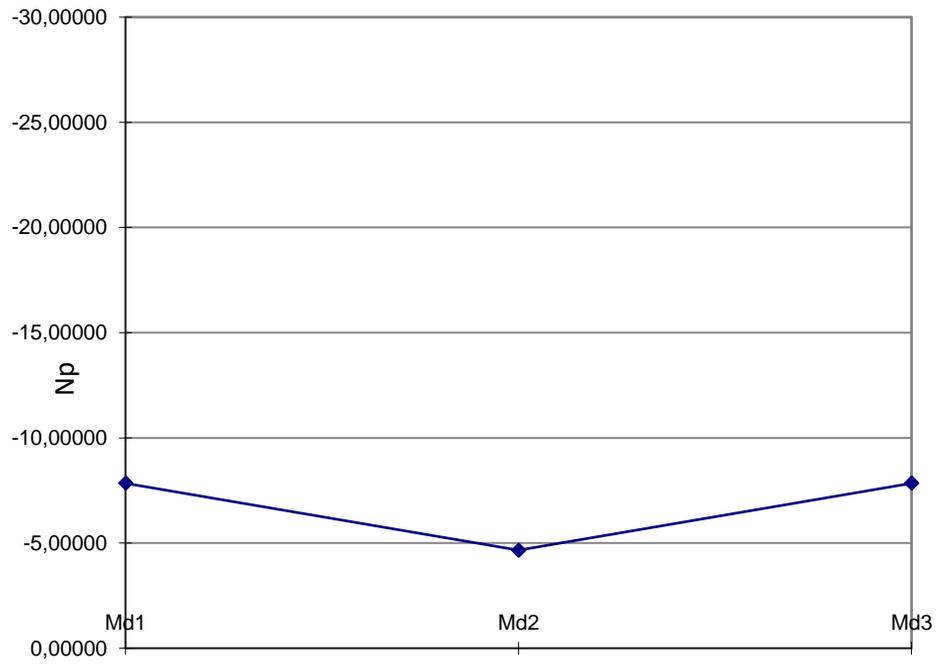
Efecto de la variable B (tipo de empaque)



Efecto de la variable C (tiempo en dias)

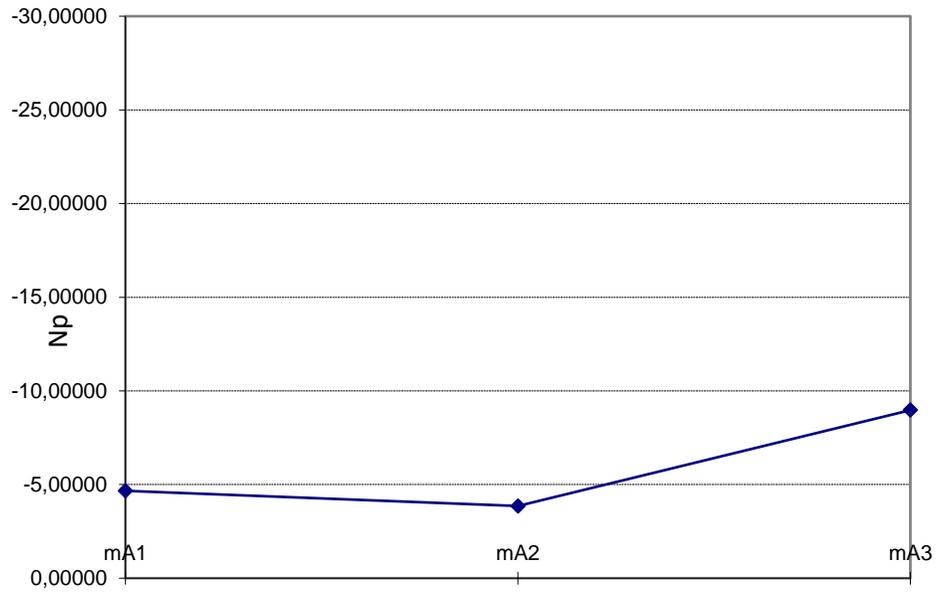


Efecto de la variable D (tipo de frutas)

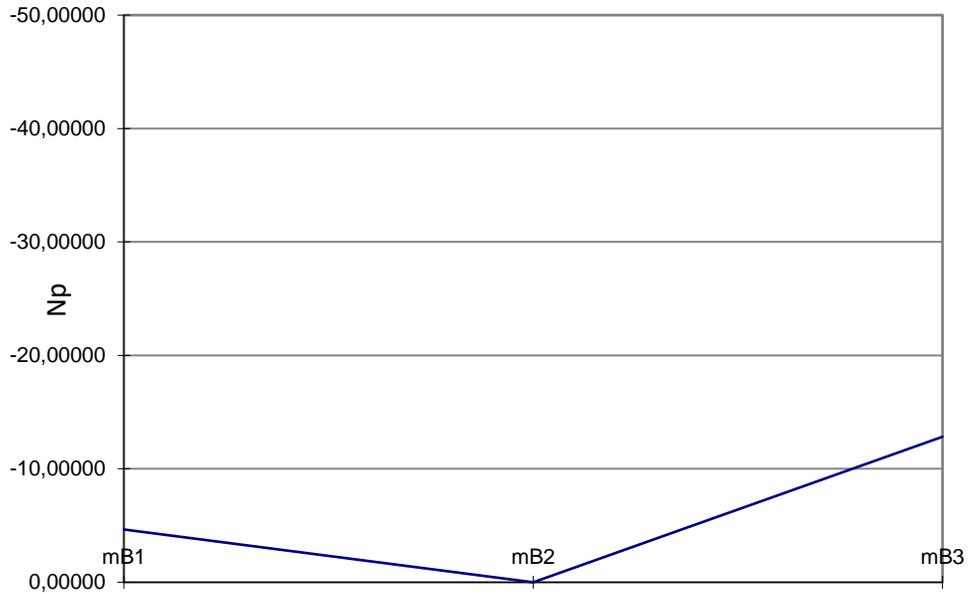


Empaques propuestos

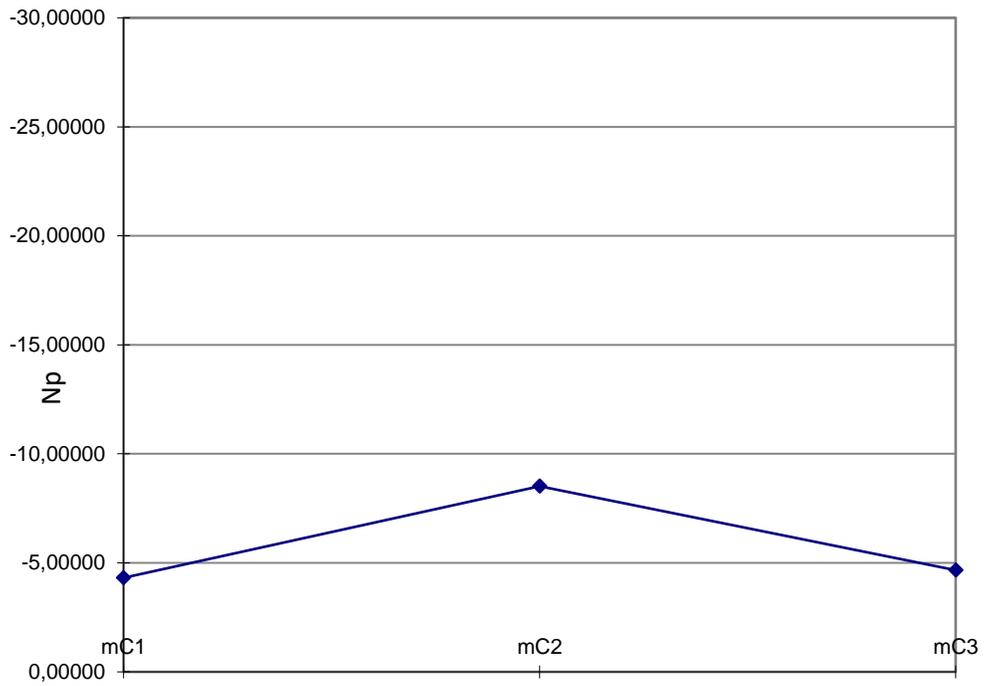
Efecto de la variable A (Temperatura °C)



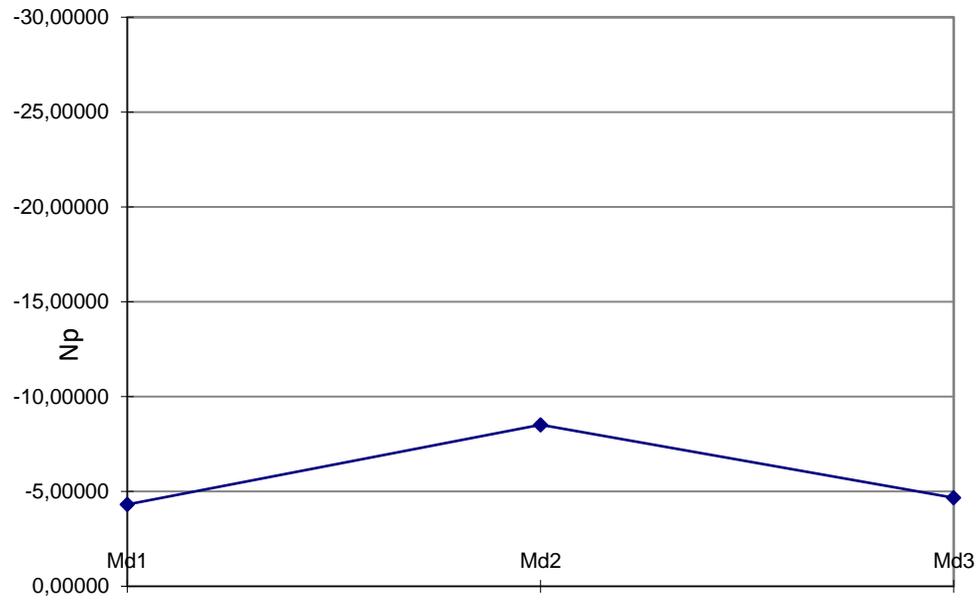
Efecto del la variable B (tipo de empaque)



Efecto de la variable C (tiempo en dias)



Efecto de la variable D (tipo de frutas)



APÉNDICE 5 CONSOLIDADO DEL RESULTADO DETERMINACIÓN DEL GRADO DE SENSIBILIDAD AL DETERIORO

EMPAQUES ACTUALES

Exp. No.	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas	Tipo de contaminación
1	10 – 12	Costal fibra	5	Mandarina	Física
2	10 - 12	Canasta plástica	10	Naranja	Física
3	10 - 12	malla	15	Limón	Biológica
4	20 - 25	Costal fibra	10	Limón	Biológica
5	20 - 25	Canasta plástica	15	Mandarina	Biológica
6	20 - 25	malla	5	Naranja	Físico
7	25 - 30	Costal fibra	15	Naranja	Biológica y física
8	25 - 30	Canasta plástica	5	Limón	Física
9	25 - 30	malla	10	Mandarina	Biológica

EMPAQUES PROPUESTOS

Exp. No.	Temperatura (°C)	Tipos de empaque	Tiempo (días)	Tipos de frutas	Tipo de contaminación
1	10 – 12	Plástico	5	Mandarina	Biológica
2	10 - 12	Plástico perforado	10	Naranja	Biológica
3	10 - 12	Plástico sellable	15	Limón	Biológica
4	20 - 25	Plástico	10	Limón	Biológica
5	20 - 25	Plástico perforado	15	Mandarina	Biológica
6	20 - 25	Plástico sellable	5	Naranja	Biológico
7	25 - 30	Plástico	15	Naranja	Biológica
8	25 - 30	Plástico perforado	5	Limón	Biológica
9	25 - 30	Plástico sellable	10	Mandarina	Biológica