

**DETERMINAR LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN
LA GUAYABA ORGÁNICA (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) DESPUÉS DE
TRATAMIENTOS DE POSCOSECHA LAVADO Y DESINFECCIÓN DEL
CENTRO AGROPECUARIO (LA GRANJA) DEL SERVICIO NACIONAL DE
APRENDIZAJE (SENA) DE LA REGIONAL TOLIMA, COLOMBIA**

JUAN MANUEL SANCHEZ SOTO

**UCI: UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
IBAGUE – COLOMBIA
2012**

**DETERMINAR LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN LA
GUAYABA ORGÁNICA (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) DESPUES DE
TRATAMIENTOS DE POSCOSECHA LAVADO Y DESINFECCIÓN DEL
CENTRO AGROPECUARIO (LA GRANJA) DEL SERVICIO NACIONAL DE
APRENDIZAJE (SENA) DE LA REGIONAL TOLIMA, COLOMBIA**

JUAN MANUEL SANCHEZ SOTO

**DIRECTOR
DR. ROY WONG-MC CLURE**

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
IBAGUE – COLOMBIA
2012**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi guía a lo largo del camino y quien me fortaleció para no desfallecer; a mi Esposa Eyleen Jennifer Torres por la paciencia y colaboración en los momentos de ocupación y deberes del desarrollo de la Maestría, a mi Hijo Juan David Sanchez Torres por siempre en los momentos de cansancio y estrés esta ahí para darme una sonrisa y un abrazo para seguir adelante; a mis padres Vicente Sanchez Rivera y Ruth Dary Soto, por su incansable lucha para ofrecerme un futuro prodigioso sin mitigar esfuerzos, por su incondicional apoyo y su inmensa confianza y a aquellos que siempre me brindaron un apoyo incondicional para alcanzar los logros obtenidos y superar los obstáculos que se desarrollan durante la construcción de los sueños.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

El Centro Agropecuario “La Granja” SENA-Espinal y al subdirector Pedro Eduardo Fontal Aponte por la oportunidad de realizar el proyecto final de grado y llevar a feliz término.

Daniel Adolfo Viña, Coordinador Académico, por la colaboración prestada durante el desarrollo de este trabajo.

A Favio Armando Medina Calderón, Microbiólogo e Instructor del Centro Agropecuario la Granja que me ayudo a desarrollar y ejecutar con sus conocimientos los protocolos y análisis microbiológicos de este proyecto.

A los aprendices en Tecnología de Manejo Poscosecha y Comercialización de frutas y hortalizas, por su disposición y colaboración a lo largo del desarrollo de la práctica.

A la ingeniera Andrea Verónica Herrera, quien a la distancia me colaboró con su trabajo que en su momento habíamos desarrollado en la escuela de poscosecha como complemento y soporte técnico.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	vii
2. INTRODUCCION	11
3. OBJETIVOS.....	13
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
5. MARCO TEÓRICO	15
5.1 TABLAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS.....	16
5.2 REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES Y APORTES DIETÉTICOS RECOMENDADOS.....	18
5.3 GENERALIDADES DE LA GUAYABA (<i>Psidium guajava</i> L.).....	19
5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:.....	19
5.3.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL:.....	20
5.3.3 FACTORES PRECOSECHA QUE INCIDEN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL:	20
5.3.3.1 Requerimientos edáficos y climáticos.....	21
5.4 ÁREA DE ESTUDIO	21
5.4.1 LOCALIZACIÓN.....	21
5.4.2 DATOS CLIMÁTICOS.....	23
5.4.3 TOPOGRAFÍA	23
5.5 DEFINICIÓN DE CALIDAD	23
5.6 CAMBIOS FISCOQUÍMICOS QUE OCURREN DURANTE EL CRECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS.....	23
5.6.1 CRECIMIENTO.....	23
5.6.2 MADURACIÓN	24
5.6.2.1 Madurez fisiológica	24
5.6.2.2 Madurez de consumo u organoléptica.....	24
5.7 CARACTERÍSTICAS DE LA GUAYABA ORGÁNICA (<i>Psidium guajava</i> "Variedad ICA I")	27
5.7.1 CARACTERÍSTICAS DE CULTIVO.....	27
5.7.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES.	28
5.7.3 FISIOPATÍAS.....	29
5.7.3.1 Daño por frío.....	30
5.7.3.2 Pardeamiento externo.....	30
5.7.3.3 Escaldado por el sol.....	30
5.7.4 ÍNDICE DE COSECHA	30
5.7.4 ÍNDICES DE CALIDAD	31

5.7.5 OPERACIONES DE POSCOSECHA	32
5.8 CONCEPTOS PARA EL ANALISIS MICROBIOLÓGICO	33
5.9 ESTADO DEL CULTIVO DE GUAYABA (<i>Psidium guajava</i> Variedad ICA I) EN EL CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA.....	34
5.9.1 PRODUCCIÓN DE GUAYABA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	35
6. METODOLOGIA	38
6.1 ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL:.....	38
6.1.1 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	38
6.1.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	39
6.2 MUESTREO MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES	40
6.2.1 TOMA DE MUESTRA.....	40
6.2.2 PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES.....	40
6.2.3 RECUELTOS	40
7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	42
8. CONCLUSIONES	49
9. RECOMENDACIONES.....	51
10. BIBLIOGRAFIA	52
11. ANEXOS.....	57
11.1 ANEXO 1. FICHA DE CARACTERIZACIÓN GUAYABA PERA – CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA	57
11.2 ANEXO 2. DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN CENTRO AGROPECUARIO LAS GRANJA	65

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Composición nutricional de frutos de Guayaba (Psidium guajava L.) (Contenido en 100 g de porción comestible).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Producción de guayaba en el departamento del Tolima año 2006</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3. Producción de guayaba en el departamento del Tolima año 2008</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Determinación del tamaño de muestra para productos a granel.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5: Resultados obtenidos de las diferentes pruebas.....</i>	<i>43</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización Espacial Centro Agropecuario “La Granja”</i>	22
<i>Figura 2. Cultivo de Guayaba - Centro Agropecuario “La Granja”</i>	34
<i>Figura 3. Producción de guayaba Centro Agropecuario la granja. 2012</i>	37
<i>Figura 4. Comparación de los análisis microbiológicos de flora inicial en las 3 canastas de guayaba seleccionadas</i>	44
<i>Figura 6: Comparación de los análisis microbiológicos de Mohos y Levaduras de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos..</i>	46
<i>Figura 7. Comparación de los análisis microbiológicos de coliformes Totales de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos</i>	47
<i>Figura 8: Comparación de los análisis microbiológicos de Coliformes Fecales de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos..</i>	48

1. RESUMEN

En la actualidad los problemas que se generan cuando no hay un manejo adecuado del equilibrio nutricional, nos obliga a crear la necesidad de conocer la composición de los productos que incluimos a diario en nuestra ingesta. Para tal fin es primordial que en las plantas de tratamiento poscosecha, establezcan cada uno de los componentes de los productos cosechados, para poder garantizar al consumidor las especificaciones y beneficios del producto que ingiere, garantizando no solo seguridad alimentaria, sino un equilibrio nutricional. En el manejo de poscosecha de frutas, se ve reflejada la participación de algunas cadenas del sector productivo como engrane del sector primario hasta el sector agroindustrial. Sin embargo, en Colombia las pérdidas en este campo¹ están entre el 40% y el 50% según la fruta de cosecha, lo que va a incidir sobre las mermas de las mismas durante su manipulación y distribución en los mercados en los que se comercializan.

Colombia es un país que tiene una gran participación en el mercado hortofrutícola nacional e internacional debido a que cuenta con al menos 8 regiones que pueden producir toda una canasta de productos agrícolas de las cuales presentan bondades como la localización geográfica, avances en agricultura protegida, experiencia en el transporte del producto por vía aérea en Bogotá está el operador de carga más grande de América Latina, lo que da unas frecuencias, un número de vuelos y unos costos por kilogramo atractivos y la capacidad de agregar valor. Es por tal motivo, que un producto como la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) que presenta un gran potencial de producción a lo largo del país, se ha excluido de los mercados externos por la constante presencia y asociación de microorganismos patógenos y plagas, además, de la falta de estandarización en la inocuidad de este tipo de alimento. Esta situación, no ha permitido la generación y participación de esta fruta en otros mercados externos; principalmente cuando se hace referencia de productos de cultivos orgánicos donde su base de producción es a partir de materiales orgánicos o desechos agrícolas.

El objeto de este estudio consiste en determinar la presencia de microorganismos patógenos en la guayaba orgánica (*Psidium guajava* - “Variedad ICA I”) después de la desinfección y secado en la escuela nacional de poscosecha del centro agropecuario la granja del SENA – regional Tolima, evaluando diferentes tipos de concentración de hipoclorito, con el fin de valorar la calidad microbiológica y las condiciones de inocuidad de este alimento como un producto listo para el consumo en los mercados nacionales y de proyección para la exportación. Como metodología de desarrollo se fundamentó en las NTC que están establecidas en

¹ Oficina regional de la FAO para América latina y el caribe; Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas; Santiago, Chile. 1989: <http://www.fao.org/docrep/x5056S/x5056S07.htm>

Colombia para este tipo de producto, además de los parámetros que ya han sido establecidos por la escuela nacional de poscosecha en la recolección, recepción, selección, clasificación, lavado, desinfección y secado de frutas y hortalizas.

Para elaborar este Proyecto se escogió la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) por ser el producto más representativo del sector, pero que a su vez tiene menos salida comercial por su afectación microbiológica y patológica en fresco. Sin embargo, la guayaba orgánica es la fruta reina en vitamina C, ya que ésta es seis veces superior a la naranja (200 a 400 mg por 100g de peso fresco)². Además de vitamina C, esta fruta es muy rica en nutrientes, ya que en su composición tiene un alto contenido de agua (84 %), proteínas (0,82 g/100 g fruta), calcio (20 mg/100 g fruta), hierro (0,31 mg /100 g fruta), grasa (0,60 g/100 g fruta), calorías (51 kcal/100 g fruta), fósforo (25g/100 g fruta), y otros nutrientes menores. En la región del Tolima zona de análisis y de este PFG, la producción de la fruta en estudio es de 7383 kg/hectárea³.

Con el desarrollo de los métodos aplicados a los proceso se logra determinar que la flora microbiana inicial que se presenta en la guayaba (*Psidium guajava* – ICA I) de 15200 UFC/180 cm² de aerobios mesófilos, 766,7 UFC/180 cm² de coliformes totales, 113 UFC/180 cm² y 920 UFC/180 cm² de mohos y levaduras, indicando en promedio no constituye un problema desde el punto de vista de inocuidad, pero es de tener en cuenta que bajo condiciones de almacenamiento inadecuadas puede ser un riesgo para la salud, ya que su carga de flora inicial puede ser significativa si no se realiza un proceso de limpieza y desinfección. Además, Se determinó que la menor concentración de hipoclorito (150 ppm) para la guayaba tiene un porcentaje promedio de disminución microbiana del 78%, garantizando la inocuidad, calidad y salubridad del mismo. Para el caso de mohos y levaduras se fue los más afectados en todos los tratamiento, pero en general se determinó una reducción del 70,9% de todos los microorganismos estudiados con independencia de las la concentración usada.

Es de considerar que este proyecto, permitió plantear nuevas condiciones para fortalecer los resultados y complementar sus conclusiones; sugiriendo para futuros estudios la escogencia de un muestreo de mayor tamaño para poder determinar con mayor eficiencia las variaciones en la carga microbiana de los indicadores estudiados. Además, de analizar los tiempos adecuados de exposición y la permanencia de la actividad antimicrobiana del hipoclorito usado cuando se recircula en las maquinas, determinando en que momento esta agua clorada se debe cambiar y así evitar recontaminaciones posteriores.

²Copernal Publishing, S.L. Tomo 19 387, Folio 113, Sección 8ª, Hoja M-340011.: <http://www.laguayaba.net/Guayaba/3>

³ Datos reportados por Asohofrucol, tomado de las Secretarías de Agricultura Departamentales - URPAS's, UMATA's, Ministerio de Agricultura 2003.

ABSTRACT

At present the problems that occur when there is no proper management of nutritional balance, forcing us to create the need to know the composition of the products included in our daily intake. To this end it is essential that postharvest treatment plants, set each of the components of the harvested products, to guarantee to consumers the benefits of the product specifications and ingested, ensuring not only food security but a nutritional balance. In post-harvest handling of fruits, reflected some chains involving the productive sector as the primary sector gear to the agribusiness sector. However, in Colombia the losses in this area are between 40% and 50% depending on the fruit harvest, which will impact on the losses of the same during handling and distribution in the markets traded.

Colombia is a country that has a large stake in the national and international horticultural market because it has at least eight regions that can produce a whole basket of agricultural products which have benefits such as geographic location, protected agriculture advances, experience Product in transport by air in Bogotá is the largest cargo operator in Latin America, giving a frequency, a number of flights and some attractive cost per kilogram and the ability to add value. It is for this reason that a product as organic guava (*Psidium guajava* "variety ICA I") that has great potential production throughout the country, has been excluded from foreign markets by the constant presence and association of pathogenic pests and also the lack of standardization in the safety of this type of food. This situation has not allowed the creation and participation of this fruit in other foreign markets, especially when referring to organic crop products where its production base is made from organic materials or agricultural waste.

The purpose of this study is to determine the presence of pathogenic microorganisms in organic guava (*Psidium guajava* - "Variety ICA I") after disinfection and drying in the national school of postharvest agricultural farm center Seine - Tolima region, evaluating different types of hypochlorite concentration, in order to assess the microbiological quality and safety conditions of this food as a product ready for consumption in domestic markets and for export projection. As development methodology is based on the NTC that are established in Colombia for this type of product, in addition to the parameters that have been set by the National School of postharvest in the collection, receipt, sorting, grading, washing, disinfection and drying of fruit and vegetables.

To develop this project was chosen organic guava (*Psidium guajava* "variety ICA I") for being the most representative of the sector, but that in turn has less commercial outlet for his involvement in microbiological and pathological cool. However, the organic guava fruit is queen vitamin C, as this is six times the orange (200 to 400 mg per 100 g fresh weight). Besides vitamin C, this fruit is rich in

nutrients, and that its composition has a high water content (84%), protein (0.82 g/100 g fruit), calcium (20 mg/100 g fruit) , iron (0.31 mg / 100 g fruit), fat (0.60 g/100 g fruit), calories (51 kcal/100 g fruit), phosphorus (25g/100 g fruit), and other minor nutrients. In the area Tolima region of this PFG analysis and the production of the fruit under consideration is 7383 kg / hectare.

With the development of the methods used to determine which process is achieved initial microbial flora present in guava (*Psidium guajava* - ICA I) of 15 200 cm² UFC/180 aerobic mesophilic, coliform 766.7 cm² UFC/180 total, 113 and 920 cm² UFC/180 UFC/180 cm² of molds and yeasts, indicating on average is not a problem from the point of view of safety, but it is of note that under improper storage conditions may be at risk health, since its initial burden of flora can be significativa if there is a process of cleaning and disinfection. In addition, it was determined that the lowest concentration of hypochlorite (150 ppm) for Guava has an average percentage of microbial reduction of 78%, ensuring the safety, quality and health of it. For the case of molds and yeasts were the most affected in all treatment, but generally caused a reduction of 70.9% of the studied agents regardless of the concentration used.

It is considered that this project allowed us to propose new conditions to strengthen and supplement their findings results, suggesting the choice for future studies of a larger sample to more efficiently determine changes in the microbial load of the indicators studied. In addition, adequate time to analyze exposure and retention of antimicrobial activity of hypochlorite used when recirculated in the machines, determining at what point this chlorinated water should be changed and thus prevent subsequent recontamination.

2. INTRODUCCION

En los últimos años se ha incrementado el consumo de frutas frescas y/o procesadas. Por diferentes factores relacionados con la manipulación, procesamiento y conservación de las mismas se han venido generando diferentes enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), provocadas por la presencia de microorganismos patógenos presentes en las frutas. Debido a lo anterior, la Administración de Drogas y Alimentos (FDA por sus siglas en inglés), ha emitido una “Guía para minimizar el riesgo microbiano en frutas y vegetales”, que tiene como objetivo garantizar la inocuidad de productos hortofrutícolas frescos y mínimamente procesados. En este documento se comenta la necesidad urgente de implementar protocolos de calidad que sean eficientes en este caso específico en toda la cadena productiva de la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”); además, de ser ésta un producto fácil de cosechar y de consumo directo.

En una economía globalizada como la que vivimos actualmente, ninguna actividad productiva puede desenvolverse de manera aislada, ya que las condiciones vigentes de mercado exigen las demás etapas del proceso productivo. Lo mencionado anteriormente, hace que sea imperativo fortalecer la producción de este tipo de bajo el concepto de cadena agroalimentaria, ya que si se considera que el objetivo final del productor de guayaba orgánica (*Psidium guajava* variedad ICA I”); consiste en vender un producto inocuo y de calidad al mejor precio posible.

Por lo tanto, el objeto de este estudio lo que considera es encontrar un protocolo bajo los parámetros de inocuidad que garanticen al consumidor directo un producto en fresco que no vaya afectar su salud y que permite tener un mayor valor agregado. Con estos lineamientos permitirán en la poscosecha de guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) incentivar a la producción y poder incursionar en nuevos mercados, a los cuales actualmente son inexistentes.

En los mercados actuales la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) tiene un gran potencial comercial por su alto valor nutricional, presentando una demanda estable a nivel nacional que a nivel internacional; es un poco más activa en América del Norte que en Europa donde el sabor/aroma de la guayaba no está dentro de la línea de aceptación del consumidor. El consumo de esta fruta se utiliza principalmente en jugos multifrutas y néctares, también existe demanda en la industria de alimentos para bebés. Sin embargo, para Colombia el jugo de guayaba⁴ es el más representativo con una producción a pequeña escala (alrededor de 6.000 toneladas/año), siendo los principales importadores: América del Norte, Europa y el Medio Oriente, mercados que se caracterizan por una normatividad estricta en lo que se refiere a inocuidad alimentaria, los cuales se convierten en una gran alternativa para la exportación de un producto fresco y procesado como un lineamiento de los mercados de talla mundial.

En la actualidad no se han realizado muchos estudios de los cultivos orgánicos y los tratamientos aplicados en la poscosecha, ya que su consideración armoniosa con el medio ambiente permite el manejo y control de parámetros aceptables de calidad. Sin embargo, en el marco de este estudio se consideró su análisis a partir de la presencia de microorganismos patógenos, por el manejo que se da a este cultivo a nivel de la comunidad del SENA (900 aprendices y 80 funcionarios) en el Centro Agropecuario (La Granja) que son los potenciales consumidores de este producto el cual es objeto de estudio y futura base de muchos análisis que se pueden desarrollar a partir de la línea de poscosecha de guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”).

⁴Luz Marina Carvajal Cardona. Profesor Asociado Universidad de Antioquia Universidad de Antioquia; Facultad de Química Farmacéutica. Comercialización pulpas frescas para exportación. Cap. 1. Mercados y oportunidades de mercado para la exportación de frutas frescas y pulpas de frutas de Colombia hacia el mundo. 2000.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la presencia de microorganismos patógenos presentes en la guayaba orgánica (*Psidium guajava* - “Variedad ICA I”) – después de tratamientos de poscosecha de desinfección y secado del centro agropecuario (La Granja) del SENA – Regional Tolima, evaluando diferentes tipos de concentración de hipoclorito para determinar la incidencia e inocuidad de este alimento en la población objeto de estudio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar la calidad microbiológica de la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad Ica I”) como producto listo para consumo en fresco y comercializado en la comunidad del Centro Agropecuario (La Granja) para garantizar los tratamientos aplicados en la escuela nacional de poscosecha.
- Mejorar las condiciones de inocuidad que se aplican durante el manejo poscosecha de la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) como producto en fresco para fomentar la comercialización y exportación a los productores que incidentes de la región.
- Determinar el mejor tratamiento de desinfección utilizado para el consumo en fresco de guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”) para disminuir los costos de desinfección y garantizar la inocuidad de alimento como producto en fresco a los mercados internos.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la unidad de poscosecha del SENA regional Tolima en el Centro Agropecuario (la Granja) del Espinal, existen cultivos de frutos que cumplen con las condiciones en el manejo de cosecha, que se ven reflejados en el procesamiento de la planta de poscosecha. Sin embargo, algunos de estos estudios no cuentan con los soportes técnicos bajos las condiciones de cultivo orgánico como factor diferenciador en su comercialización donde sus características externas e internas lo harán más apetecible al consumidor.

La idea de desarrollar este PFG consiste en determinar la presencia (Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Mohos y levaduras) e incidencia de microorganismos patógenas en la guayaba orgánica (*Psidium guajava* “variedad ICA I”); como indicador en una comunidad de 900 aprendices y alrededor de 85 instructores que se encuentran a diario en el Centro Agropecuario (La Granja) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) de la Regional Tolima, Colombia. Generalmente, estas ETAs se transmiten a través de las malas prácticas que se aplican tanto en el campo como en el centro de acopio y la manipulación del mismo de la finca hasta la planta de manejo poscosecha. Es a partir de esta última etapa, que se quiere identificar cuáles serían los posibles focos de contaminación y también se desea determinar con estos resultados si la técnica de desinfección que se le está aplicando a esta fruta en fresco, confirma la ausencia de microorganismos patógenos, con el fin de garantizar su inocuidad y calidad.

Este modelo se aplicaría como efecto dominó a los demás cultivos o centros de acopios que tiene la región, con el fin de beneficiar las diferentes líneas del mercado viables para comercializar esta fruta, ya sea como producto en fresco o procesado como objeto de estandarizar los procedimientos y hacerlos reproducibles.

5. MARCO TEÓRICO

La Escuela Nacional de Poscosecha se encarga de realizar todo el proceso de acondicionamiento a frutas y hortalizas producidas en el centro agropecuario “La Granja”, sin embargo, algunas veces estas frutas u hortalizas no cuentan con las características específicas para venta en fresco, debido a factores propios del cultivo los cuales intervienen en la calidad del producto.

Uno de los principales inconvenientes de la cadena frutícola en el departamento del Tolima es el no aprovechamiento de los escenarios existentes para realizar investigación, desafortunadamente no existe un encadenamiento entre el sector productivo y de investigación lo que afecta directamente la calidad de los productos hortofrutícolas. Se suma a esto que algunas veces se toma como modelos la agricultura de otros países o departamentos para el desarrollo de procesos y productos, ignorando completamente las características propias de la región. No es solo sembrar y cosechar, se deben tener en cuenta las características que tendrán esos productos hortofrutícolas, ¿cuál será su mercado de destino?, ¿qué empaque será el óptimo para el aumento de vida útil? y muchas más particularidades que se deben analizar en el momento de proyectar el desarrollo de un cultivo. Para lograrlo se tiene que recurrir a la investigación, y este estudio quiere aportar ese primer paso en la investigación de desarrollo de productos agroindustriales teniendo en cuenta las características fisicoquímicas.

Cabe resaltar que aunque Cenicafé y el Icontec han hecho un trabajo grandioso en la caracterización y normalización⁵ de algunas frutas y verduras a nivel nacional, las condiciones cambian dependiendo de diferentes variables, por ello mediante una caracterización sectorial se busca tener definidas las características de las materias primas de la región, en este caso de El Espinal lugar donde se

⁵ NTC 4519. Guayaba. Editorial Icontec. 1970.

producen las frutas y verduras del Centro Agropecuario, las cuales sirven como materia prima a los procesos productivos en la Unidad agroindustrial o a las cuales se les hace una transformación mínima en la Escuela Nacional de poscosecha.

Todo es un ciclo, una secuencia por ello para lograr la caracterización se debe lograr un buen desarrollo productivo, teniendo en cuenta las buenas prácticas agrícolas ya implementadas en el cultivo.

5.1 TABLAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

Los primeros estudios sobre la composición de los alimentos se realizaron con el objetivo de identificar y determinar las características químicas de los principios de los productos alimenticios que afectan a la salud humana y se ocuparon también de los mecanismos mediante los cuales los componentes químicos ejercen su influencia. Esos estudios que constituyeron la base de las primeras etapas de las ciencias de la nutrición⁶, siguen hoy en día ocupando un lugar central en la evolución de este sector de la ciencia. Los conocimientos actuales sobre la nutrición son aun incompletos y se requieren nuevos estudios, a menudo con un nivel cada vez mayor de complejidad, sobre la composición de los alimentos y sobre la función de sus componentes y sus interacciones en la salud y la enfermedad.

Una tabla de composición de alimentos generalmente está compuesta por una lista de alimentos seleccionados, con cifras correspondientes al contenido de nutrientes para cada uno de los alimentos. En la actualidad, con la era tecnológica existen muchos documentos que suministran datos mucho más completos sobre la composición de los alimentos y son apropiados para la investigación o para encuestas de nutrición. Estos incluyen: Composición de los alimentos - crudos,

⁶ McCollum, Elmer Verner. A History of Nutrition, Boston Houghton Mifflin, 1957. 420 pag.

procesados y preparados, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en varios volúmenes⁷.

Temas como la composición de los alimentos han sido objeto de diferentes estudios, pero la tendencia como indicador ha empezado a orientar los estudios hacia la caracterización de cada producto como manejo de la marca región, característica de única de un producto, como referente nacional e internacional.

El desarrollo de este estudio se orienta a la identificación de microorganismos perjudiciales para la salud, sin embargo, tomo como referencias algunos datos de la composición de alimentos que expone la FAO⁸, sobre alimentos y nutrición en el manejo de programas de alimentación donde se establece el contenido de los nutrientes por 100 g de porción comestible de cada uno de los alimentos. Estos nutrientes han sido seleccionados como los más importantes para los países en desarrollo, entre estos tenemos: Energía, proteína, grasa, calcio, hierro, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, folato y vitamina C, por objeto de interés en las bondades del producto que manejo en este estudio.

Algunas tablas enumeran el contenido de nutrientes según la cantidad que se presente en el producto en vez de hacerlo por peso y en otras se suministran datos sobre los nutrientes contenidos en diversos alimentos preparados en vez de alimentos crudos. Sin embargo, para este estudio se enumerara por categorías para permitir un fácil uso de la tabla de guayaba que se realizó en la escuela de poscosecha del centro agropecuario la granja⁹.

⁷ Manual USDA N° 8 en 1963 y revisado en 1984; las diversas ediciones y suplementos de McCance y Widdowson

⁸ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, siglas de Food and Agriculture Organization) Nutrición humana en el mundo de desarrollo. Michael C. Latham; Universidad de Cornell; Ithaca, Nueva York, Estados Unidos; Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29; de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación; Roma, 2002.

⁹ El autor. Anexo 1.

Es importante tener en cuenta que se deben utilizar las tablas de composición de alimentos con precaución¹⁰. Ya que las cifras suministradas normalmente van en relación al contenido de un nutriente en particular en un alimento específico, estos datos son basados en el análisis de muestras de dicho alimento. Sin embargo, los alimentos generalmente varían en su contenido nutricional, dependiendo del país y el clima donde se cultiven, el tipo de alimento analizado, cómo se ha preparado el alimento antes de ser consumido (lo cual varía entre los diferentes grupos culturales) y muchos otros factores. Debe reconocerse además que los análisis realizados inclusive en laboratorios especializados, tienen un margen de error, el cual es mayor para algunos nutrientes que para otros. Las tablas de composición de alimentos son útiles pero se deben utilizar cuidadosamente.

5.2 REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES Y APORTES DIETÉTICOS RECOMENDADOS

Según la FAO¹¹, son muchos los estudios de investigación que se están adelantando sobre los requerimientos y aportes nutricionales para los seres humanos, ya que las condiciones de los organismos depende de las características particulares del ser, ya sea un niño, joven o anciano, o bien sea por su condición social, económica o cultural. El papel de la alimentación para cada país es siempre el mismo, solo se busca dar al organismo energía suficiente y aportar los nutrientes necesarios para que funcione correctamente.

Para hacer frente a las exigencias de alimentación en los países es necesario conocer las tendencias que se están presentando en la actualidad, pues cambios los fisiológicos y psicológicos que se producen en las diferentes etapas de la vida

¹⁰ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, siglas de Food and Agriculture Organization) Nutrición humana en el mundo de desarrollo. Michael C. Latham; Universidad de Cornell; Ithaca, Nueva York, Estados Unidos; Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29; de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación; Roma, 2002.

¹¹ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Alimentos Cap 25 de Depósito de Documentos de la FAO. Michael C. Latham; Universidad de Cornell; Ithaca, Nueva York, Estados Unidos; Roma, 2004.

modifican las necesidades energéticas y nutricionales. Reto que es asumido por los investigadores dedicados en esta rama para establecer directrices que permitan hablar un mismo lenguaje en las dietas nutricionales, lo que permitirá tener parámetros en las tablas de composiciones según su aporte energético y aporte nutricional.

5.3 GENERALIDADES DE LA GUAYABA (*Psidium guajava* L.)

La guayaba (*Psidium guajava* / Variedad ICA I) es una fruta tropical que pertenece a la familia de las Mirtáceas la cual incluye a más de 3.000 especies de árboles y arbustos de los cinco continentes. Su árbol es una planta de la familia de las mirtáceas, originario de América Tropical, en donde se encuentra tanto en forma silvestre como cultivada desde México hasta Brasil¹².

5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:

El género *Psidium*, al cual pertenece en guayaba consta de unas 150 especies de las cuales una docena han sido estudiadas y seleccionadas para mejorar la calidad y aumentar la productividad.

En Colombia el guayabo es un árbol de cultura familiar, es decir, que se encuentra fácilmente en los hogares, las fincas, al borde de los ríos o carreteras. Entre sus principales características como cultivo son las grandes extensiones por el territorio nacional, lo cual lo hacen constituirse el tercer frutal en cuanto a área cultivada y el quinto en cuanto al valor de la cosecha después de los cítricos, piña, papaya, mango y aguacate. Desde el punto de vista nutricional, es uno de los frutos con mayor contenido de vitamina A y C, de minerales, como calcio, fósforo y

¹² Mogollón C.G. Cury K. I. Sarria S. Comportamiento Poscosecha y Evaluación de Calidad de Fruta Fresca de Guayaba en Diferentes Condiciones de Almacenamiento. Postharvest Behavior and Quality Evaluation of Fresh Fruit Guava in Different Storage Conditions. Medellín, Colombia. 2011.

de proteínas; Pero su mayor valor lo hace su alto contenido de pectina la cual ayuda a disminuir el contenido de grasa en la sangre (colesterol)¹³. Condición que lo hace atractivo para las actuales dietas nutricionales de los seres humanos que vivimos en una constante variación de horas de alimentación y aportes nutricionales, deteriorando la salud constantemente, con llevándonos a desórdenes alimenticios.

5.3.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL:

**Tabla 1. Composición nutricional de frutos de Guayaba (Psidium guajava L.)
(Contenido en 100 g de porción comestible)**

Parámetro	Valor	Unidad
Agua	62	%
Proteína	0.8	%
Grasas	0.6	%
Carbohidratos	15	%
Valor Calórico	33	Cal
Hidratos de carbono	6.7	G
Fibra	3.7	G
Magnesio	16	Mg
Provitamina A	72.5	µg
Vitamina C	273	Mg
Riboflavina	50	Mg
Tiamina	5	Mg
Niacina	1.1	Mg

Fuente: Acuerdo regional de competitividad. Cadena productiva de la guayaba y su industria de los departamentos de Santander y Boyacá. 2007

¹³ Gómez, Gilberto. Características generales del cultivo de la guayaba. Corpoica. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2010.

5.3.3 FACTORES PRECOSECHA QUE INCIDEN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL:

5.3.3.1 Requerimientos edáficos y climáticos¹⁴:

5.3.3.1.1 Clima: El guayabo es un árbol que da como fruto la guayaba, es una planta de origen tropical; normalmente se encuentra en grandes llanuras y planicies, su altura se encuentra en lugares no mayores a los 800 m.s.n.m., con una temperatura que oscila entre los 15°C y 34°C, con una precipitación anual que está comprendida entre 1000 y 3800 milímetros bien distribuidos en los meses del año.

5.3.3.1.2 Humedad: Esta debe estar comprendida entre el 70% y el 90%, La planta debe someterse a la radiación solar en forma directa a plena luz solar.

5.3.3.1.3 Suelos: Los lugares donde se cultivan deben de tener diversos tipos de suelo, con un pH comprendido entre 4.5 y 8.2; pero se mejor desarrollo se da cuando el pH oscila entre 6 y 7. Entre mayor se encuentren los suelos enriquecidos con materia orgánica y suelos profundos se puede obtener productos en cuanto a calidad.

5.4 ÁREA DE ESTUDIO

5.4.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el centro agropecuario “La Granja” Sena regional - Tolima - Espinal, ubicado en el kilómetro 5 vía al municipio de El Espinal –

¹⁴ Silva, Angel. Ortega, Albanis. Manejo Integrado de plagas en guayaba y guanabana. Universidad de Oriente Núcleo de Monagas Escuela de Ingeniería Agronómica Departamento de Agronomía Entomología Aplicada. 2010.

Ibagué; las coordenadas geográficas lo sitúan a 4° 10' latitud Norte en consecuencia se encuentra situado en la zona ecuatorial, por lo tanto no hay estacionalidad térmica esto conlleva a que la altitud es el factor más importante en la determinación del clima; su longitud oeste es de 74° 55' al oeste de Greenwich.

Figura 1. Localización Espacial Centro Agropecuario “La Granja”



Fuente: Internet¹⁵.

¹⁵ Internet: Google Earth

5.4.2 DATOS CLIMÁTICOS

El centro Agropecuario La granja tiene una temperatura promedio de 29°C, y se eleva a 350 msnm.

5.4.3 TOPOGRAFÍA

El Centro Agropecuario “La Granja” cuenta con 38 hectáreas que se dedican a cultivos transitorios de riego y secano, como lo es el Arroz, sorgo y maíz. 11 hectáreas dedicadas a frutales y hortalizas (Pimentón, Piña, guayaba, papaya, Tomate, maracuyá, entre otros), 1 hectárea de cultivo permanente de huerto mango, así como un vivero donde se han trabajado ají, tomate cherry y pimentón.

5.5 DEFINICIÓN DE CALIDAD

La calidad de un producto hortofrutícola según Cadena¹⁶ se define, entre otros por la apariencia, la sanidad, la inocuidad, el estado de madurez, ligado a este último una serie de particularidades que se evidencian por cambios en el contenido de azúcar, el contenido de acidez y la consistencia, principalmente.

5.6 CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS QUE OCURREN DURANTE EL CRECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS.

5.6.1 CRECIMIENTO

Según Hulme¹⁷ el tamaño final de los productos depende de muchos factores que ocurren durante el proceso de desarrollo; dentro de estos se destaca la expansión

¹⁶ CADENA, Gabriel. Caracterización de los productos hortofrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad. Prologo. 2004

¹⁷ HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. London, AcademicPress, 1974.

del fruto debido al incremento en el volumen celular, asociado directamente con el aumento del contenido de agua de las células también conocido como expansión celular. Lo anterior explica que en una misma planta haya frutos de diferentes tamaños y con algunas variaciones de la forma.

5.6.2 MADURACIÓN.

Es importante conocer el proceso que ocurre después que el producto ha adquirido sus condiciones para ser cosechado, ya que estos indicadores evidencian los cambios en la composición, color, textura u otros atributos sensoriales del producto que definen los componentes de calidad para su comercialización y consumo.

Existen diferentes conceptos sobre la maduración, teniendo en cuenta las necesidades que tienen los consumidores sobre un producto:

5.6.2.1 Madurez fisiológica. Según la FAO¹⁸, se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en la cual se ha producido el máximo crecimiento y desarrollo.

5.6.2.2 Madurez de consumo u organoléptica. Este concepto se define por el desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna).

Según Arias¹⁹ durante el desarrollo y maduración los productos hortofrutícolas experimentan una serie de características físico-químicas que permiten definir distintos estados de madurez de la misma, y que guardan una estrecha relación con la calidad y otras características de poscosecha del producto. A continuación

¹⁸FAO. "Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas". Chile. 1987.

¹⁹ARIAS, Ciro. Manual de manejo poscosecha de frutas (papaya, piña, plátano, cítricos).FAO. 2000

se mencionan los principales cambios observados en las frutas maduras para consumo y su relación con la composición interna de las mismas. Algunos de los cambios más representativos son:

5.6.1.2.1 Color. Con la maduración por lo general disminuye el color verde debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento en la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo (carotenoides y antocianinas) que le dan un aspecto más atractivo a ésta.

5.6.1.2.2 Sabor y aroma. El sabor cambia debido a la hidrólisis de los almidones que se transforman en azúcares, por la desaparición de los taninos y otros productos causantes del sabor astringente y por la disminución de la acidez debido a la degradación de los ácidos orgánicos. El aroma se desarrolla por la formación de una serie de compuestos volátiles que le imparten un olor característico a las diferentes frutas.

5.6.1.2.3 Firmeza. Al avanzar el proceso de maduración en la planta, en la mayoría de los frutos se incrementa el contenido de pulpa o jugo. Por lo general, la textura de las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares. Las frutas se tornan blandas y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo Poscosecha.

Para la determinación de la firmeza se usa el penetrómetro, el cual mide la fuerza necesaria para penetrar con una determinada profundidad un embolo calibrado, sobre la diversas zonas del fruto.

5.6.1.2.4 Contenido de Azúcar. El contenido de azúcar depende de la variedad, el estado de nutrición de la planta y el estado de desarrollo del fruto.

Los grados Brix representan el % de sacarosa determinado en el jugo del fruto. Se mide utilizando un refractómetro, las lecturas registradas están dadas a la temperatura indicada por estos instrumentos. Las frutas y hortalizas contienen otros sólidos solubles diferentes de la sacarosa, esto es, otros tipos de azúcares y también ácidos orgánicos, por lo que es más frecuente determinar el contenido total de éstos en porcentaje.

5.6.1.2.5 Acidez. La mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales, ésteres, glucósidos, etc.

Para determinar la acidez libre se realiza la prueba de acidez titulable la cual representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final $\text{pH} = 8.5$; usando fenolftaleína como indicador. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante.

5.6.1.2.6 Respuestas fisiológicas de las frutas al estrés. La mayor parte del deterioro observado en las frutas se debe a una serie de reacciones fisiológicas como respuesta a factores adversos como daños físicos, desórdenes fisiológicos o enfermedades ocasionadas por diversos patógenos.

5.6.1.2.7 Comportamiento climatérico. Las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas, según su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica. Las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados.

Por el contrario, en las frutas no climatéricas, los procesos de desarrollo y maduración organoléptica son continuos y graduales; manteniendo éstas, en todo momento, niveles bajos de respiración y de producción de etileno.

Las frutas climatéricas pueden ser maduras organolépticamente en la planta o después de cosechadas. Las frutas no climatéricas sólo maduran para consumo en la planta.

5.7 CARACTERÍSTICAS DE LA GUAYABA ORGÁNICA (*Psidium guajava* “Variedad ICA I”)

5.7.1 CARACTERÍSTICAS DE CULTIVO.

Se le encuentra comúnmente desde 0 y 1200 msnm, Las temperaturas recomendadas para buenas producciones oscilan entre los 15.5 °C hasta los 34 °C. En general, requiere plena exposición solar y prefiere sitios con estaciones secas bien definidas, ya que en sitios donde llueve a lo largo de todo el año se ve más afectada por enfermedades.

La guayaba es un fruto que presenta una distribución características de capas; en su primera capa se encuentra una pulpa de consistencia firme y rosada que mide alrededor de 2,5 milímetros de espesor, esta cambia según la especie o

condiciones del suelo. La capa interior es poco más blanda, jugosa, cremosa y con mucha presencia de semillas de constitución leñosa y dura. Presenta tamaños de unos 4-12 cm de longitud y 4-7 de diámetro. Su peso oscila desde los 60 g hasta los 100 g²⁰.

Según OFI – CATIE²¹ se adapta a una gama amplia de suelos, desde arenosos hasta arcillosos compactos e infértiles, aunque los prefiere sueltos, fértiles y ricos en materia orgánica. En suelos muy pesados e infértiles se desarrolla relativamente mal. Puede tolerar inundaciones periódicas. Prefiere pH entre 5 y 7 y por lo general no crece bien en suelos calizos, aunque algunas variedades crecen en calizas con pH de hasta 9.4.

Los árboles inician su producción a los 2-3 años. Para obtener frutos de mejor calidad se recomienda embolsarlos utilizando bolsas de papel parafinado, cuando alcanzan una longitud de 1.5 m -2 m. Esto se hace principalmente para evitar el daño por las moscas de la fruta.

Según el clima, puede haber una o dos cosechas por año. Los árboles pueden permanecer productivos por 30 - 40 años, pero normalmente la producción empieza a declinar después de 15 años.

5.7.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES.

OFI – CATIE²² sostiene que la enfermedad más común es la momificación del fruto, causada por el hongo *Glomerella cingulata*. En sitios húmedos y sombreados la antracnosis puede ser problemática, y también puede aparecer un

²⁰ NTC 1263. Guayaba. Editorial Icontec. 1970.

²¹ OFI - CATIE. "Psidium Guajava". Internet [http://74.125.45.132/search?q=cache:H7aUp4elDnUJ:herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/psidium_guajava.pdf+psidium+guajava&hl=es&ct=clnk&cd=5&gl=co]

²² OFI - CATIE. Op. cit., p. 5

alga (*Cephaleuros virescens*) que provoca manchas sobre hojas y frutos. Existen muchos que han sido reportados como plagas de esta especie, entre ellos el picudo de la guayaba (*Conotrachelus* sp.), la mosca blanca, moscas de la fruta (*Anastrepha*, *Ceratitis*), chinches harinosos, cochinillas, thrips y áfidos. Los ataques de mosca blanca y cochinillas favorecen la aparición de fumagina.

Según Bolaños²³ en el cultivo de guayaba, uno de los problemas más limitantes son los nematodos fitoparásitos, éstos son organismos perjudiciales los cuales han registrado pérdidas cercanas a 60% del total de la producción. Estos nematodos ingresan por la raíz ocasionando daños que impiden que la planta tome los nutrientes del suelo.

Según Kader²⁴ la guayaba permite ser uno de las grandes hospederos preferidos por las moscas de la fruta y por ende la desinfección es tan importante para que su comercialización por el mundo sea permitida. Uno de los tratamientos para el control de insectos es el calor aplicado por inmersión de las frutas en agua a 46°C por 35 minutos o por contacto de la fruta con aire caliente a 48°C por 60 minutos.

5.7.3 FISIOPATÍAS

Las fisiopatías son carencias o excesos que existen de factores ambientales, estos son tantos que no es difícil describirlos a todos; La mejor manera de detectarlas e identificarlas para su posterior corrección o aplicación de la estrategia de mejora, es la observación y el buen conocimiento de los factores que nuestras plantas necesitan, así como de los tratamientos, abonados y cualquier otra acción que realicemos sobre ellas. Entre los más representativos tenemos:

²³BOLAÑOS, Martha M. Evaluación de prácticas de manejo de nematodos parásitos en cultivos de guayaba en el Valle del Cauca. Plegable divulgativo. Noviembre de 2007.

²⁴KADER, Adel. "Postharvest technology". Internet [<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Guayaba.shtml>]

5.7.3.1 Daño por frío. Esta fisiopatía comprende la incapacidad de la fruta por madurar de forma normal, debido al exceso o exposición de bajas temperaturas por periodos prolongados de tiempo. Los síntomas se observan cuando la guayaba no cambia de verde a maduro, o solo lo hace parcialmente, también existe daño por frío cuando existen pudrición o pardeamiento cuando la exposición se da a temperaturas muy altas. Las guayabas en plena madurez de consumo son menos sensibles al daño por frío que las que se encuentran en estado verde-maduro y se les puede conservar hasta por una semana a 5°C (41°F) sin mostrar síntomas de esta fisiopatía.

5.7.3.2 Pardeamiento externo²⁵ (piel) e interno (pulpa). Las frutas como las guayabas son productos muy sensibles al pardeamiento, durante todo su proceso de cosecha y poscosecha. Sus indicadores normalmente se presentan en abrasiones y magulladuras seguidas del pardeamiento, condición que se visualiza con la simple observación y al tacto.

5.7.3.3 Escaldado por el sol. En Colombia es normal encontrar productos como las guayabas expuestas al sol en el momento del transporte de la cosecha hasta la poscosecha, este daño se debe la exposición al sol directo causando un escaldado y alteración al producto. En algunos países se les cubre con bolsas de papel para protegerlas de la radiación solar y del ataque de insectos mientras se desarrollan en el árbol.

5.7.4 ÍNDICE DE COSECHA.

Para aumentar el tiempo de almacenamiento, evitar posibles enfermedades y pudriciones, la fruta se debe recolectar antes que tome color (cambio de color del verde oscuro al claro). La forma de recolección es manual, la clasificación y

²⁵ Adel A. Kader. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616. Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F. 2011.

criterios de calidad se determinan por su aspecto, color, tamaño y estado fitosanitario.

Para su consumo se deben seleccionar aquellos ejemplares de color verde amarillento que aún no estén del todo maduros, pero que ya hayan comenzado a perder su firmeza. La guayaba por ser una fruta climatérica se puede recolectar verde y dejar a temperatura ambiente (20 °C) hasta que madure, momento en el que esta fruta adquiere un color amarillo ²⁶

5.7.4 ÍNDICES DE CALIDAD.

Según Kader²⁷ el color de la guayaba es el principal indicador de la madurez, condición que permite facilitar el momento de la cosecha y poscosecha. El tamaño y la forma también hace parte de este índice de calidad pero este depende de las condiciones de cuidado del cultivo y labores culturales del mismo.

Los mercados de la guayaba son establecidos según los parámetros de cada país, entre estas condiciones tenemos:

- La ausencia de defectos, la no presencia de insectos y productos sin pudrición, estas directrices están claras en cada región según los parámetros de calidad y condición económicas.
- La firmeza y el grado de arenosidad depende de la presencia de células pétreas (esclereidas);
- El color de la pulpa, depende del cultivar y puede ser blanco, amarillo, rosa o rojo;
- La cantidad de semillas en la pulpa entre más baja es mejor;

²⁶Acuerdo regional de competitividad. Op. cit., p. 5

²⁷KADER, Op. cit., [<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Guayaba.shtml>]

- Intensidad del aroma; sólidos solubles y acidez, son parámetros intrínsecos de cada condición y estrato social.

5.7.5 OPERACIONES DE POSCOSECHA.

Los protocolos de poscosecha son rangos que no están establecidos de forma unilateral, sino que está sujeto a las condiciones o mercados establecidos, se recomienda realizar esta actividad en horas tempranas de la mañana, donde haya una humedad es alta y existe mucha sombra, ya que las frutas al momento de la recolección tienen entre 80 y 90 % de agua; después de cosecharse, transpira sin posibilidad de recuperar el líquido perdido, lo que se traduce en pérdida de peso de la fruta, con el fin de evitar esta pérdida de peso se recomienda almacenar a temperaturas entre 8° a 10° C., en estado de verde madura y las maduras a temperaturas entre 5° a 8°.

El empaque de la Guayaba debe de cumplir con todas la condiciones de calidad de poscosecha, donde se selecciona y clasifica para retirar las frutas con defectos, enfermedades o plagas. Luego se clasifican agrupándose según las exigencias del mercado, (en cuanto a dureza, color, tamaño, peso y sanidad), después se limpian, desinfectan y se almacenan a bajas temperaturas con humedad relativa de 90 a 95%, su temperatura de almacenamiento es de 5° a 10°, por lo tanto su vida de almacenamiento es aproximadamente de 2 o 3 semanas²⁸. Según Kader²⁹, la temperatura óptima para guayabas verde-maduras y parcialmente maduras es de 8-10°C (vida potencial de almacenamiento = 2-3 semanas). Para guayabas completamente maduras 5-8°C (vida potencial de almacenamiento = 1 semana).

²⁸ Hernando. Rios Luis. Guayaba Pera. Central de Abastos. Corabastos. 2009.

²⁹ KADER, Op. cit., [<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Guayaba.shtml>]

5.8 CONCEPTOS PARA EL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Existe una gran variedad de alimentos para el consumo humano, pero es de dar claridad que no todos los métodos aplicados a los productos son efectivos, es por ello que se hace necesario traer a colación algunas definiciones que se deben de tener en cuenta para este análisis microbiológico de este estudio:

Los **Aerobios mesófilos** Son bacterias que pueden crecer a temperaturas medias y a concentraciones de oxígeno normales (aerobias). Puede haber en este grupo anaerobios facultativos. Son un grupo que se utiliza como indicador de ambientes y materia prima contaminada, malas condiciones de higiene de equipos e instalaciones³⁰.

Los **Mohos y levaduras** son microorganismos que a 25 °C forman colonias en un medio selectivo, son de estructura eucariota y en el caso de las levaduras son unicelulares. Este grupo es el principal indicador de ambientes contaminados, también puede indicar materia prima contaminada y muchos organismos de este grupo (sobre todo mohos) pueden ser fitopatógenos³¹.

Los **Coliformes totales**: grupo de bacterias que presentan ciertas características bioquímicas en común e importancia como indicadores de contaminación del agua y alimentos. Se encuentran comúnmente en plantas, suelo y animales, incluyendo a los humanos. El grupo coliforme está conformado por los siguientes géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*³².

³⁰ NTC 4519. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C. Editorial Icontec. 2009.

³¹ NTC 4132. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25° C. Editorial Icontec. 2009.

³² NTC 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. Editorial Icontec. 1998.

Los Coliformes Fecales. Se define como coliformes fecales, aquellos microorganismos que fermentan la lactosa a 44,5 – 45,5 °C, análisis que permite descartar a *Enterobacter*, puesto que esta no crece a esta temperatura. Si se aplica este criterio crecerán el medio de cultivo principalmente *E. coli* (90%) y algunas bacterias de los género *Klebsiella* y *Citrobacter*. La prueba de Coliformes fecales positiva indica un 90% de probabilidad de que el coliforme aislado sea *E. coli*. Sirve como indicador de contaminación fecal³³.

5.9 ESTADO DEL CULTIVO DE GUAYABA (*Psidium guajava* Variedad ICA J) EN EL CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA

Figura 2. Cultivo de Guayaba - Centro Agropecuario “La Granja”



Fuente: Autor 2012

El cultivo de guayaba en el Centro Agropecuario La Granja se ha desarrollado desde el año 2007, se encuentra localizado en el lote N°2 con un área de total de 1.7 hectáreas, posee una distancia de siembra de 4*4 m (lo cual favorece el desarrollo y el crecimiento del rizoma, así como la penetración y difusión de las

³³ NTC 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. Editorial Icontec. 1998.

raicillas) entre surcos (20 en total), se encuentran establecidas en este momento 1069 plantas. Actualmente en el cultivo se tienen dos variedades: ICA Palmira 1

Uno de los principales inconvenientes de cultivo se ve reflejado en la falta de nutrientes en el suelo, lo que hace se formen deficiencias las cuales que se manifiestan en la calidad del producto. Se han usado diferentes fertilizantes como: súper magro o bocashi para el control de plagas y enfermedades con elementos como: caldo sulfocalcio, caldo bordelex e hidrolatos. También se han implementado: Sulfato de potasio, Biosolnew y roca fosfórica. Para las cicatrizaciones se ha usado azufre.

Se implementa sistema de riego por gravedad y se realizan actividades de mejoramiento como control de arvenses, plagas, enfermedades y control fitosanitario.

5.9.1 PRODUCCIÓN DE GUAYABA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Tabla 2. Producción de guayaba en el departamento del Tolima año 2006³⁴

MUNICIPIO	Área plantada (ha)	Área en producción (ha.)	Producción (Ton.)
Coello	15	15	225
Coyaima	168	168	505
Cunday	80	80	1280
Espinal	18	18	108
Guamo	740	740	6920
Iconozo	220	220	1540
Ortega	1000	1000	6100
Purificación	70	70	56

³⁴ Estas cifras están basadas en la producción del año 2006

Saldaña	10	10	60
Villarica	650	630	180
Total Guayaba	2971	2951	16974

Fuente: Corporación Colombia Internacional³⁵

Tabla 3. Producción de guayaba en el departamento del Tolima año 2008³⁶

MUNICIPIO	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Coello	60	55	770	14,0
Coyaima	153	120	310	2,6
Cunday	70	70	985	14,1
Espinal	30	28	150	5,4
Guamo	80	50	68	1,4
Honda	23	18	180	10,0
Icononzo	170	160	1.050	6,6
Ortega	950	657	4.750	7,2
Purificación	85	80	520	6,5
Saldaña	10	8	48	6,0
San Luis	50	45	470	10,4
Suarez	8	8	5	0,6
Villarrica	110	100	650	6,5
Total	1.799	1.399	9.956	7,12

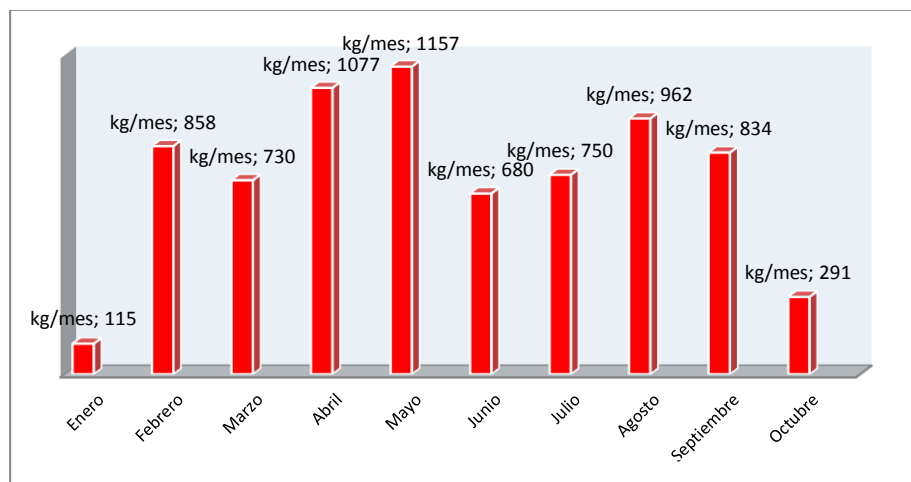
Fuente: Corporación Colombia Internacional³⁷

³⁵ Corporación Colombia Internacional. Año 2006, Op. cit., p. 5

³⁶ Estas cifras están basadas en la producción del año 2008

³⁷ Corporación Colombia Internacional. Producción agrícola municipal 2008. Op. cit., p. 2

Figura 3. Producción de guayaba Centro Agropecuario la granja. 2012



Fuente: Autor. 2012.

Nota: El mes de Enero los Aprendices inician formación el 20 de Enero y por ende el registro no se tiene completo del mes; en el mes de Octubre esta hasta el 10 de Octubre de 2012

6. METODOLOGIA

Para el desarrollo del trabajo se tuvo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC, que se estipulan en cada uno de los apartes, bajo la normatividad del laboratorio con el que se cuenta en el Laboratorio, las cuales a continuación se enuncian:

6.1 ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL:

Las guayabas utilizadas en el desarrollo de este trabajo, corresponden a los cosechados en el centro agropecuario “La granja” SENA-Espinal, durante Junio y Agosto del año 2012 (Ver figura 3). Bajo los protocolos de la NTC 756 donde dice que unidades de muestreo deberán tomarse de diferentes sitios y niveles de cada lote de forma completamente al azar, llegando a la planta de poscosecha un total de 5 canastillas de 25 kg (60 cm x40 cm x 25 cm) cada una, dando una cosecha de 125 kg, de las cuales de forma factorial se descartarían 2.

En el momento de la recolección se tuvo en cuenta todas las practicas higiénicas de cosecha (Canastillas limpias, manipuladores con manos limpias, Uso de guantes en algunos casos, no se tomaron guayabas del suelo), solo las que cumplían en el momento de cosecha y lo que normalmente se hace en un proceso de recolección de guayaba orgánica (*Psidium guajava* variedad ICA I) en centro agropecuario la granja de Sena regional Tolima.

6.1.1 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Teniendo en cuenta los productos escogidos se realizó de forma manual la escogencia del estado maduro de la guayaba orgánica. Como índice de escogencia se determinó tamaño mediano en función del diámetro basal

(Aproximadamente 6,1 cm a 6,2 cm) con un estado de madurez 2 según tabla de colores. (Ver anexo 1).

6.1.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

En el proceso de limpieza y desinfección se realizó inicialmente un lavado con agua potable y luego por inmersión se sumergen los frutos en una solución de hipoclorito, (desinfectante para frutas y vegetales) con el fin de quitar las impurezas procedentes del cultivo, a una concentración de 150 ppm, 200 ppm y 250 ppm. Para determinar la mejor opción para su desinfección, cada producto se sometió a 3 minutos en inmersión de la solución de hipoclorito.

Teniendo las 3 canastillas escogidas, se promedió la cantidad de guayabas obtenidas con un total de 60 unidades por cada una; como la guayaba es un producto a granel, se tomó mínimo 5 unidades de muestreo por lote, teniendo en cuenta la masa total, según la tabla número 4.

Tabla 4. Determinación del tamaño de muestra para productos a granel

Masa (peso) del lote, en Kg	Masa (peso) total de las unidades de muestreo, en kg
Hasta 200	10
201 a 500	20
501 a 1000	30
1001 a 5000	60
Mayor de 5000	100 (Mínimo)

Fuente: NTC 756. Frutas y hortalizas frescas. Toma de muestras. Editorial Icontec. 1977.

6.2 MUESTREO MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES

6.2.1 TOMA DE MUESTRA

De cada canasta se tomó 1 muestra de 5 guayabas para los muestreos de flora inicial (antes de los tratamientos y después de la selección y clasificación), y 3 muestras por canasta después de los tratamientos aplicados a cada una de ellas. Esto da un total de 3 muestras para flora inicial y 9 muestras para evaluar los tratamientos. Las guayabas fueron seleccionadas al azar, se les froto toda la superficie tomándola por los centros o polos de la fruta siguiendo los procedimientos para el método de escobillón²³ (NTC 5230). El Área aproximada de una guayaba en promedio es de 32 cm² y 33 cm², guayabas por muestra, el área muestreada total es de 160 cm².

6.2.2 PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES

De las muestras obtenidas se realizaron las diluciones correspondientes según la NTC 4491-1, 4491-2 y 4491-3 donde se expone la preparación de disoluciones para análisis microbiológico. Las muestras de flora inicial se diluyeron hasta 10⁻² y para las muestras obtenidas después de los tratamientos hasta 10⁻¹

6.2.3 RECuentOS

Se realizaron para cada muestra los análisis de Mohos y Levaduras (NTC 4132) usando agar YGC (Yeast Glucosa Cloranfenicol) de marca MERCK, Aerobios Mesófilos (NTC 4519) usando medio de cultivo PC (Plate Count) marca MERCK, Coliformes Totales y Coliformes fecales (NTC 4458) usando Agar VRBA (Bilis Rojo Violeta Agar) marca MERCK incubado a 37°C para coliformes totales y 44°C para coliformes totales.

Se sembraron de las diluciones 10^0 y 10^{-1} para las muestras obtenidas después de los tratamientos de 150, 200 y 250 ppm de hipoclorito. Las muestras de flora inicial se analizaron de las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} .³⁸

³⁸ NTC 4491-1. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparación de muestras para ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para análisis microbiológico. Parte 1: reglas generales para la preparación de la suspensión inicial. Editorial Icontec. 2005

7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el procesamiento de las muestras, los resultados del control microbiológico de ambientes, superficies y dotación de los analistas, fueron confiables de acuerdo a las condiciones y controles de ambientes y superficies para la cabina de flujo laminar y el área según con el laboratorio que se cuenta en la centro agropecuario la grana del SENA, regional Tolima, lo que asegura que las condiciones de trabajo en las pruebas evaluadas, fueron óptimas. Al realizar las pruebas bajo condiciones ambientales controladas se reducen falsos positivos por contaminación microbiana cruzada, esto se garantiza con el proceso de limpieza y desinfección para el área de recuentos y el laboratorio, siendo primordial para obtener resultados confiables durante la validación.

Con los datos obtenidos en cada una de las determinaciones del análisis microbiológico, se realizó un gráfico donde se identifican los comportamientos de los materiales vegetales, los cuales fueron objeto de este estudio. Posteriormente se desarrollo la comparacion de los datos obtenidos con el fin de determinar si la aplicación de los tratamientos dan respuesta a los objetivos trazados en el inicio del proyecto.

Es de aclarar que la carga microbiana inicial del agua no se determinó porque esta clasificada como agua destinada para uso doméstico³⁹.

Después de realizar las pruebas y análisis de los resultados se obtuvieron las siguientes datos de las 3 canastillas que se analizaron y escogieron de forma aleatoria:

³⁹ Decreto 1594 de 1984 Min Salud. Junio 26. Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

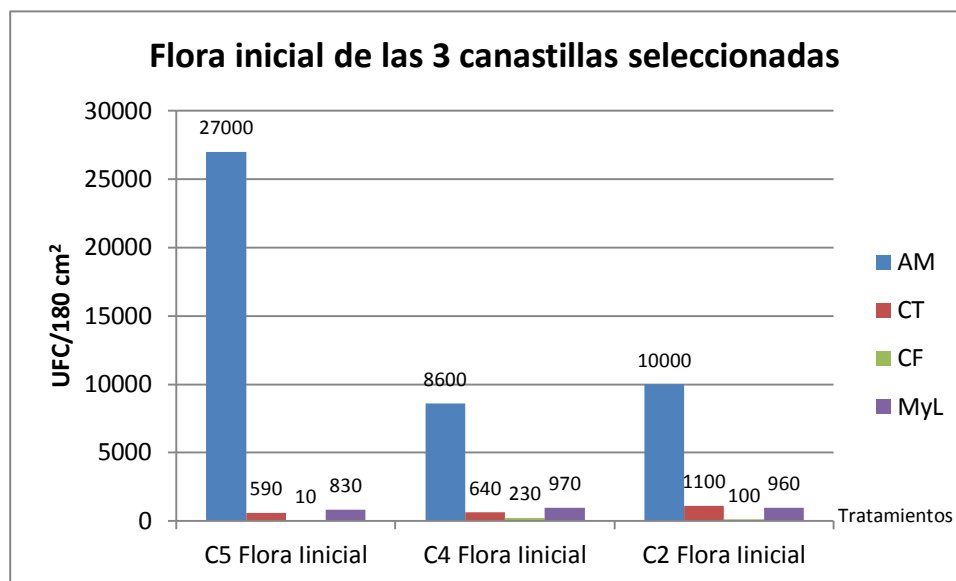
Tabla 5: Resultados obtenidos de las diferentes pruebas

	AM (Aerobios Mesofilos) UFC/180 cm ²	CT (Coliformes Totales) UFC/180 cm ²	CF (Coliformes Fecales) UFC/180 cm ²	MyL (Mohos y Levaduras) UFC/180 cm ²	Numero de Canasta	Tratamiento	Hipoclorito
C5 FI	27000	590	10	830	5	Clasificación	No
C4 FI	8600	640	230	970	4	Clasificación	No
C2 FI	10000	1100	100	960	2	Clasificación	No
626/150 ppm	2200	37	1	320	2	Desinfección	150 ppm
627/150 ppm	5100	210	50	74	2	Desinfección	150 ppm
628/150 ppm	1700	480	5	86	2	Desinfección	150 ppm
629/200 ppm	1900	980	180	49	4	Desinfección	200 ppm
630/200 ppm	260	19	12	49	4	Desinfección	200 ppm
631/200 ppm	2200	220	2	360	4	Desinfección	200 ppm
632/250 ppm	16000	82	74	370	5	Desinfección	250 ppm
633/250 ppm	16000	54	5	850	5	Desinfección	250 ppm
634/250 ppm	1600	44	1	370	5	Desinfección	250 ppm
Promedio: 623, 624,625	15200	776.7	113	920	Flora inicial	Clasificación	No
Promedio 200 ppm C4	1453.3	406.3	64.7	153	Canasta 4		
Promedio 150 ppm C2	3000	242.3	18.7	160	Canasta 2		
Promedio 250 ppm C5	11200	60	26.7	530	Canasta 5		

Fuente: El Autor 2012

Nota: FI: Flora inicial. Los números de muestra corresponden a la codificación del laboratorio., C5: canasta 5, C2: canasta 2, C4: canasta 4

Figura 4. Comparación de los análisis microbiológicos de flora inicial en las 3 canastas de guayaba seleccionadas



Fuente: El Autor. 2012

Nota: **AM**: Aerobios mesófilos, **CT**: Coliformes Totales, **CF**: Coliformes Fecales, **M y L**: Mohos y Levaduras

Análisis: Las guayabas de la canasta 5 presenta la mayor contaminación de aerobios mesófilos de todas las canastillas lo que indica que su flora natural es la más alta. Sin embargo, en los demás parámetros esta canastilla presenta guayabas con los otros indicadores más bajos. Los parámetros consultados para bacterias (aerobios mesófilos en este caso) en flora inicial de frutas están de 10^4 a 10^6 ⁴⁰ por tanto no son sobrepasados por los datos obtenidos en ninguno de los análisis realizados.

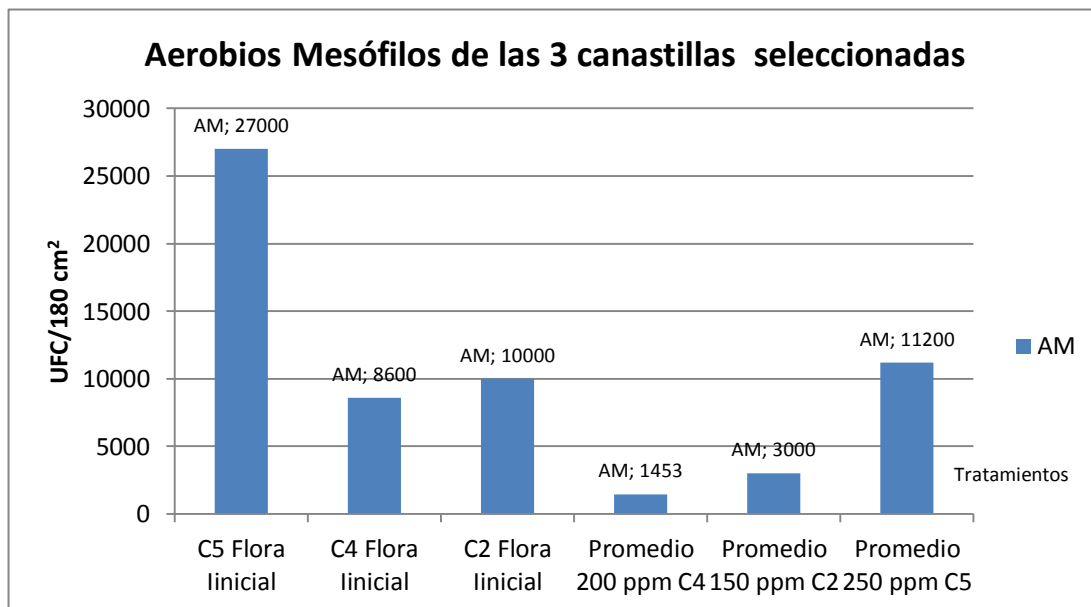
En cuanto a los datos obtenidos para Mohos y levaduras ocurre algo similar ya que también están por debajo de los límites observados en otras investigaciones⁴¹. Según Frazier, estima en 10^7 la flora normal de este grupo en frutas). Esta flora, que aunque parece alta, se considera normal y puede provenir de diferentes

⁴⁰ Frazier. Microbiología De Los Alimentos 4ª Ed. Editorial: Editorial Acribia S.a. Año: 2003 Isbn: 842000734X Isbn13: 9788420007342.

⁴¹ Frazier. Microbiología De Los Alimentos 4ª Ed. Editorial: Editorial Acribia S.a. Año: 2003 Isbn: 842000734X Isbn13: 9788420007342

fuentes, como las condiciones ambientales, los abonos orgánicos usados, los procedimientos de prelavado, selección y clasificación de la fruta.

Figura 5. Comparación de los análisis microbiológicos de Aerobios mesófilos de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos

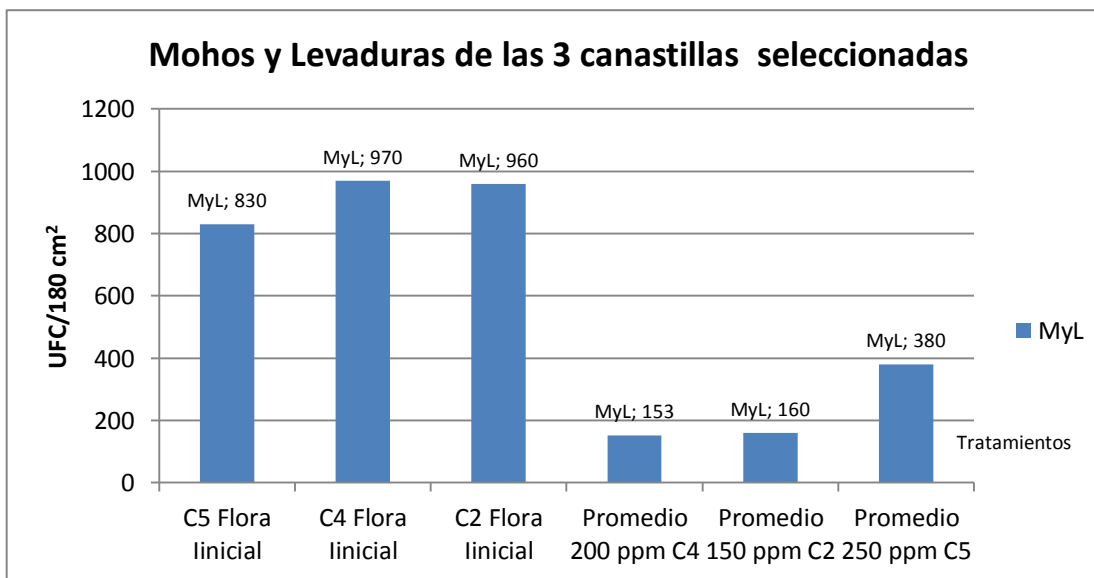


Fuente: El Autor. 2012

Nota: AM: Aerobios Mesófilos

Análisis: Al comparar la flora inicial con el promedio de los datos obtenidos para los tratamientos de 150 ppm, 200 ppm y 250 ppm de hipoclorito el descenso fue proporcional a su carga inicial. Si se calculan los porcentajes de reducción se observa que para el tratamiento de 150 ppm disminuyo la flora inicial en un 70%, para 200 ppm es de 83,1% y a 250 ppm de 58,5%. Indicando el mejor tratamiento el de 200 ppm.

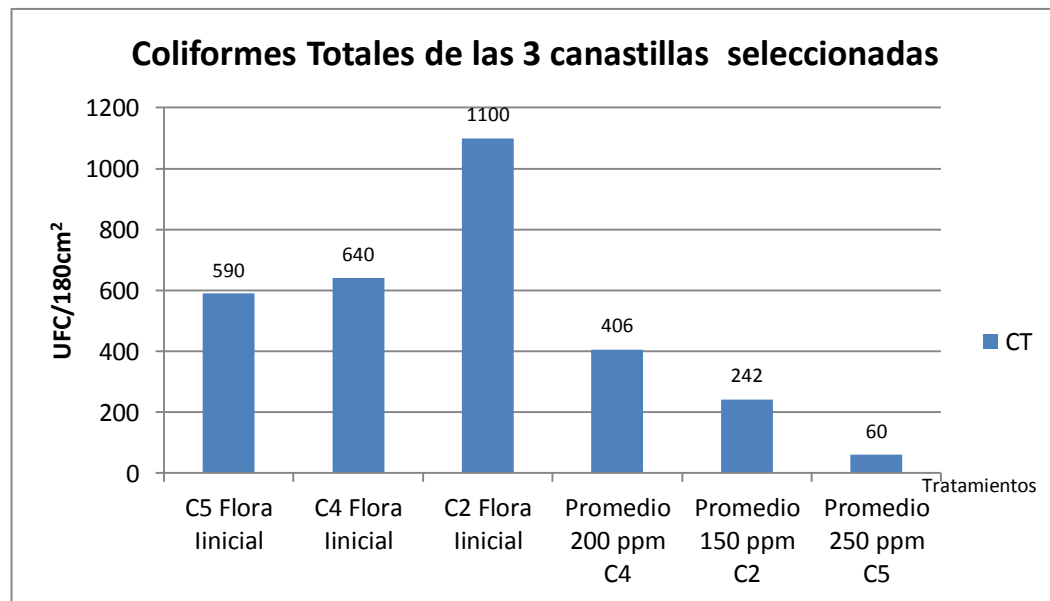
Figura 6: Comparación de los análisis microbiológicos de Mohos y Levaduras de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos



y Levaduras

Análisis: En esta grafica se observa, al igual que la anterior una disminución de la flora inicial pero ya no tan proporcional como en los aerobios mesófilos. Sin embargo, se observa que en los tratamientos a 250 ppm la disminución fue menor que con las otras dos concentraciones. Si se calculan los porcentajes de reducción se observa que para el tratamiento de 150 ppm disminuyo la flora inicial en un 83,3% , para 200 ppm es de 84,3% y a 250 ppm de 54,2%.

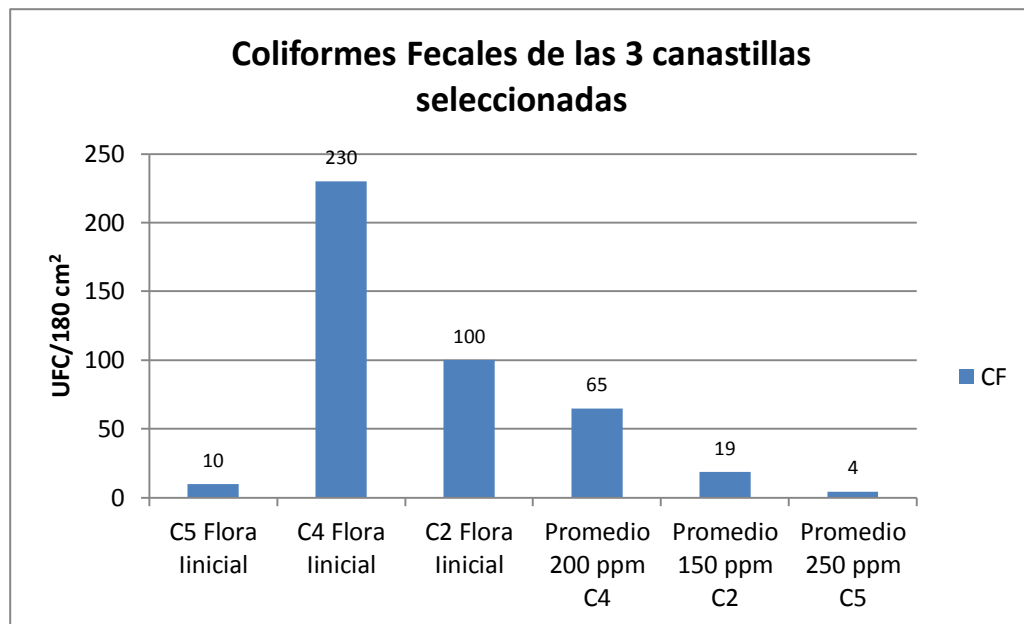
Figura 7. Comparación de los análisis microbiológicos de coliformes Totales de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos



Fuente: El Autor. 2012
Nota: CT: Coliformes Totales

Análisis: se observa una disminución en la flora inicial mucho menor que para Aerobios Mesófilos y Mohos y levaduras y aquí a diferencia de las graficas anteriores la canasta 5 tuvo una disminución mucho mayor en este grupo de microorganismos en particular. Si se calculan los porcentajes de reducción se observa que para el tratamiento de 150 ppm disminuyó la flora inicial en un 78%, para 200 ppm es de 36,6% y a 250 ppm de 89,9%.

FIGURA 8: Comparación de los análisis microbiológicos de Coliformes Fecales de las 3 canastas de guayaba seleccionadas antes y después de los tratamientos



Fuente: El Autor. 2012

Nota: CF: Coliformes Fecales

Análisis: La disminución de flora inicial se vuelve a observar proporcional. Si se calculan los porcentajes de reducción se observa que para el tratamiento de 150 ppm disminuyó la flora inicial en un 81%, para 200 ppm es de 71.7% y a 250 ppm de 60%.

8. CONCLUSIONES

1. La flora microbiana inicial en promedio que se presenta en la guayaba (*Psidium guajava* – ICA I) es la siguiente:
 - 15200 UFC/180 cm² de aerobios mesofilos,
 - 766,7 UFC/180 cm² de coliformes totales,
 - 113 UFC/180 cm² y
 - 920 UFC/180 cm² de mohos y levaduras
2. Se concluye que no constituye un problema desde el punto de vista de inocuidad, lo cual se buscaba con la investigación bajo las variables planteadas, sin embargo, bajo condiciones de almacenamiento inadecuadas puede llegar a aumentar consiguiendo ser un riesgo para la salud, debido a que si tiene una carga de flora inicial que puede ser significativa si no se realiza un proceso de limpieza y desinfección; condición a tener en cuenta para los aprendices y funcionarios (900 personas) del centro agropecuario la granja que pueden tener acceso a este producto de forma directa y sin control.
3. Es de considerar que se trabajó con un producto orgánico (Cultivo orgánico), por ende todo su material de fertilización y abono son de origen natural. Sin embargo, no se observa incidencia significativa de microorganismos patógenos estudiados en la contaminación de la guayaba (*Psidium guajava* variedad ICA I) presentes en estos materiales.
4. Se debe considerar el agua como factor relevante en este proceso; consideración que se expone a las directivas del Centro Agropecuario (La Granja) del Sena regional Tolima para estar realizando un seguimiento periódico al agua, la cual si puede llegar a afectar la carga microbiana inicial y

existir contaminación, por otras operaciones ajenas a los cultivos, que se presentan alrededor de la zona.

5. Se pudo determinar que la menor concentración de hipoclorito (150 ppm) para la guayaba tiene un porcentaje promedio de disminución microbiana del 78%, garantizando la inocuidad, calidad y salubridad del mismo. Este dato permitió corroborar la baja cargas microbianas iniciales, sin llegar a comprometer las propiedades del producto pero si garantizar que la guayaba siga con sus condiciones de frescura para el consumo. Por lo que se concluye , que no sólo facilita al centro agropecuario la granja bajar los costos de desinfección sino que permite publicar al SENA como ente formador en esta área a todos los cultivadores de guayaba del departamento del Tolima, para llevar a cabo esta labor a un costo mucho menor. Además, se pudo observar que el grupo de microorganismos que se vió mas afectado por los tratamientos con hipoclorito (independiente de su concentración) fue el de los mohos y levaduras, sin embargo con un 70,9% de reducción para todos los microorganismos estudiados con independencia de las la concentración usada.

6. No es claro con esta investigación porque la mayor concentración de hipoclorito (250 ppm) en proporción con las otros dos concentraciones fue la que mas baja en disminución de carga microbiana. Una de las causas que pudo llevar a esta baja eficiencia es una concentración inicial de materia orgánica mayor precisamente en la canasta seleccionada para este tratamiento. Hay que anotar que la toma de muestra se realizó siguiendo la normatividad vigente para esta labor en frutas y hortalizas (Normas técnicas colombianas), garantizando la mayor variabilidad de las unidades de muestreo seleccionadas.

9. RECOMENDACIONES

Actualmente, se sigue trabajando en otras variables de este proyecto final de estudio, ya que consideró realizar un muestreo de mayor tamaño para poder determinar con mayor eficiencia las variaciones en la carga microbiana de los indicadores estudiados. Sin embargo, se continua la investigación en la escuela nacional de poscosecha analizando los tiempos adecuados de exposición y la permanencia de la actividad antimicrobiana del hipoclorito usado cuando se recircula en las máquinas, de esta forma se puede saber en que momento esta agua clorada se debe cambiar y así evitar recontaminaciones posteriores, esto como ente de formación nacional como lo es el servicio nacional de aprendizaje “SENA”.

La guayaba (*Psidium guajava* variedad ICA I), es un gran alimento de componentes nutricionales destacables, sin embargo, considero que se puede aprovechar este componentes que se te tienen para dar inicio a la caracterización de un producto orgánico frente a un producto convencional, para complementar sus condiciones y propiedades al momento de sus consumo en fresco y diferenciador en los mercados nacionales y de exportación.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Acuerdo Regional De Competitividad. Cadena productiva de la guayaba y su industria de los departamentos de Santander y Boyacá. 2007.
2. Arias, C. (2000) Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO).
3. Arias, Ciro. Manual de manejo poscosecha de frutas (papaya, piña, plátano, cítricos). FAO. 2000.
4. Bello, J. (2000). Ciencia bromatológica-principios generales. Edición Díaz de Santos. p. 557.
5. Bolaños, Martha M. Evaluación de prácticas de manejo de nematodos parásitos en cultivos de guayaba en el Valle del cauca. Plegable divulgativo. Noviembre de 2007.
6. Casaca, A. (2005). Cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.). Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, PROMOSTA.
7. Corporación Colombia Internacional. Evaluaciones agropecuarias municipales. Cultivos permanentes y anuales por municipio. Tolima 2006.
8. Corporación Colombia Internacional. Evaluaciones agropecuarias municipales. Transitorios por municipio. Editorial: Acribia. Tolima 2006.
9. Corporación Colombia Internacional. Producción agrícola municipal 2008 - departamento del Tolima. Tolima. 2008.
10. Decreto 1594 de 1984 Min Salud. Junio 26. Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
11. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, siglas de Food and Agriculture Organization) Nutrición

humana en el mundo de desarrollo. Michael C. Latham; Universidad de Cornell; Ithaca, Nueva York, Estados Unidos; Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29; de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación; Roma, 2002.

12. FAO. 1995. La alimentación y la nutrición en la gestión de programas de alimentación. Estudio FAO. Alimentación y nutrición NBA 23. Roma.
13. FAO. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia. 2000.
14. FAO. Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Chile. 1987.
15. FAO. 1994 a. Body mass index. A measure of chronic energy deficiency in adults, ed. P.S. Shetty y W.P.T. James. Estudios FAO Alimentación y nutrición N° 56. Roma.
16. FAO/OMS. 1973. Necesidades de energía y de proteínas. Colección FAO. Alimentación y nutrición, FAO: reuniones sobre nutrición, OMS: serie de informes técnicos. Roma.
17. FAO/OMS. 1992 Conferencia Internacional de nutrición. Nutrición y desarrollo - una evaluación mundial.
18. FAO/OMS. 1992. Conferencia Internacional de Nutrición. Informe final de la Conferencia. Roma.
19. FAO/OMS. 1997. Grasas y aceites en la nutrición humana. Estudio FAO. Alimentación y nutrición NBA 57. Roma.
20. FAO/USDA. 1968. Food composition tables for use in Africa. Roma.
21. FAO/USDA. 1972. Food composition tables for use in East Asia. Roma.
22. Frazier. Microbiología De Los Alimentos 4ª Ed. Editorial: Editorial Acribia S.a. Año: 2003 Isbn: 842000734X Isbn13: 9788420007342

23. Gallo, Fernando. Manual de fisiología, patología, Post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA – REINO UNIDO. Segunda ed. 1997.
24. Gomez, Gilberto. Características generales del cultivo de la guayaba. Corpoica. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2010.
25. Hulme, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1974. Illera del Portal, M., Illera del Portal J.C. (2000). Vitaminas y minerales. Estudios Complutenses Series. p. 228.
26. Latham, M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29.
27. Macarulla, J., Goñi, F. (1987). Título Biomoléculas: lecciones de bioquímica estructural. p. 191.
28. Mederos, E. (1991). Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p 94 – 121.
29. Mogollon C.G. Cury K. I. Sarria S. Comportamiento Poscosecha y Evaluación de Calidad de Fruta Fresca de Guayaba en Diferentes Condiciones de Almacenamiento. Postharvest Behavior and Quality Evaluation of Fresh Fruit Guava in Different Storage Conditions. Medellin, Colombia. 2011.
30. Montero, C. (2003). Alimentación y vida saludable: somos lo que comemos. Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas. p. 223.
31. NTC 1263. Guayaba. Editorial Icontec. 1970.
32. NTC 4132. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25° C. Editorial Icontec. 2009.
33. NTC 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. Editorial Icontec. 1998.
34. NTC 4491-1. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparación de muestras para ensayo, suspensión inicial y diluciones

- decimales para análisis microbiológico. Parte 1: reglas generales para la preparación de la suspensión inicial. Editorial Icontec. 2005.
- 35.NTC 4491-2 Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparacion de muestras para ensayo. Suspension inicial y diluciones decimales para analisis microbiologico. Parte 2. Reglas especificas para la prepacion de carne y productos carnicos. Editorial Icontec. 2004.
- 36.NTC 4491-3. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparacion de muestras para ensayo, suspension inicial y diluciones decimales para analisis microbiologico. Parte 3. Reglas especificas para preparacion de muestras de pescado. Editorial Icontec. 2004.
- 37.NTC 4519. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Metodo horizontal para el recuento de microorganismos. Tecnica de recuento de colonias a 30 °C. Editorial Icontec. 2009.
- 38.NTC 5230. Microbiología de alimentos y alimento para animales. Metodo horizontal de tecnicas de muestreo de superficies usando cajas de contacto y metodo de escobillon. Editorial Icontec. 2003.
- 39.NTC 756. Frutas y hortalizas frescas. Toma de muestras. Editorial Icontec. 1977.
- 40.Rojas, Juan. Caracterización de los productos hortifrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad. Prologo. Chinchiná. 2004.
- 41.Sastre Gallego, A. (1999). Tratado de nutrición. Traducido por Manuel Hernández Edición ilustrada. p. 1476.
- 42.Seymour, G.B. Biochemistry of fruit ripening. London, Chapman y Hall, 1993.
- 43.Sierra Alonso, I., Morante Zarcero, S., Quintanilla Pérez, D. (2007). Experimentación en química analítica. Volumen 20 de Ciencias experimentales y tecnología. p. 161.
- 44.Silva, Angel. Ortega, Albanis. Manejo Integrado de plagas en guayaba y guanabana. Universidad de Oriente Núcleo de Monagas. Escuela de Ingeniería Agronómica Departamento de Agronomía Entomología Aplicada. 2010.

45. Yahia, E.M. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México. Limusa S.A. 1992

11. ANEXOS

11.1 ANEXO 1. FICHA DE CARACTERIZACIÓN GUAYABA PERA – CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA



GUAYABA PERA

Tabla 1. Caracterización general

Nombre científico	<i>Psidium guajava</i> cv. Pera roja.
Nombre común	Guayaba pera roja
División	Magnoliophyta
Familia	Myrtaceae
Genero	<i>Psidium</i>
Especie	<i>P. guajava</i>

Fuente: autora

Tabla 2. Distribución de la producción en el Centro Agropecuario La Granja y/o alrededores

Producto	Ene	Feb	Mar	Ab	My	Jn	Jl	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
Guayaba pera												

Alta producción

Media producción

Baja producción

Tabla 2.1 Principales productores de guayaba departamento del Tolima

Municipio	Área Sembrada (has)	Producción (Ton)
Ortega	950	4.750
Icononzo	170	1.050
Cunday	70	985

Fuente: Corporación Colombia Internacional¹

Tabla 3. Composición química de frutas a evaluar

¹ Corporación Colombia Internacional. Producción agrícola municipal 2008.

Teórico		
Parámetro	Valor	Unidad
Agua	62	%
Proteína	0.8	%
Grasas	0.6	%
Carbohidratos	15	%
Valor Calórico	33	Cal
Hidratos de carbono	6.7	g
Fibra	3.7	g
Magnesio	16	Mg
Provitamina A	72.5	µg
Vitamina C	273	Mg
Riboflavina	50	Mg
Tiamina	5	Mg
Niacina	1.1	Mg

Fuente: Acuerdo regional de competitividad²

Tabla 4. Daños más comunes

DAÑOS		
FÍSICOS	FISIOLÓGICOS	BIOLÓGICOS
Magulladuras Cortaduras Cicatrices Deshidratación	Deformaciones	Larvas Hongos Perforaciones Pudrición Manchas Ataque de insectos

Imagen 1. Magulladura y perforación



Imagen 2. Magulladura y cortaduras



² Acuerdo regional de competitividad. Cadena productiva de la guayaba y su industria de los departamentos de Santander y Boyacá. 2007

Imagen 3. Guayaba con Antracnosis



Imagen 4. Guayaba con perforación



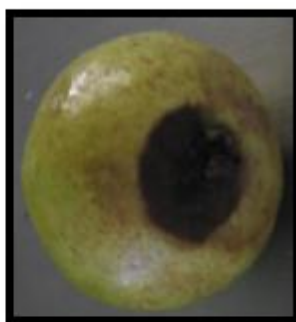
Imagen 5. Pudrición



Imagen 6. Perforación debido a pájaros



Imagen 7. Daño por hongos





SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA



TABLA DE COLOR DE GUAYABA PERA (*Psidium guajava* cv. Pera roja)



1

2

3

4

5



DESCRIPCIÓN DE LA TABLA DE COLOR

COLOR 1

Fruto bien desarrollado de color verde oscuro

Color 2

Fruto verde ligeramente claro con algunas tonalidades amarillas

Color 3

Fruto verde con una gran tonalidad amarilla que cubre una cuarta parte de la fruta y con pequeñas tonalidades verdes intensas

Color 4

El fruto es de color amarillo con tonalidades verdes poco intensas distribuidas uniformemente

Color 5

El fruto es amarillo en su totalidad





SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA

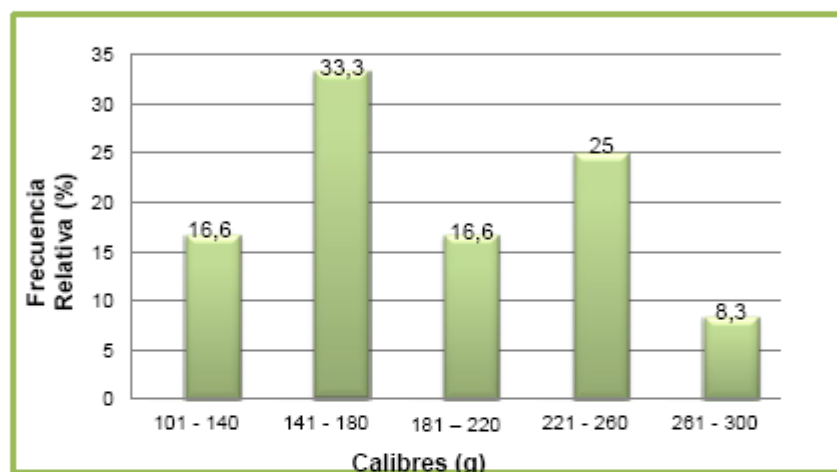


CARACTERÍSTICAS EXTERNAS

Tabla 5. Rangos de peso para la guayaba pera

Rango de Peso (g)	< 100	101 - 140	141 - 180	181 - 220	221 - 260	261 - 300	> 301
-------------------	-------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------

Grafico 1. Distribución de frecuencia por calibres



Diámetro: El diámetro promedio del fruto tiene un valor mínimo de 56.6 mm y máximo de 76.1mm

Longitud: La longitud del fruto tiene un valor mínimo promedio de 71.8 mm y máximo promedio de 100.4 mm

Firmeza: Los límites inferiores y superiores en la pulpa, determinados por prueba de penetrometría, que presenta cada uno de los estados de madurez identificados son los siguientes:

Tabla 6. Límite inferior y límite superior para el promedio de la consistencia por color expresada en kgf/cm^2

Color	1	2	3	4	5
LS (kgf/cm^2)	> 13	6.3	5.2	2.4	1.7
LI (kgf/cm^2)	> 13	2.5	3.1	1.7	1.4



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA



Contenido de pulpa y semillas: El contenido de pulpa y semillas no presenta variación con respecto al estado de maduración, se mantiene constante a medida que la maduración avanza. Los límites inferiores para el promedio son 78.5% para el color 5 y 80% para el color 1.

Tabla 7. Limite inferior, limite superior del contenido de pulpa por color.

Color	1	2	3	4	5
LI (%)	80	82	80.5	88	78.5
LS (%)	92	88	91	91	95

CARACTERISTICAS INTERNAS

Sólidos Solubles totales: Los límites inferiores y superiores de sólidos solubles totales para cada uno de los estados de madurez identificados en la tabla de color y determinados por refractometría son los siguientes:

Tabla 7. Limite inferior y limite superior para el promedio del contenido de azúcar (sólidos solubles totales) de acuerdo a la tabla de color

S.S.T	Color				
	1	2	3	4	5
LI (°Brix)	8.2	9.7	9	8.2	9.9
LS (°Brix)	9.4	10	10.8	9.1	10.6

Variación de pH: Los valores promedio de pH están entre 3.97 y 4.3 lo que clasifica este fruto como medianamente ácido.

Acidez titulable: los contenidos máximos y mínimos de ácido cítrico para cada uno de los estados de madurez identificados en la tabla de color y determinados por acidez titulable (titulación potenciométrica) son los siguientes:

Tabla 8. Limite inferior y limite superior para el promedio del contenido de acidez titulable expresada como % de ácido cítrico acuerdo a la tabla de color.



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA



Color	1	2	3	4	5
LI (% ácido cítrico)	0.4	0.29	0.33	0.315	0.51
LS (% ácido cítrico)	0.46	0.38	0.35	0.325	0.52

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

La guayaba analizada se caracterizó por tener un olor característico del fruto, mucho más alto a medida que la maduración avanzaba, contenido de pectina alto en los estados de maduración más bajos y no presencia de almidones.

ACONDICIONAMIENTO

Grafico 2. Operaciones de adecuación para la guayaba



EMPAQUES

Después del acondicionamiento previsto aquellas guayabas que serán vendidas en fresco se les realiza un encerado y se empacan en malla. La guayaba mínimamente procesada se empaca en bandejas de icopor y es protegida con papel vinipel por porciones de 250 gramos. La guayaba troceada con el fin de procesamiento agroindustrial se empaca en bolsas de polietileno de 2 kg.



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"
ESCUELA NACIONAL DE POSCOSECHA



VIDA UTIL

La guayaba mínimamente procesada en refrigeración (10-12°C) tiene una vida útil de 3 días. Pasado este tiempo es necesario realizar pruebas organolépticas.

Una vez retirado el empaque del producto consumir de inmediato

USOS AGROINDUSTRIALES

- En cuarta gamma se han desarrollado productos como guayaba en casquitos los cuales van en empaque de bandejas.
- Debido al excelente aroma que desprende el fruto de guayaba se podría plantear el desarrollo de un jugo a base de este fruto mediante UHT.
- Durante años la guayaba roja pera ha sido consumida como bocadillo, teniendo en cuenta el gusto del consumidor por este producto se podría desarrollar una presentación untable tipo cáctchup, como se viene realizando en el Brasil. Se debe enfatizar que el contenido de vitamina C en la guayaba, casi 3.5 veces superior al encontrado en la naranja.
- Desarrollo de bebidas energéticas a base de un compuesto funcional y guayaba, sin azúcar, con el fin de proporcionar la energía necesaria para las personas que tienen estilos de vida muy activos y agotadores
- Guayaba deshidratada de alta calidad mediante el proceso de osmodeshidratación directa y etanólica empleando miel de caña panelera
- Producto en base a la pulpa de guayaba con características similares a las gomas ácidas orientado a los mercados de consumo infantil y juvenil.
- Gracias a la viscosidad que proporciona la pulpa de guayaba se podría desarrollar un cremolacteo con acciones funcionales mediante la miel de abejas.

10.2 ANEXO 2. DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN CENTRO AGROPECUARIO LAS GRANJA

