

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE  
CÍTRICOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO “PETIT  
GRAIN”**

**CARLOS ANDRÉS CARVAJAL GÓMEZ  
DELVER HERNÁNDEZ CARRILLO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INTITUCION DE EDUCACION A DISTANCIA  
IPRED  
BUCARAMANGA  
2014**

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE  
CÍTRICOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL**

**CARLOS ANDRÉS CARVAJAL GÓMEZ  
DELVER HERNÁNDEZ CARRILLO**

**Trabajo De Grado Para Optar El Título De  
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**Director**

**PABLO ARTURO MORENO RODRIGUEZ.  
INGENIERO AGRÓNOMO  
MASTER EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INTITUCION DE EDUCACION A DISTANCIA  
IPRED  
BUCARAMANGA  
2014**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	14
1. FORMULACION DEL PROBLEMA	15
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	15
1.2 JUSTIFICACION	16
1.3 HIPOTESIS	17
1.4 OBJETIVO	17
1.4.1 Objetivo general	17
1.4.2 Objetivo específico	17
2. MARCO DE REFERENCIA	19
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL	20
2.3 MARCO TEÓRICO	28
2.4 MARCO DEMOGRAFICO	31
2.5 MARCO GEOGRAFICO	31
3. DISEÑO METODOLOGICO	33
3.1 ACTIVIDADES GENERALES DEL PROYECTO	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
5. CONCLUSIONES	73
6. RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFIA	75

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación	32
Figura 2. Poda de formación en un árbol de Lima Acida Tahití. Finca Los Ángeles	34
Figura 3. Pesado del material de residuos de poda de cítricos, Finca Los Ángeles	34
Figura 4. Transporte y picado del material vegetal	35
Figura 5. Equipo de extracción de aceites esenciales	35
Figura 6. Inicio de la extracción de aceite esencial	36
Figura 7. Tiempos y calidades de aceites recolectados	37
Figura 8. Filtrado de aceites esenciales de cítricos	38
Figura 9. Caldera automática	39
Figura 10. Condensador de aceites esenciales	40
Figura 11. Biales utilizados en el proceso de extracción de aceite esencial	40
Figura 12. Frascos ámbar utilizados para almacenamiento de los aceites	41
Figura 13. Frasco de separación utilizado en el proceso de extracción	42
Figura 14. Frasco florentino	43
Figura 15. Sulfato de sodio anhidro	43
Figura 16. Equipo GC-MS Cromatografía de Gases con un Detector Espectrométrico	52
Figura 17. Equipo GC-FID cromatografía de gases con detector de ionización de llama	52
Figura 18. Indicador del punto de inflamabilidad o flash point	53
Figura 20. Analizador de humedad o Karl Fisher	54
Figura 19. Refractómetro	54
Figura 21. Densímetro	55
Figura 22. Indicadores de acidez	56

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Grafico 1. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de naranja	58
Grafico 2. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de mandarina	60
Grafico 3. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de limón	61
Grafico 4. Rendimientos en porcentaje, obtenidos para cada una de las tres extracciones, aclarando que se usó el mismo peso y material de las anteriores. Correspondiente a ramas de naranja, con una carga de 40kg.	63
Grafico 5. Porcentaje de rendimiento obtenido para cada una de las tres extracciones, perteneciente a las ramas de mandarina	64
Grafico 6. Porcentaje de rendimiento obtenido para cada una de las tres extracciones, perteneciente a las ramas de limón	65
Grafico 7. El rendimiento obtenido para cada una de las extracciones	66
Grafico 8. Análisis de los componentes principales (PCA) de aceite esencial de las hojas de cítricos analizadas en el proyecto	72

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Las fincas que se trabajaron en el proyecto son las siguientes	32
Tabla 2. Valores obtenidos para la primera extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón	45
Tabla 3. Valores obtenidos para la segunda extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón	46
Tabla 4. Valores obtenidos para la tercera extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón	47
Tabla 5. Diseño estadístico ANOVA	59
Tabla 6. Diseño estadístico ANOVA	60
Tabla 7. Diseño estadístico ANOVA	62
Tabla 8. Rendimiento de aceite esencial de naranja por extracción	63
Tabla 9. Rendimiento de aceite esencial de mandarina, por extracción	64
Tabla 10. Rendimiento de aceite esencial de limón, por extracción	65
Tabla 11. Gramos de aceite esencial obtenido con 40kg de material vegetal	66
Tabla 12. Valores obtenidos para cada una de las características de la ficha técnica	68
Tabla 13. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a naranja	69
Tabla 14. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a mandarina	70
Tabla 15. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a limón	71

## RESUMEN

**TITULO:** APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO “PETIT GRAIN”

**AUTORES:** CARLOS ANDRÉS CARVAJAL GÓMEZ  
DELVER HERNÁNDEZ CARRILLO\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Compuestos aromáticos, Poda, Cítricos, Aceite esencial, Petit Grain, Material vegetal, Ficha técnica, Arrastre por vapor

## DESCRIPCION

Debido a la problemática que se vive en toda finca citrícola del país y a la demanda de compuestos aromáticos que son complemento de las diferentes industrias, se planteó el siguiente proyecto dirigido al aprovechamiento de los residuos de poda en plantaciones de cítricos, para la extracción de aceite esencial tipo “Petit Grain”, el cual se llevó a cabo en dos fincas de Santander pertenecientes a los municipios de Piedecuesta, (finca Los ángeles, Vereda Pajonal), Girón (finca Trinitarios Vereda Palogordo) y en las instalaciones del complejo agroindustrial piloto de CENIVAM, para la investigación que tuvo un tiempo de ejecución de 6 meses, se extrajo material vegetal proveniente de podas de tres tipos de cítricos, (Naranja *Citrus sinensis* (variedad valencia), Mandarina *Citrus reticulata* (variedad arrayana), Limón *Citrus latifolia* Tan. (Variedad Lima Acida Tahití), a las cuales se les extrajo su aceite esencial por un método conocido como arrastre con vapor, en el cual se retiran los compuestos volátiles aromáticos de la planta, posterior a esto fueron analizadas las siguientes variables, tiempos de extracción 30, 60, 90, 120 minutos, rendimientos obtenidos para el mismo periodo de tiempo y calidad del producto final (ficha técnica), cada variable fue analizada por triplicado. Los resultados obtenidos de la investigación arrojaron diferencias significativas de aceite esencial (AE) en razón del tiempo, siendo mayor la cantidad de AE obtenido en los primeros 30 minutos de extracción para los tres tipos de cítricos, al contrario de los rendimientos, que no hubo diferencia significativa entre ellos, finalmente se obtuvo un producto limpio y aceptable para su comercialización debido a su completa identificación proporcionada por las fichas técnicas que lo respaldan ya que son propias del producto. Con los resultados obtenidos por la investigación abrimos un tema que merece seguir en estudio.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia – IPRED. Producción Agroindustrial.  
Director: Pablo Arturo Moreno Rodríguez.

## ABSTRACT

**TITLE:** ACHIEVEMENT OF WASTE OF PRUNING IN CITRUS PLANTS FOR THE EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL TYPE " PETIT GRAIN"

**AUTHORES:** CARLOS ANDRÉS CARVAJAL GÓMEZ  
DELVER HERNÁNDEZ CARRILLO\*\*

**KEYWORDS:** Aromatic, Poda, Citrus, Essential Oil, Petit Grain, Plant material, Datasheet, Drag steam.

### DESCRIPTION

Due to the problem that exists in all citrus farm in the country and the demand for aromatic compounds which are complement of different industries, the next project aimed at using waste pruning citrus groves, for the extraction of oil is raised essential "Petit Grain", which was conducted in two farms of Santander in the municipalities of Piedecuesta, (farm angels, Vereda Pajonal), Girón (Trinity Vereda estate Palogordo) and pilot facilities agroindustrial complex CENIVAM, for research that had a running time of six months, pruning plant material from three types extracted citrus (*citrus sinensis* Orange (variety Valencia), Tangerine *citrus reticulata* (Arrayana variety), Lemon *citrus latifolia* Tan. (Acid Lima Tahiti), to which I was extracted essential oil by a method known as steam distillation, in which, subsequent aromatic volatile plant compounds to this the following variables were analyzed, extraction times retire 30, 60, 90, 120 minutes, yields for the same period of time and quality of the final product (sheet), each variable was analyzed in triplicate. The results of the research show significant differences of essential oil (AE) due to the time, with a greater amount of AE obtained in the first 30 minutes extraction for three types of citrus, unlike yields, there was no significant difference between them, finally clean and acceptable for marketing the product due to its complete identification provided by the technical specifications that support it because they are themselves the product is obtained. With the results of the investigation we opened a topic that deserves further study.

---

\* Work degree

\*\* Institute of Regional Outreach and Distance Education - IPRED . Agroindustrial Production.  
Director: Pablo Moreno Arturo Rodriguez.

## GLOSARIO

**ARRASTRE CON VAPOR:** Por efecto de la temperatura del vapor en un cierto tiempo, el tejido vegetal se rompe liberando el aceite esencial.

**CALDERA:** consistente de tubos de fuego de tres pasos y que produce Libras de vapor por hora desde y hasta 212°F, para trabajar a la altura y condiciones ambientales establecidas.

**CONDENSADOR:** intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta.

**FRASCO FLORENTINO:** recipiente metálico utilizado en la separación de compuestos de diferente densidad producto de la extracción por vapor de agua.

**FRASCOS ÁMBAR:** frasco de vidrio para guardar soluciones que se descomponen por efecto de la luz.

**LIMONENO:** Es el componente mayoritario extraído de la corteza de los frutos cítricos, es incoloro y posee un ligero olor a cítrico. El limoneno se utiliza como solvente industrial biodegradable y como agente dispersante en pinturas, tintas de impresión, etc.

**LOS ACEITES ESENCIALES (AE):** se puede definir como una mezcla compleja de sustancias químicas que hacen parte del metabolismo de un vegetal.

**PETIT GRAIN:** compuesto extraído de cítricos, especialmente de ramas y frutos jóvenes

**PODA:** permite aumentar y normalizar la producción, mejorar la calidad de los frutos, disminuir los costos de producción, en especial la cosecha y los controles fitosanitarios.

**RESTOS VEGETALES:** son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.

**SULFATO DE SODIO ANHIDRO:** es utilizado como desecante en el laboratorio o la industria química.

**VIALES:** es un pequeño vaso, botella o recipiente hecho de vidrio o plástico, que con frecuencia se utiliza para almacenar medicamentos o reactivos en presentación de líquidos, polvos o cápsulas.

## INTRODUCCION

La industria de cítricos en nuestro país, genera entre su producción, material de desecho que en la mayoría de los casos termina en los depósitos de basura de las diferentes ciudades. Este material considerado como desecho y en muchas ocasiones culpable de plagas y enfermedades dentro de las unidades productivas, no es aprovechado para ningún tipo de transformación que genere utilidades o por lo menos seguridad sanitaria o ambiental.

Se desconoce aún por la mayoría de productores que pertenecen a este tipo de explotación que este material vegetal (cascaras, ramas) contiene aceites esenciales que pueden ser aprovechados en actividades industriales, tales como la perfumería, farmacéutica, de alimentos, etc., de la misma manera es lamentable que las políticas públicas no incentiven por ningún medio estos tipos de transformación.

# 1. FORMULACION DEL PROBLEMA

## 1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En algunas partes del mundo, la preocupación acerca del aprovechamiento de residuos, provenientes de la práctica de podas, ha tomado gran fuerza entre la comunidad, sobre todo en la industria donde los procesos de transformación generan desechos y subproductos que pueden ser útiles en otras actividades; sin embargo, estudios recientes han centrado su atención en la necesidad de identificar y recuperar sustancias de interés farmacéutico o alimentario presentes en la biomasa contenida en los materiales derivados de la práctica de poda en cultivos de cítricos. Es así como se han diseñado procesos para utilizar estos materiales en la generación de productos de alto valor comercial como etanol, enzimas, ácidos orgánicos, amino-ácidos y metabolitos secundarios biológicamente activos.<sup>1</sup>

El poco conocimiento de los productores sobre el valor agregado que se le puede dar a este tipo de desechos es un factor limitante al momento de hacer un perfecto aprovechamiento de los recursos. En la actualidad el alto desarrollo de la actividad citrícola conlleva a la generación de residuos vegetales, de igual forma que al perfeccionamiento e implementación de nuevas técnicas o métodos para el aprovechamiento de éstos. Sin embargo, dentro del manejo técnico de los residuos no existe ningún plan para el aprovechamiento de estos recursos, debido al alto costo de las técnicas de transformación, los ubican como basura en los vertederos de cada una de las fincas

---

<sup>1</sup> LONDOÑO, J. A. (s. f de s. f de s. f). Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de repository.lasallista: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/68/1/395-416.pdf>

## 1.2 JUSTIFICACION

Los residuos generados en el manejo agronómico de los cultivos de cítricos, especialmente en la práctica de poda, aún no han sido aprovechados eficientemente, en parte porque su valor es aún desconocido.<sup>2</sup>

La falta de laboratorios destinados para este tipo de procedimientos, relacionados con la rectificación de AE crudos, hace que esta labor se dificulte, y no llegue a lugares importantes, como es el caso de los productores de cítricos, quienes mes a mes desechan cientos de kilos provenientes del sistema aéreo de la planta, producto de la poda.

Es por este motivo que se plantea un aprovechamiento de este tipo de materiales, presentes en gran cantidad en las diferentes zonas de Santander, extrayendo restos de podas y evitando nichos de plagas y enfermedades dentro de la unidad productiva.

Este aprovechamiento conduce de manera directa a la disminución de impactos **ambientales** como es el caso de las quemas a cielo abierto o la caída de estos materiales a fuentes hídricas sufriendo taponamiento de causes y desbordamiento de las mismas, en la parte **social**, se concientizará al productor sobre las nuevas técnicas existentes para el aprovechamiento de este tipo de materiales generados, en especial, en el componente de disposición final, generando sostenibilidad **económica** dirigida en gran parte a proporcionar materias primas utilizadas en la industria farmacéutica, alimenticia, de perfumería y agrícola.<sup>3 4</sup>

---

<sup>2</sup> LONDOÑO, J. A. (s. f de s. f de s. f). Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de repository.lasallista: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/68/1/395-416.pdf>

<sup>3</sup> Sandra Milena Yepes, L. J. (29 de 05 de 2008). VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES – FRUTAS. Recuperado el 8 de 04 de 2014, de scielo.org.: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a18v61n1.pdf>

El Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales –CENIVAM" es el ente encargado de promover este tipo de transformaciones realizadas a los distintos tipos de material vegetal proveniente de diferentes partes del departamento.

### **1.3 HIPOTESIS**

Ho. De los subproductos de poda de árboles cítricos se obtendrá, mediante un proceso de extracción por el método de arrastre con vapor, un aceite tipo "Petit grain" de excelente calidad óptimo para la comercialización.

Hi. De los subproductos de poda de árboles cítricos no se obtendrá, mediante un proceso de extracción por el método de arrastre con vapor, un aceite tipo "Petit grain" de excelente calidad óptimo para la comercialización.

### **1.4 OBJETIVO**

**1.4.1 Objetivo general.** Obtener a partir de material vegetal producto de podas en plantaciones de naranja, mandarina y limón, un aceite esencial tipo "Petit grain" para ser comercializado en las diferentes industrias.

#### **1.4.2 Objetivo específico**

- Evaluar los tiempos de extracción de aceite esencial proveniente de ramas de los diferentes tipos de cítricos: naranja, mandarina y limón

---

<sup>4</sup> JARAMILLO HENAO, Gladys L. M. 2008. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Recuperado el 25 de 07 de 2014, de [sena.blackboard.com](http://sena.blackboard.com): [http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/73310067\\_2\\_VIRTUAL/pdf/DocumentosApoyo/Unidad3/Aprovechamiento%20de%20los%20residuos.pdf](http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/73310067_2_VIRTUAL/pdf/DocumentosApoyo/Unidad3/Aprovechamiento%20de%20los%20residuos.pdf)

- Evaluar los rendimientos obtenidos para las extracciones de los diferentes tipos de cítricos
- Obtener un producto de calidad, óptimo para una perfecta comercialización.  
(ficha técnica)

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Los diferentes estudios enfocados a estos temas, nos dan a entender que el objetivo principal es el aceite esencial, pero nunca lo que hay detrás de ese producto, lleno de componentes y muy utilizado por industrias, para llevar a cabo procesos de transformación que conllevan al desarrollo económico del país pero más que todo, de los países que lo exportan.

Estudios realizados en Colombia, como es el caso del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” reportan, que la mayoría de productos como es el caso de los aceites esenciales son importados, teniendo un amplio espectro de aplicaciones en las industrias colombianas y que además el valor que se paga por ellos es bastante alto.<sup>5</sup>

Otros Compuestos como es el caso del Limoneno y  $\alpha$ -pineno son abundantes en cítricos, muy utilizados en las industrias cosméticas /farmacéuticas; dependiendo su origen y tipo de transformación, se pueden catalogar como productos naturales de alto valor comercial. Es por esta razón que no solamente se puede obtener “petit grain” para buscar salida al producto, pues existen componentes o compuestos igualmente utilizados.<sup>6</sup>

Desterpenación del aceite esencial: este proceso se lleva a cabo para aumentarles su valor comercial, el proceso consiste en: remoción de terpenos, llamado también Desterpenación de holding, permite concentrar los compuestos

---

<sup>5</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. (s. f de s. f de 2003). ESTUDIO DEL MERCADO COLOMBIANO DE ACEITES ESENCIALES; Biocomercio Sostenible. Recuperado el 6 de 07 de 2014, de humboldt.org.: [www.humboldt.org.co/biocomercio](http://www.humboldt.org.co/biocomercio)

<sup>6</sup> MOLINA, F. E. (07 de 08 de 2007). biotransformación del limoneno, pineno y aceites esenciales de naranja y mandarina. Recuperado el 24 de 07 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7361/2/124114.pdf>

oxigenados (aldehídos, alcoholes, esteres y cetonas), conduciendo a un producto más estable y mucho más soluble en agua. A un AE se le puede agregar valor a medida que su calidad y su pureza aumentan, de acuerdo con el proceso aplicado y la concentración deseada, se pueden obtener aceites esenciales de diferentes calidades<sup>7</sup>

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

Restos vegetales: son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.

el aprovechamiento de los residuos en la industria cítrica a nivel mundial es muy poco pues la mayoría de estos, son depositados en botaderos a cielo abierto, ocasionando daños irreparables al ambiente, sin antes someterlos a procesos de transformación, ya que estos subproductos contienen en sus estructuras una serie de sustancias muy utilizadas como es el caso de los aceites esenciales, los cuales son muy utilizados en las industrias farmacéuticas, de perfumería y cosmética (Bommarius y Riebel, 2004; Pinheiro y Marsaioli, 2007).

Todo esto no sería posible sin la ayuda de equipos especiales que transforman estos desechos en compuestos con un cierto valor comercial como es el caso de los destiladores, que se convierten en una herramienta fundamental para darle ese valor agregado a este tipo de materiales.

¿Porque es importante la poda en los árboles cítricos injertados?

---

<sup>7</sup> BERBECÍ, H. A. (27 de 02 de 2007). obtención y caracterización y estudio de la desterpenación del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

Cítricos, poda, injertos, formación, fitosanitaria, sostenimiento, fructificación La poda racional, bien dirigida, permite aumentar y normalizar la producción, mejorar la calidad de los frutos, disminuir los costos de producción, en especial la cosecha y los controles fitosanitarios. En cítricos se realizan tres tipos de podas: <sup>8</sup>

1. poda de formación,
2. poda fitosanitaria,
3. poda de sostenimiento o de fructificación

**Extracción por arrastre con vapor.** Es uno de los métodos de destilación utilizados hasta el momento por productores de aromáticas en Santander para la extracción de aceite esencial ya que este tipo de estructuras permiten una mayor capacidad de material vegetal (CENIVAM centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales)<sup>9</sup>

**Fundamento.** Por efecto de la temperatura del vapor en un cierto tiempo, el tejido vegetal se rompe liberando el aceite esencial, el cual presenta a estas condiciones una presión de vapor:

Adicionalmente el aceite esencial debe de ser insoluble en agua, ya que después del condensador, en el separador (Florentino) debe de formarse dos fases: una de aceite esencial y otra de agua. Si el aceite esencial presenta componentes

---

<sup>8</sup> CORPOICA. . preguntas frecuentes en frutales. Recuperado el 10 de 05 de 2014, de [corpoica.org](http://www.corpoica.org):

<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Libros500/Cartilla500PreguntasSobreFrutales1.pdf>

<sup>9</sup> BERBECÍ, H. A. (27 de 02 de 2007). obtención y caracterización y estudio de la desterpenación del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

solubles en agua estos quedarán en la fase acuosa que puede comercializarse como tal.<sup>10</sup>

**Aceite esencial (AE).** se puede definir como una mezcla compleja de sustancias químicas que hacen parte del metabolismo de un vegetal, compuesta generalmente , por terpenos, que están asociados o no a otras sustancias, tales como alcoholes, aldehídos, cetonas, ceras, resinas y pigmentos, entre otros , que en conjunto proporcionan a las esencias el olor que las caracteriza .

Generalmente los aceites esenciales se extraen de plantas aromáticas, ya que aunque la mayoría de los vegetales las contienen, son estas últimas las que lo poseen en mayor cantidad.

Una misma planta puede aportar distintos tipos de aceite esencial, dependiendo de diversos factores, algunos intrínsecos a la especie vegetal, como es el caso del naranjo, donde la composición del AE depende de la parte de la planta que sea utilizada (hojas, flores, o cascara del fruto) y otros extrínsecos que dependen de las condiciones ambientales, (clima, calidad del suelo, exposición a la luz , hora de colecta del material vegetal, etc.)<sup>11</sup>

**Aplicaciones de los aceites esenciales.** Poseen un amplio campo de aplicación en diferentes ramas de la industria; por ejemplo son utilizados para darle un olor agradable a los productos de la industria perfumística (perfumes, aguas de tocador, colonias, etc.) en la industria farmacéutica se utilizan para hacer más agradable a un producto, (jabones, desodorantes, pasta de dientes, etc.), también son utilizados para otorgar fragancia a productos de aseo (limpieza de pisos, aromatizantes del ambiente, etc.). Los AE se utilizan en la industria del papel para

---

<sup>10</sup> BERBECÍ, H. A. (27 de 02 de 2007). obtención y caracterización y estudio de la desterpenación del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

<sup>11</sup> Ibíd.

impregnar fragancias cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales y sanitarias, etc. y en la industria del plástico, textil y de pinturas son usados como enmascaramientos de olores.<sup>12</sup>

Su sabor también es utilizado por varios sectores de la industria de alimentos, en confitería, en cárnicos, en productos lácteos, en licores, en condimentos, en bebidas, en medicamentos y en la industria tabacalera.

Gracias a sus propiedades biológicas, los AE son utilizados como bactericidas, insecticidas, fungicidas, antiparasitarios, antiespasmódicos, antiinflamatorios, antiartríticos, además de tener efectos positivos en el sistema nervioso central, el aparato digestivo y respiratorio.

En la industria química son usados como materia prima para obtener compuestos de interés comercial, también son utilizados como disolventes biodegradables y como vehículos de flotación en la industria petroquímica

**Aceite esencial de naranja.** Arbusto o árbol del cual se pueden extraer diferentes compuestos aromáticos, según la parte que sea utilizada, de sus flores se obtienen la esencia de neroli o azahar, de sus hojas se obtiene la esencia de petit-grain y de la cascara se obtiene el AE de naranja.

El aceite de naranja se encuentra en glándulas ubicadas en el flavedo, la composición del aceite esencial de naranja varía según el grado de maduración de los frutos

**Aplicaciones del aceite esencial de naranja.** Esta esencia exhibe numerosas actividades farmacológicas, tales como, antibacterial, antifúngica, antimicrobiana,

---

<sup>12</sup> BERBESI, H. A. (27 de 02 de 2007). obtención y caracterización y estudio de la destemperación del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

entre otras, se ha reportado que su contacto permanente con la piel puede causar dermatitis.

En alimentos la máxima concentración reportada es de 0.043% para el AE de naranja amarga, 75% para el aceite esencial de naranja dulce y el 0.01% para el AE desterpenado de naranja, se ha demostrado el efecto lipolitico (reductor de grasa) de los AE de cítricos y su propiedad como calmante de la ansiedad.<sup>13</sup>

**Limoneno.** Es el componente mayoritario extraído de la corteza de los frutos cítricos, es incoloro y posee un ligero olor a cítrico. El limoneno se utiliza como solvente industrial biodegradable y como agente dispersante en pinturas, tintas de impresión, etc. También se utiliza como materia prima en la síntesis de la carvona, un compuesto de gran interés en la industria perfumística.<sup>14</sup>

**Aceite esencial de mandarina.** Es un aceite esencial desprende un olor suave y es calmante, revitalizante y tonificante. Contribuye a mejorar la circulación sanguínea por lo que resulta un buen ingrediente para los aceites y lociones corporales. Resulta muy efectivo en casos de insomnio y tensión nerviosa. Al igual que los demás aceites cítricos, no se debe aplicar antes de la exposición al sol o antes de someterse a una sesión de sol artificial.

El aceite esencial se obtiene por presión de la piel (sin la parte blanca). El aceite de petit grain de mandarina se extrae en pequeña cantidad por destilación al vapor de las hojas, cáscara de la fruta y ramitas de la planta.

El aceite de mandarina es un líquido móvil de color naranja amarillento con un toque violeta azulado y un olor cítrico intensamente dulce y casi floral. Combina bien con los demás aceites cítricos, como lima, naranja, limón y pomelo, también

---

<sup>13</sup> BERBESI, H. A. (27 de 02 de 2007). obtención y caracterización y estudio de la desterpenacion del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

<sup>14</sup> Ibíd.

con aceites especiados como cinamomo, en especial el de neroli, y con los especiados como el de nuez mascada, canela o clavo y laurel. No tóxico, no irritante, no sensibiliza. Posiblemente fototóxico, aunque no se ha demostrado de forma terminante.<sup>15</sup>

**Constituyentes químicos.** Limoneno, metilantranilato de metilo, geraniol, citral y citronela, entre otros.

**El aceite esencial de limón.** También llamado “esencia natural de limón” es el principal subproducto de la elaboración de jugo concentrado. Se trata de Un producto volátil obtenido del epicarpio fresco del fruto (*Citrus limon.*), por expresión o raspado<sup>16</sup>

### **Características del producto**

- Se trata de un líquido de color amarillo pálido a verde amarillento; posee un aroma fresco.
- Es volátil, soluble en alcohol o éter y poco soluble en agua.
- El principal constituyente químico es el limoneno, que representa algo más del 60% del total.
- La industria de bebidas sin alcohol es la principal consumidora de Este aceite, que lo emplea Como saborizante en las bebidas carbonatadas, aguas de soda y jugos.

---

<sup>15</sup> KRAUTER. (S.F de S.F de S.F). Aceite esencial de mandarina petit grain. Recuperado el 10 de 07 de 2014, de krauter aceites esenciales:

<http://www.krauteraceitesesenciales.com/aceitemandarina.html>

<sup>16</sup> AROMIUM. (S.F de S.F de S.F). AROMIUM - AROMATERAPIA Y COSMETICA NATURAL. Recuperado el 21 de 07 de 2014, de aromium.: [www.aromium.com/petitgrain-limonero-bio-compra-online-aromaterapia.html](http://www.aromium.com/petitgrain-limonero-bio-compra-online-aromaterapia.html)

La demanda restante corresponde a las industrias de cosméticos y perfumería que lo usan Como aromatizante. También es utilizado en tratamientos de aromaterapia y se le atribuyen diversas propiedades terapéuticas.

**Rendimiento de los aceites esenciales.** La mayoría de plantas contienen de 0,01 a 10% de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2%.<sup>17</sup>

Regularmente el contenido de aceites esenciales aumenta después de la lluvia y alrededor del mediodía, cuando se ha eliminado el agua de rocío depositada sobre la planta, y ha comenzado una deshidratación antes de la humedad relativa alta de la noche; Cuando el almacenamiento de los aceites esenciales es el ideal, la mayoría se pueden preservar de 2 a 5 años. Los aceites de las frutas cítricas son muy susceptibles a la oxidación.

El rendimiento de los AE puede variar en función del peso del aceite y material vegetal, es decir:

$$\text{Peso} \frac{AE}{\text{Material Vegetal}} \times 100\% = \text{rto del AE}$$

Los AE no son un bien de consumo directo, son materias primas o insumos Industriales y los podemos clasificar en:

- AE para la industria de las fragancias.
- AE para la industria de aromas o sabores.

---

<sup>17</sup> NAVARRETE, Carolina J. d. (2010). Extracción y caracterización del aceite esencial de mandarina obtenido de residuos agroindustriales. scielo, 86 - 87. Obtenido de scielo.org.

- AE para la industria de productos medicamentosos.
- AE industria con otras actividades químicas

Los AE crudos de cítricos contienen entre un 60 y un 90% de terpenos dependiendo de la variedad y de las condiciones del cultivo. Los terpenos son hidrocarburos que se oxidan fácilmente produciendo malos olores y notas de sabor acartonadas y terrosas que desmeritan la calidad en muy corto tiempo.<sup>18</sup>

En consecuencia son sometidos a procesos de desterpenización mediante varios métodos y se producen las siguientes calidades:

1. AE crudo o Single Fold
2. AE Dos Fold (2X) es aquél al que le han quitado el 50% de los terpenos Presentes en el Single Fold.
3. AE Tres Fold (3X) es el Dos Fold (2X) al cual le han quitado el 50% de los terpenos presentes
4. Así sucesivamente van quitando el 50% de los terpenos presentes en cada caso hasta obtener un aceite esencial Cinco, Seis, Siete, Ocho, Nueve Fold y por último el
5. AE Diez Fold o Ten Fold (10X), que se considera como un aceite esencial Sin terpenos, aumentando así su calidad organoléptica, su estabilidad y por

---

<sup>18</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. (s. f de s. f de 2003). ESTUDIO DEL MERCADO COLOMBIANO DE ACEITES ESENCIALES; Biocomercio Sostenible. Recuperado el 6 de 07 de 2014, de humboldt.org.: [www.humboldt.org.co\bocomercio](http://www.humboldt.org.co/biocomercio)

consiguiente su precio en el mercado, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Se carece de estudios comparativos que determinen la relación productividad y rentabilidad (costo vs. precio de venta) del sector, que señalen además de una manera concretas los AE rentables. También se carece de información sobre la manera de penetrar el mercado.

En los renglones formales de aromas, fragancias, colorantes, cosméticos, aseo y limpieza e incluso en la industria alimenticia y de plásticos, es muy difícil obtener información para prospectar el mercado porque se manejan criterios de confidencialidad técnica y sobre todo comercial.<sup>19</sup>

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).<sup>20</sup>

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos),

---

<sup>19</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. (2003). Estudio del mercado colombiano de aceites esenciales; Biocomercio Sostenible. Recuperado el 6 de 07 de 2014, de humboldt.org.: [www.humboldt.org.co/biocomercio](http://www.humboldt.org.co/biocomercio)

<sup>20</sup> EROSKI CONSUMER. El poder antifúngico de los aceites esenciales de cítricos. Recuperado el 12 de 09 de 2014, de consumer: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2008/05/14/176888.php>

- Monoterpenos,
- Sesquiterpenos y
- Fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

### **Clasificación de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas.

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticas. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecidas con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

## Distribución y estado natural

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajenjo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.), en el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.), en el tallo (canela, caparrapí, etc.), en las flores (árnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.) y en los frutos (alcaravea, cilantro, laurel, nuez moscada, perejil, pimienta, etc.). Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de los órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales. Por el contrario, los sesquiterpenoides abundan en Magnoliales, Rutales, Cornales y Asterales. Aunque en los aceites esenciales tanto el mono-, los Sesquiterpenos y los Fenilpropanos se les encuentra en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal.<sup>21 22 23</sup>

---

<sup>21</sup> NOVA, C. A. (08 de 08 de 2008). Estudio de los metabolitos secundarios volátiles. Recuperado el 21 de 05 de 2014, de cenivam.uis:

<http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura/cibimol/tesis%20cibimol/carlos%20ruiz.pdf>

<sup>22</sup> MAHECHA, C. A. 2010. Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales. Recuperado el 10 de 08 de 2014, de javeriana.edu.co:

<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/823/1/cien24.pdf>

<sup>23</sup> M., P. A. 2013. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, Facultad Química Farmacéutica. Recuperado el 2 de 07 de 2014, de <http://farmacia.udea.edu.co/>:

<http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>

## 2.4 MARCO DEMOGRAFICO

Para identificar las fincas vinculadas a la investigación se tuvo en cuenta las épocas en que este tipo de plantaciones se encuentra en receso productivo y entran en un periodo de toma de nutrientes para la conformación de nuevos frutos. .Es aquí donde se aprovecha el estado no productivo de los árboles para realizar una serie de corte a ramas que en un futuro solo van a generar gastos innecesarios de nutrientes para la planta, afectando la producción de los mismos. Las fincas estudiadas: se ubicaron en la vereda barro blanco del municipio de Piedecuesta y Palogordo perteneciente al municipio de Girón en Santander cuentan con una población de 400 plantas entre naranja- *Citrus sinensis* (variedad valencia), limón- *Citrus latifolia* Tan. (Variedad Lima Acida Tahití) y mandarina- *Citrus reticulada* (variedad arrayana).

Las edades de los cultivos oscilaron entre 4 y 5 años productivos con un adecuado plan de buenas prácticas agrícolas entre las que resaltan:

- Buen manejo integrado de plagas y enfermedades
- Buen estado nutricional de las plantas
- Buen manejo de podas

## 2.5 MARCO GEOGRAFICO

El proyecto se llevó a cabo dentro de las instalaciones del CENIVAM Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies vegetales aromáticos y medicinales tropicales, UIS. (Equipos de picado y destilación, laboratorios, equipos analíticos.) Carrera 27 con calle 9 Ed. 45

Figura 1. Ubicación



Fuente: Autores

Tabla 1. Las fincas que se trabajaron en el proyecto son las siguientes

<b>FINCA</b>	<b>ALTITUD (m.s.n.m)</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>MATERIAL VEGETAL A EXTRAER (kg)</b>
Los ángeles, Vereda Pajonal (Piedecuesta)	951	Lat.6°58'10.30"N Lon.73°4'6.62"W	240
Trinitarios Vereda Palogordo (Girón)	910	Lat.6°58'9.22" N Lon.73°7'55.42"W	120

Fuente: Autores

### 3. DISEÑO METODOLOGICO

#### 3.1 ACTIVIDADES GENERALES DEL PROYECTO

El aprovechamiento de estos restos vegetales inició con la recolección del material vegetal en las fincas, trinitarios, ubicada en la vereda Palogordo perteneciente al municipio de Girón y finca los ángeles vereda pajonal, perteneciente al municipio de Piedecuesta en Santander. Este material se extrajo de tallos, hojas y frutos jóvenes de ramas aéreas de las plantas de cítricos con poco nivel productivo, aprovechando los meses de marzo, abril y mayo donde las podas se intensifican debido a las condiciones climáticas óptimas para este tipo de procedimientos. Estos restos vegetales son también llamados chupones o tallos improductivos que interfieren en el perfecto desarrollo productivo de la planta.

De las fincas los ángeles perteneciente al municipio de Piedecuesta y trinitarios perteneciente al municipio de Girón en Santander se extrajo material vegetal de naranja- *Citrus sinensis* (variedad valencia) con un periodo vegetativo estimado en 6 años, - mandarina- *Citrus reticulata* (variedad arrayana) con un periodo vegetativo de 5 años y limón- *Citrus latifolia* Tan. (Variedad Lima Acida Tahití) con un periodo vegetativo de 4 años.

Para cada variedad de cítrico se necesitaron 120 kg de material proveniente de poda, los cuales se trabajaron en 3 extracciones de 40kg cada una.

Figura 2. Poda de formación en un árbol de Lima Acida Tahití. Finca Los Ángeles



Fuente: Autores

El material obtenido en las dos fincas seleccionadas fue pesado y seccionado en tres partes iguales de 40 kg cada una, esto con el objetivo de realizar comparaciones de las diferentes fracciones extraídas para cada destilación.

Figura 3. Pesado del material de residuos de poda de cítricos, Finca Los Ángeles



Fuente: Autores

Luego de haber transportado el material hasta las instalaciones del Cenivam, localizado en el módulo 45 de la universidad Industrial de Santander, se procedió a picarlo en una picadora-ensiladora de marca Penagos referencia T-800, a un

tamaño de partícula de 0,9mm, el cual es graduado desde las poleas del equipo y que se mantiene estándar por las especificaciones internas, requeridas para la extracción de AE.

Figura 4. Transporte y picado del material vegetal



Fuente: Autores

Después de obtenida la cantidad necesaria para iniciar la carga del equipo 40kg se procedió a ponerlo en marcha, Registrando el peso total en kg del material vegetal; con el fin de utilizar estos datos para la obtención de rendimiento al finalizar el proceso.

Figura 5. Equipo de extracción de aceites esenciales



Fuente: Autores

## Actividades a desarrolladas para lograr el objetivo número 1

### Evaluar los tiempos de extracción de aceite esencial proveniente de ramas para los diferentes tipos de cítricos: naranja, mandarina y limón”

La extracción se llevó a cabo por dos horas bajo ciertos parámetros, entre ellos tenemos:

Figura 6. Inicio de la extracción de aceite esencial



Fuente: Autores

Las 100 libras de fuerza por pulgada cuadrada, (PSI) de trabajo por los cuales se rige la caldera, que expulsa vapor de agua por medio de una tubería de acero al carbón calibre 40.

El vapor de agua que pasa por el equipo de condensación y que se regula por medio de las válvulas de paso que tiene la caldera, este se encuentra estandarizado en 800ml por minuto, que son esenciales para una óptima extracción.

Las muestras se almacenaron en frascos ámbar de 250 ml, se sellaron con papel parafina para evitar que se volatilicen al ambiente, se marcaron, se registraron y se almacenaron en una nevera a menos 37<sup>o</sup>c.

### **Variables a estudiar**

**Volumen de aceite esencial AE, unidad de medida gramo (gr).** Cada una de las muestras fueron registradas en función del tiempo, utilizando para su posterior análisis, barras que nos indicaran los volúmenes de AE obtenidos para cada fracción.

Durante la extracción de dos horas se tomaron muestras cada 30 minutos, después de cada muestreo se lavaron los utensilios (embudo de separación y frasco florentino) involucrados; rápidamente, con el fin de no contaminar las siguientes fracciones.

Figura 7. Tiempos y calidades de aceites recolectados



Fuente: Autores

Las muestras obtenidas se filtraron y se les extrajeron las trazas de agua que se hayan mezclado durante el procedimiento, por medio de un filtro de algodón y sulfato de sodio anhidro\* que se ubicaron dentro de una pipeta de 5ml.

---

\* es utilizado como desecante en el laboratorio o la industria química

Figura 8. Filtrado de aceites esenciales de cítricos



Fuente: Autores

Las fracciones obtenidas al finalizar el procedimiento serán las siguientes:

- 30 minutos
  - 60 minutos
  - 90 minutos
  - 120 minutos
  - Una mezcla homogénea de todas las fracciones obtenidas

### **Materiales e instrumentos utilizados**

Caldera automática: La caldera es totalmente automática para producción de vapor, consistente de tubos de fuego de tres pasos y que produce Libras de vapor por hora desde y hasta 212°F, para trabajar a la altura y condiciones ambientales establecidas.

Figura 9. Caldera automática



Fuente: CENIVAM (centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales, UIS.)

Condensador: intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta.

Figura 10. Condensador de aceites esenciales



Fuente: CENIVAM (centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales, UIS.)

**Viales:** es un pequeño vaso, botella o recipiente hecho de vidrio o plástico, que con frecuencia se utiliza para almacenar medicamentos o reactivos en presentación de líquidos, polvos o cápsulas.

Figura 11. Biales utilizados en el proceso de extracción de aceite esencial



Fuente: Autores

**Frascos ámbar:** frasco de vidrio para guardar soluciones que se descomponen por efecto de la luz.

Figura 12. Frascos ámbar utilizados para almacenamiento de los aceites



Fuente: Autores

**Papel parafina:** es muy útil para sellar y cerrar frascos de diversas formas y tamaños. Desde tubos de ensayo, matraces Erlenmeyer es muy flexible y adaptable, así que se le puede dar forma de cualquier tipo de abertura; y al estar parafinado, repele el agua, por lo que es especialmente necesario si la sustancia que deseas sellar es reactiva con la humedad.

**Nevera:** aparato electrodoméstico para preservar

**Embudo de separación:** se emplea para separar dos líquidos inmiscibles, es decir, para la separación de fases líquidas de distinta densidad.

Figura 13. Frasco de separación utilizado en el proceso de extracción



Fuente: autores.

**Pipeteador:** instrumento diseñado para succionar líquidos a través de la pipeta sin tener que hacerlo directamente con la boca, esto por obvias razones, ya que las sustancias químicas tienen diferentes grados de toxicidad y su ingestión puede ser siempre en cierto grado peligrosa.

**Pipeta Pasteur:** utilizado para transferir pequeñas cantidades de líquidos. Por lo general son tubos cónicos de vidrio a un punto estrecho, y equipados con una perilla de goma en la parte superior

**Frasco florentino:** recipiente metálico utilizado en la separación de compuestos de diferente densidad producto de la extracción por vapor de agua.

Figura 14. Frasco florentino



Fuente: Autores.

**Sulfato de sodio anhidro:** es utilizado como desecante en el laboratorio o la industria química.

Figura 15. Sulfato de sodio anhidro



Fuente: Autores.

**Algodón:** El algodón es un producto único. Sus fibras son blandas y aislantes, resistentes a la rotura por tracción lo que la hace adecuada para la fabricación de tejidos.

## **Actividades desarrolladas para lograr el objetivo número 2**

**“Evaluar los rendimientos obtenidos para las extracciones de los diferentes tipos de cítricos.”**

Este objetivo nos clasificó las partes de aceites esenciales en función del material vegetal con que se trabajó para las diferentes extracciones ya que es muy importante en la toma de decisiones a la hora de lograr una comercialización.

En este objetivo el AE total de cada 30 minutos se depositó en frascos ámbar de 250 mililitros los cuales se pesaron en una balanza electrónica de marca METTLER- TOLEDO. Previo al envasado del producto.

Después de introducido el AE en el frasco, se pesó nuevamente para conocer el peso total del aceite.

Luego de la operación final que consistió en apagar el equipo de extracción después de dos horas. Se comenzó a plasmar los resultados en las tablas de Excel para un análisis más ordenado que consiste en lo siguiente:

Tabla 2. Valores obtenidos para la primera extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón

	Vial basio g	Vial lleno g	Aceite						
nar1	30	2,33	3,14	0,81					
nar1	60	2,3	3,22	0,92					
nar1	90	2,32	3,39	1,07	Viales basios	282,01	peso AE gr	16,93	Rendimiento AE
nar1	120	2,31	2,47	0,16	frascos llenos	298,94			0,042325
nar1	total	2,29	3,34	1,05					
		11,55	15,56	4,01					
								20,1566667	
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion		
frasco ambar basio	270,46				279,919	30	10,269		
					283,27	60	4,271		
	12,92				283,38	90	1,18		
							0,16		
							1,05		
							16,93		

	Vial basio g	Vial lleno g	Aceite						
man1	30	2,28	3,2	0,92					
man1	60	2,33	3,22	0,89	Viales basios	484,98	peso AE gr	90,61	Rendimiento AE
man1	90	2,34	2,95	0,61	frascos llenos	575,59			0,226525
man1	120	2,34	3,05	0,71					
man1	total	2,34	3,07	0,73					
		11,63	15,49	3,86					
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion		
frasco ambar basio	473,35				544,18	30	71,75		
					556,48	60	13,19		
					560,1	90	4,23		
					560,1	120	0,71		
							0,73		
							90,61		
					total		2220,86		
							90,61		

	Vial basio g	Vial lleno g	Aceite						
limon1	30	2,34	2,68	0,34					
limon1	60	2,29	2,85	0,56	Viales basios gr	73,68	peso AE gr	52,38	Rendimiento AE
limon1	90	2,31	2,93	0,62	frascos llenos g	126,06			0,13095
limon1	120	2,32	2,79	0,47					
limon1	total			1,99					
		9,26	11,25						
								55,5666667	
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion		
frasco ambar basio	64,42				108,76	30	44,68		
					113,39	60	5,19		
					114,81	90	2,04		
							0,47		
					52,38		52,38		

Fuente: Autores

Tabla 3. Valores obtenidos para la segunda extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón

	Vial basio g	Vial lleno g	Aceite					
nar2	30	2,28	2,98	0,7				
nar2	60	2,3	3,06	0,76	Viales basios gr	74,69	peso AE gr	19,89
nar2	90	2,37	2,8	0,43	frascos llenos gr	94,58		
nar2	120	2,3	2,58	0,28				
nar2	total	2,28	3,11	0,83				
		11,53	14,53	3				
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion	
frasco ambar basio	63,16				79,16	30	16,7	
					79,21	60	0,81	
					80,05	90	1,27	
							0,28	
							0,83	
							19,89	

	Vial basio g	Vial lleno g						
man2	30	2,34	3,24	0,9				
man2	60	2,29	3,05	0,76	biales basios	482,85	peso AE gr	83,3
man2	90	2,27	3,16	0,89	frascos llenos	566,15		
man2	120	2,33	3,17	0,84				
man2	total	2,33	3,41	1,08				
		11,56	16,03	4,47				
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion	
frasco ambar basio	471,29				537,51	30	67,12	
					547,85	60	11,1	
					549,2	90	2,24	
					550,12	120	1,76	
							1,08	
							83,3	

	Vial basio g	Vial lleno g						
limo2	30	2,3	2,73	0,43				
limo2	60	2,33	3,03	0,7	Viales basios gr	73,86	peso AE gr	57,99
limo2	90	2,34	2,99	0,65	frascos llenos g	131,85		
limo2	120	2,33	2,89	0,56				
limo2	total	2,31	2,85	0,54				
		11,61	14,49	2,88				
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion	
frasco ambar basio	62,25				108,82	30	47	
					114,37	60	6,25	
					117,36	90	3,64	
							0,56	
							0,54	
							57,99	

Fuente: Autores

Tabla 4. Valores obtenidos para la tercera extracción de los cítricos naranja, mandarina y limón

		Vial basio g	Vial lleno g	aceite						
nar3	30	2,32	3,22	0,9	Viales basios gr	72,18	peso AE gr	23,65	Rendimiento AE	0,059125
nar3	60	2,3	3,35	1,05	frascos llenos gr	95,83				
nar3	90	2,31	2,9	0,59						
nar3	120	2,29	2,7	0,41						
nar3	total									
		9,22	12,17	2,95						
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion			
frasco ambar basio	62,96				80,58	30	18,52			
					82,95	60	3,42			
					83,66	90	1,3			
							0,41			
							23,65			

		Vial basio g	Vial lleno g							
man3	30	2,34	3,02	0,68						
man3	60	2,35	3,35	1	Viales basios	483,89	peso AE gr	90,84	Rendimiento AE	0,2271
man3	90	2,33	3,32	0,99	frascos llenos	574,73				
man3	120	2,34	3,15	0,81						
man3	total	2,34	3,1	0,76						
		11,7	15,94	4,24						
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion			
frasco ambar basio	472,19				545,71	30	74,2			
					556,12	60	11,41			
					558,89	90	3,76			
					558,79	120	0,71			
							0,76			
							90,84			

		Vial basio g	Vial lleno g							
limo3	30	2,33	3,14	0,81						
limo3	60	2,3	3,17	0,87	Viales basios gr	74,14	peso AE gr	56,33	Rendimiento AE	0,140825
limo3	90	2,31	2,98	0,67	frascos llenos g	130,47				
limo3	120	2,32	3,03	0,71						
limo3	total	2,32	2,78	0,46						
		11,58	15,1	3,52						
					frasco ambar lleno gr	tiempo en minutos	peso por fraccion			
frasco ambar basio	62,56				107,2	30	45,45			
					112,51	60	6,18			
					114,86	90	3,02			
					115,37	120	1,22			
							0,46			
							56,33			

Fuente: Autores

- Obtener el peso total de las fracciones obtenidas cada 30 minutos
- Obtener el peso total del material vegetal
- Dividir el peso total del aceite de cada fracción por el peso total del material vegetal sometido al proceso de extracción. Este resultado es multiplicado por el 100%. Obteniendo así las partes de AE presentes en 40 kg de material vegetal por cada 30 minutos.

Estas muestras fueron analizadas en el área de extracción del CENIVAM centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales, UIS Bucaramanga y los resultados dados a conocer por medio de gráficos de barras y tablas comparativas.

Variables evaluadas:

AE extraído en función del peso del material vegetal, unidad de medida %

### **Materiales e instrumentos utilizados**

**Frascos ámbar:** frasco de vidrio para guardar soluciones que se descomponen por efecto de la luz.

**Balanza electrónica:** es un instrumento que sirve para medir la masa de un objeto

### **Actividades desarrolladas para lograr el objetivo número 3**

#### **“Obtener un producto de calidad, óptimo para una perfecta comercialización. (Ficha técnica)”**

La calidad de los AE se ha convertido en algo cada vez más importante para toda actividad productiva; la competencia de los mercados, y la globalización de la economía hacen imperativo que los productos sean de alta calidad y los costos se controlen en cada etapa del proceso. La calidad hoy apunta precisamente a trabajar sobre procesos, no sobre el producto terminado.

Básicamente el control de calidad se resume en:

Inspección de recepción: se controla que los insumos provistos sean los pactados, para lo cual se hará saber al proveedor de nuestras necesidades y que se le rechazará todo aquello que esté fuera de lo convenido. (material vegetal)

Control de procesos: se deben manejar técnicas estadísticas que involucren variables cuantificables, éstas se vuelcan en gráficos. De no poder mensurar variables se establecen atributos como bueno-malos, si/no, etc. que pueden ser todos o algunos del producto en cuestión.

Las técnicas no son completas, aunque requieren tiempo de aprendizaje para entender la información que se nos proporciona, las cuales son de suma utilidad para evaluar el resultado de un proceso de producción, de este modo se puede prever que el resultado será o no óptimo. Este modo de supervisión permite corregir o estabilizar un proceso cualquiera y generar las acciones correctivas con la celeridad del caso. De manera tal que se constituye en una herramienta invaluable a la hora de valorar resultados finales y operatividad

**Variables evaluadas.** Se tendrán en cuenta, una serie de características externas como son:

- PRODUCTO
- PLANTA DE ORIGEN
- PARTE DE LA PLANTA
- DENSIDAD
- INDICE DE REFRACCIÓN: Es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio transparente a otro también transparente. Este cambio de dirección está originado por la distinta velocidad de la luz en cada medio.
- PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)
- SOLUBILIDAD
- ACIDEZ
- ESTABILIDAD Y ALMACENAJE

Estos procedimientos fueron llevados a cabo en los laboratorios de preparación de muestras del CENIVAM-UIS Bucaramanga una vez obtenidas la totalidad de las muestras.

Además de las características extrínsecas de esta clase de subproductos, también se identificaron componentes activos que se encuentran dentro de estas sustancias en su estado natural.

Los componentes mayoritarios que se den como resultado del análisis cromatográfico acoplado a espectrometría de masas se someterán a una serie de análisis de resultados para identificar sus principales campos de acción. Entre los principales compuestos tenemos “petit grain” y limoneno siendo los más comerciales hasta el momento

**Análisis cromatográfico.** Las muestras fueron analizadas por Cromatografía de Gases con un Detector Espectrométrico de Masas GC-MS\* (Figura 16) y cromatografía de gases con detector de ionización de llama o GC-FID\*\*. (Figura 16) Los datos fueron analizados por el software del equipo o masshunter allí identificaremos y cuantificaremos los picos o principales componentes según la calidad presente en las diferentes fracciones obtenidas para cada especie de cítrico.

Se realizó un análisis comparativo para los diferentes resultados utilizando como herramienta de apoyo barras, tortas y tablas comparativas

---

\* artefacto que permite analizar con gran precisión la composición de diferentes elementos químicos

\*\* es una técnica analítica muy común cuyo uso está muy extendido en los mercados petroquímicos, farmacéuticos y de gas natural

Figura 16. Equipo GC-MS Cromatografía de Gases con un Detector Espectrométrico



Fuente: Laboratorio de análisis de muestras CROM MASS (laboratorio de cromatografía y espectrometría de masas) CENIVAM

Figura 17. Equipo GC-FID cromatografía de gases con detector de ionización de llama



Fuente: laboratorio de análisis de muestras CROM MASS (laboratorio de cromatografía y espectrometría de masas) CENIVAM

## Materiales e instrumentos a utilizar

Balanza analítica

Flash Point: equipo utilizado para saber la temperatura de inflamación del AE

Figura 18. Indicador del punto de inflamabilidad o flash point



Fuente: Autores

**Picnómetro:** es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido ya sea líquido o sólido mediante gravimetría a una determinada temperatura.

**Refractómetro:** La introducción de la luz en un líquido con el fin de identificar adulteraciones.

**Polarímetro.** Es un instrumento mediante el cual podemos determinar el valor de la desviación de la luz polarizada por un estereoisómero ópticamente activo

Karl Fisher: clásico método usado en química analítica para determinar trazas de agua en una muestra.

Figura 19. Analizador de humedad o Karl Fisher



Fuente: Autores

Figura 20. Refractómetro



Fuente: Autores

Densímetro: instrumento de medición que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen.

Figura 21. Densímetro



Fuente: Autores.

Erlenmeyer: es uno de los frascos de vidrio más ampliamente utilizados en laboratorios de Química

Buretas: son recipientes de forma alargada, graduadas, tubulares de diámetro interno uniforme, dependiendo del volumen, de décimas de mililitro o menos. Su uso principal se da entre su uso volumétrico, debido a la necesidad de medir con precisión volúmenes de masa y de líquido invariables.

Etanol absoluto: Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

Fenolftaleína: un indicador de pH.

Afta lato de sodio anhidro:

Agitadores magnéticos:

Ácido clorhídrico:

Figura 22. Indicadores de acidez



Fuente: Autores.

## **Diseño estadístico**

**Análisis de la información.** Se analizaron principalmente, la composición del AE en función del tiempo, seguido a esto se realizó un análisis estadístico tipo A nova para un factor

### **ANOVA DE UN FACTOR**

Programa estadístico que nos compara varios grupos en una variable cuantitativa. Se trata por tanto de una generalización de la prueba T para dos muestras independientes, al caso de diseños con más de dos muestras.

**Población.** Los productores vinculados en la investigación fueron ubicados en los municipios de Girón en la finca trinitarios vereda Palogordo y Piedecuesta finca los ángeles vereda pajonal en Santander.

**Muestra.** Las muestras correspondieron a 360kg de material vegetal provenientes de las fincas los ángeles, vereda pajonal Piedecuesta y trinitarios vereda Palogordo Girón en Santander

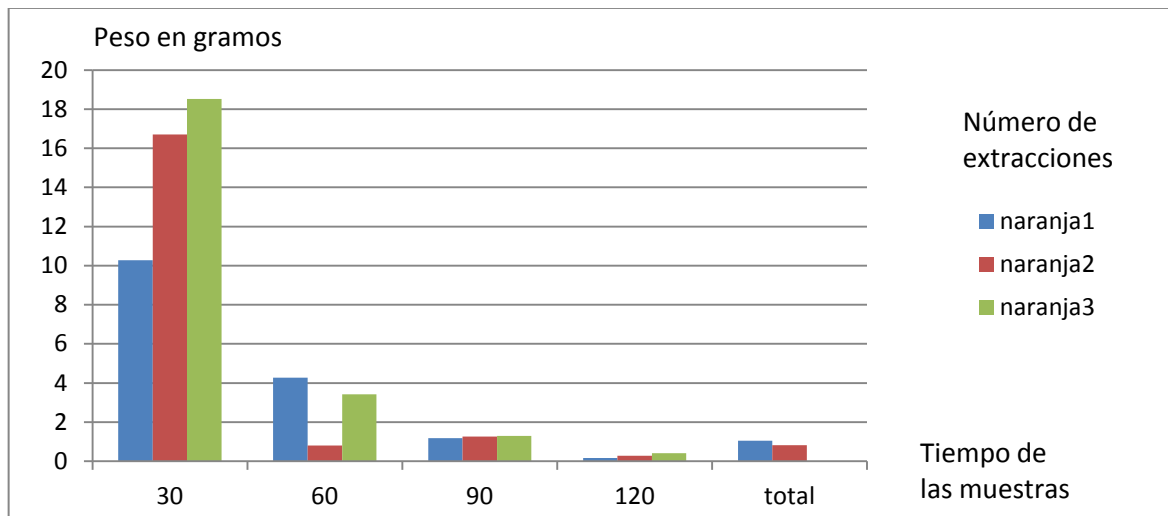
#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se basaron, siguiendo los parámetros de extracción mencionados anteriormente, arrojando información importante para aclarar los objetivos propuestos en el presente proyecto.

**Para el objetivo 1.** "Evaluar los tiempos de extracción de aceite esencial proveniente de ramas para los diferentes tipos de cítricos: naranja, mandarina, y limón.

**Variable analizada.** Volumen de aceite esencial AE, unidad de medida gramo (gr)

Grafico 1. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de naranja



Fuente: Autores

La grafica nos muestra un alto nivel de extracción de AE en los primeros 30 minutos.

Esto, para la primera y tercera extracción de ramas de naranja. La información arrojada es punto importante para la transformación y comercialización de este tipo de material.

Después del minuto 60 de extracción la cantidad de AE disminuye notoriamente, debido a que la presión de vapor utilizada volatiliza las partículas que conforman el AE rápidamente.

El diseño estadístico ANOVA

Este diseño nos agrupa, el número de extracciones, junto al tiempo de extracción, posterior a esto, arroja una sumatoria, un promedio y una varianza. Finalmente un valor F, una probabilidad y un valor crítico. Naranja (Tabla 5) Mandarina (Tabla 6) Limón (Tabla 7)

El principio de este diseño, es saber si la probabilidad es mayor o menor que alfa 0.05. **Si alfa es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula (Ho), pero si alfa es mayor de 0.05 se aprueba la hipótesis nula (Ho)**

Tabla 5. Diseño estadístico ANOVA

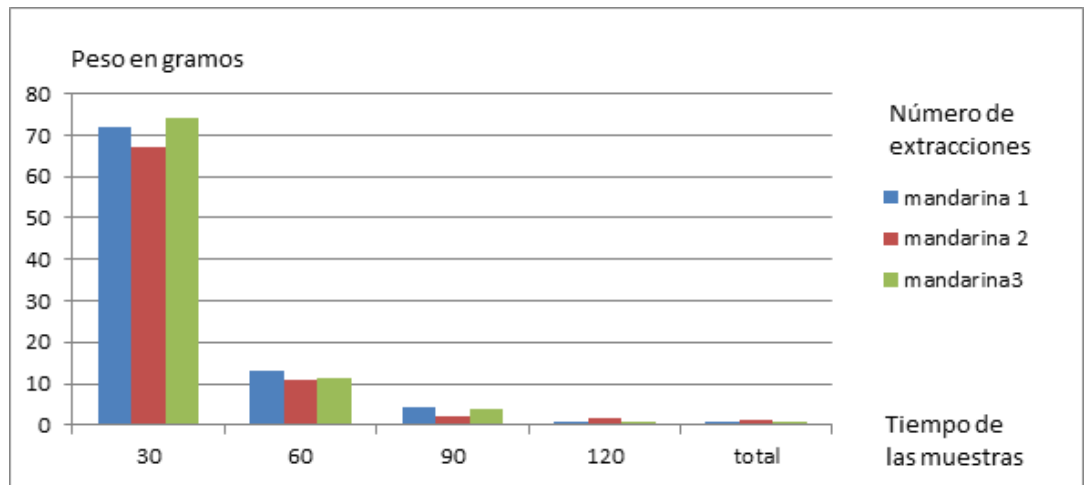
tiempo	naranja1	naranja2	naranja3
30	10,269	16,7	18,52
60	4,271	0,81	3,42
90	1,18	1,27	1,3
120	0,16	0,28	0,41
total	1,05	0,83	0

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	5	16,93	3,39	17,22		
Columna 2	5	19,89	3,98	50,70		
Columna 3	5	23,65	4,73	61,17		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,54	2	2,27	0,05	0,95	3,89
Dentro de los grupos	516,37	12	43,03			
Total	520,91	14				

Fuente: Autores

En nuestro caso se aprueba la hipótesis nula, esto quiere decir, que no hay diferencias entre las medias de cada una de las extracciones.

Grafico 2. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de mandarina



Fuente: Autores

La mayor cantidad de aceite obtenido fue en los primeros 30 minutos para las tres extracciones; el minuto 60 no es tan representativo pero la cantidad de aceite esencial genera viabilidad en el proceso. Los minutos siguientes muestran una notoria disminución en el proceso de extracción, dándolo por terminado.

Tabla 6. Diseño estadístico ANOVA

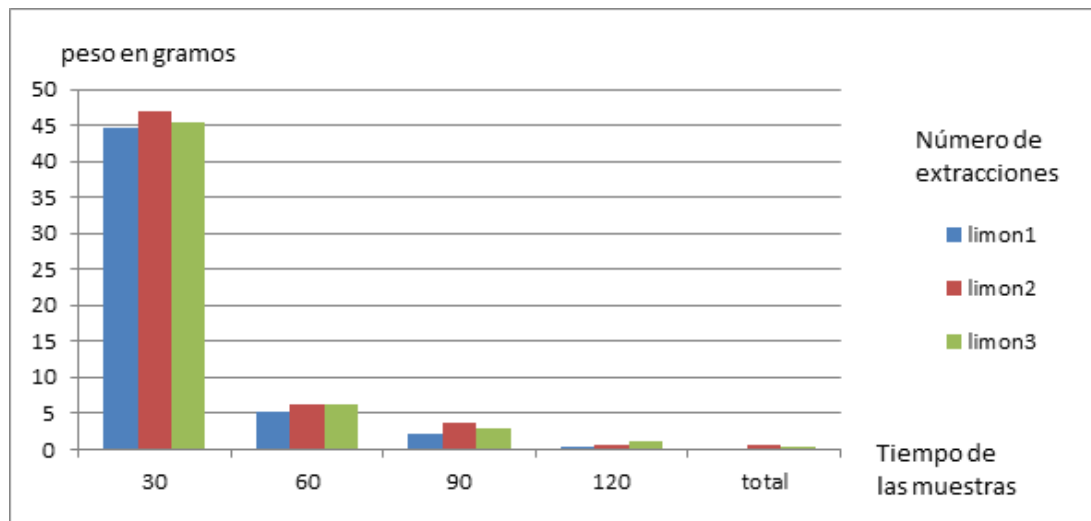
tiempo	mandarina 1	mandarina 2	mandarina 3
30	71,75	67,12	74,2
60	13,19	11,1	11,41
90	4,23	2,24	3,76
120	0,71	1,76	0,71
total	0,73	1,08	0,76

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	5	90,61	18,122	924,73		
Columna 2	5	83,3	16,66	812,45		
Columna 3	5	90,84	18,168	1000,17		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,36	2	3,678	0,004	0,996	3,885
Dentro de los grupos	10949,41	12	912,451			
Total	10956,76	14				

Fuente: Autores

Para la mandarina nuevamente se aprueba la hipótesis nula, esto quiere decir, que no hay diferencias entre las medias de cada una de las extracciones, por ser la probabilidad mayor a alfa 0.05

Grafico 3. Volumen en gramos de aceite esencial obtenido cada 30 minutos para las ramas de limón



Fuente: Autores

De nuevo observamos claramente el aumento del aceite esencial los primeros 30 minutos y su notoria disminución después del minuto 60, dándonos una proyección satisfactoria sobre la metodología y el proceso de extracción utilizado.

Tabla 7. Diseño estadístico ANOVA

tiempo	limon1	limon2	limon3
30	44,68	47	45,45
60	5,19	6,25	6,18
90	2,04	3,64	3,02
120	0,47	0,56	1,22
total		0,54	0,46

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	4	52,38	13,095	447,23		
Columna 2	5	57,99	11,598	397,34		
Columna 3	5	56,33	11,266	370,03		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor critico para F
Entre grupos	8,18	2	4,09	0,010	0,990	3,982
Dentro de los grupos	4411,16	11	401,01			
Total	4419,33	13				

Fuente: Autores

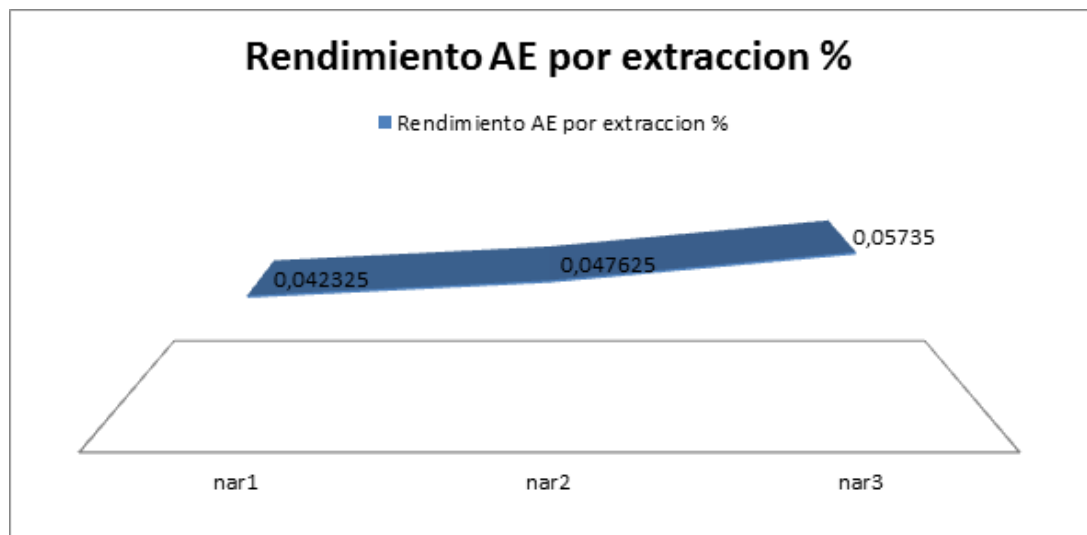
Para el limón, nuevamente se aprueba la hipótesis nula, esto quiere decir, que no hay diferencias entre las medias de cada una de las extracciones, por ser la probabilidad mayor a alfa 0.05

**Objetivo 2.** “Evaluar los rendimientos obtenidos para las extracciones de los diferentes tipos de cítricos.” Naranja (Tabla 8), Mandarina (Tabla 9) Limón (Tabla 10), Rendimiento total (Tabla 11)

Tabla 8. Rendimiento de aceite esencial de naranja por extracción

	Rendimiento AE por extraccion %
nar1	0,042325
nar2	0,047625
nar3	0,05735
Promedio	0,0491

Grafico 4. Rendimientos en porcentaje, obtenidos para cada una de las tres extracciones, aclarando que se usó el mismo peso y material de las anteriores. Correspondiente a ramas de naranja, con una carga de 40kg.



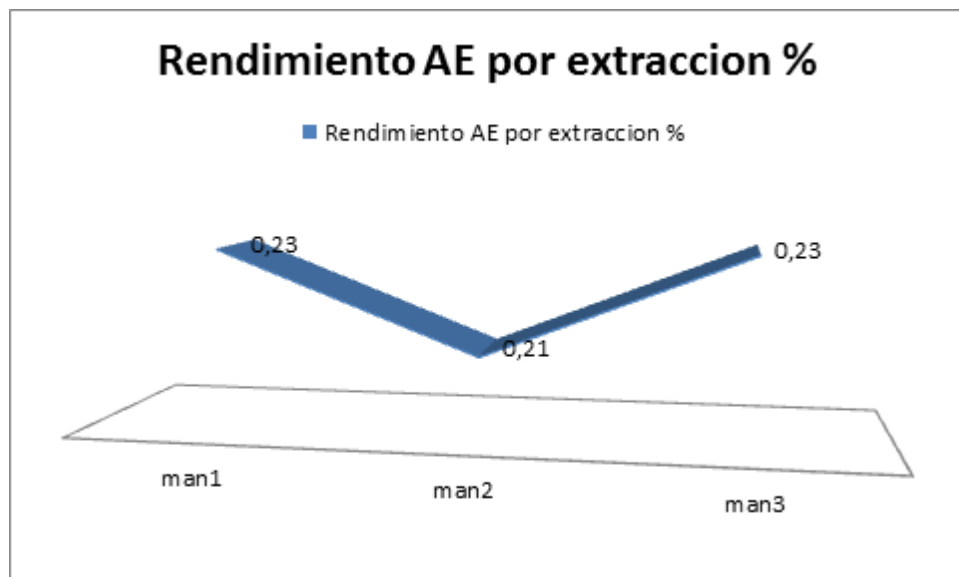
Fuente: Autores

Las diferencias entre los rendimientos obtenidos para cada una de estas extracciones, obedece a la parte leñosa que se picaba junto a la parte foliar, alterando de cierto modo el rendimiento final.

Tabla 9. Rendimiento de aceite esencial de mandarina, por extracción

	<b>Rendimiento AE por extraccion %</b>
man1	0,23
man2	0,21
man3	0,23
<b>Promedio</b>	<b>0,22</b>

Grafico 5. Porcentaje de rendimiento obtenido para cada una de las tres extracciones, perteneciente a las ramas de mandarina



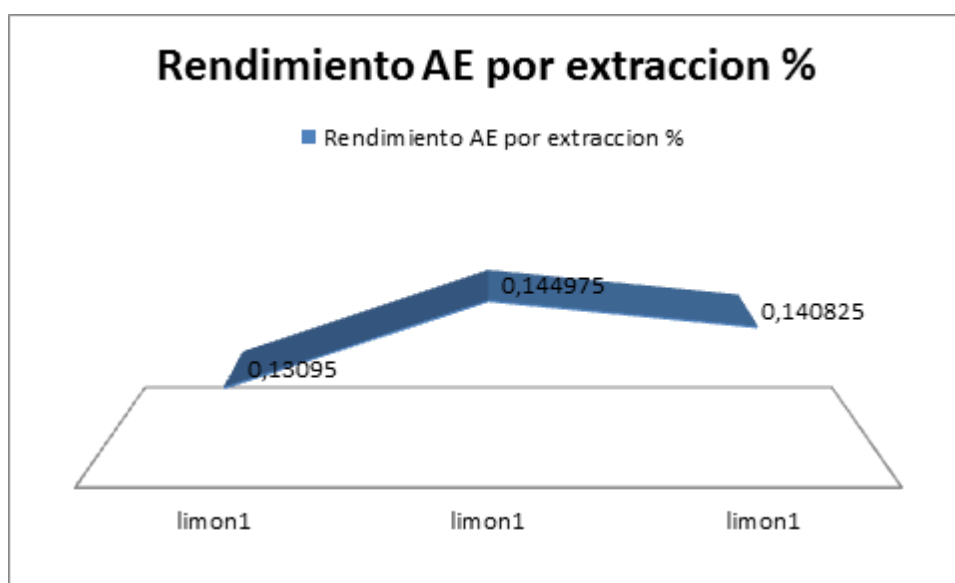
Fuente: Autores

La grafica de rendimiento muestra la variación que mencionamos anteriormente, la cual se genera por factores externos a la metodología utilizada, (parte leñosa del material)

Tabla 10. Rendimiento de aceite esencial de limón, por extracción

	Rendimiento AE por extraccion %
limon1	0,131
limon1	0,145
limon1	0,141
Promedio	0,14

Grafico 6. Porcentaje de rendimiento obtenido para cada una de las tres extracciones, perteneciente a las ramas de limón



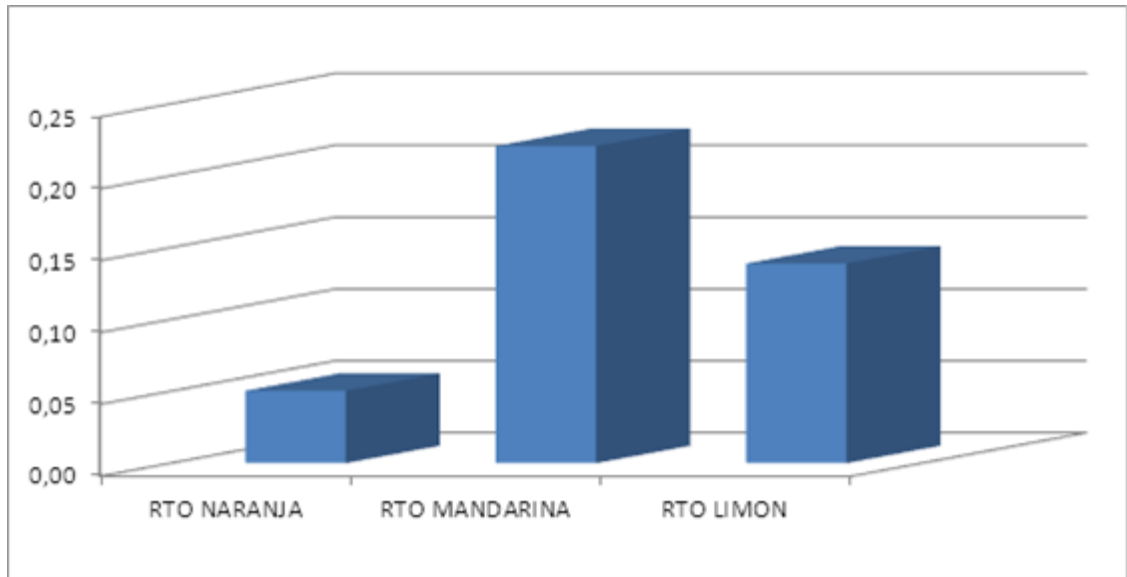
Fuente: Autores

La grafica de rendimiento muestra la variación que mencionamos anteriormente, la cual se genera por factores externos a la metodología utilizada, (parte leñosa del material)

### RENDIMIENTO TOTAL DE LAS EXTRACCIONES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CITRICOS

RTO NARANJA	RTO MANDARINA	RTO LIMON
0,05	0,22	0,14

Gráfico 7. El rendimiento obtenido para cada una de las extracciones



Fuente: Autores

Refleja un mayor porcentaje de AE para la mandarina y el limón, siendo la naranja, el cítrico con menos rendimiento obtenido

Tabla 11. Gramos de aceite esencial obtenido con 40kg de material vegetal

	cantidad en gramos de AE por 40 kg de material vegetal
naranja	20,2
mandarina	88,25
limon	56

**Objetivo 3.** “Obtener un producto de calidad, óptimo para una perfecta comercialización

**(Ficha técnica)”**

Este tipo de documento es una base fundamental que establece parámetros de calidad necesarios para que el comprador fije su iniciativa de compra, además genera confianza a la hora de comercializarlo en cualquier establecimiento. su

función principal es identificar el producto en el mercado corroborando la autenticidad del mismo.

Entre las principales características se encuentran:

Nombre común:

Nombre científico:

Código del aceite:

Estado físico: líquido o sólido

Índice de acidez: se refiere al grado de acidez de un aceite esencial y se define como el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para neutralizar la acidez contenida en un gramo de aceite esencial.

Índice de ésteres: se refiere al contenido de ésteres de la muestra,. Se define como el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para saponificar los ésteres contenidos en un gramo de aceite esencial

Densidad relativa: Es la relación entre el peso específico del cuerpo y el peso específico de la sustancia de referencia

Índice de refracción: permite detectar adulteraciones y envejecimientos, sus principales ventajas son la rapidez y sencillez con que pueden obtenerse.

Humedad: porcentaje de humedad presente en el compuesto

Punto de inflamación: temperatura máxima en la cual se genera chispa, útil para la seguridad al momento del transporte

Punto de congelación: temperatura de solidificación del compuesto

Rotación óptica: es una técnica conveniente para distinguir entre sí, isómeros ópticamente activos, a partir de la medición de la rotación óptica de una sustancia; también es un criterio importante de identidad y pureza, pudiendo emplearse con fines cuantitativos.

Solubilidad en etanol: determinación del grado de solubilidad de los aceites esenciales y productos aromáticos, en disoluciones de etanol en concentraciones que van del 50 al 95% con intervalos de 5%.


Tabla 12. Valores obtenidos para cada una de las características de la ficha técnica

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO "PETIT GRAIN"			
	NARANJA	MANDARINA	LIMON
Nombre común	naranja- (variedad valencia)	mandarina- (variedad arrayana)	limón- (variedad Tahití o persa)
Nombre científico	Citrus sinensis	Citrus reticulata	Citrus latifolia Tan.
Código del aceite	10/07/2014	15/07/2014	05/07/2014
Estado físico	Líquido	líquido	líquido
Índice de acidez	1,60 +/- 0,05 (mg de KOH/g de AE)	0,82 +/- 0,02 (mg de KOH/g de AE)	1,10 +/- 0,02 (mg de KOH/g de AE)
Índice de ésteres	36,1 (mg de KOH/g de AE)	7,74 +/- 1,29 (mg de KOH/g de AE)	92,56 +/- 0,90 (mg de KOH/g de AE)
Densidad relativa	0,83 +/- 0,01	0,82 +/- 0,01	0,85 +/- 0,01
Índice de refracción	1,473 +/- 0,001	1,473 +/- 0,001	1,478 +/- 0,001
Humedad	2,1 +/- 0,9 %	0,257 +/- 0,02 %	3,2 +/- 0,6 %
Punto de inflamación	44,2 +/- 1 °C	44,3 +/- 3,8 °C	59 +/- 1 °C
Rotación óptica	178,2 +/- 2,3	152,3 +/- 2,8	170 +/- 3,3
Solubilidad en etanol	miscible	miscible	miscible

Fuente: Autores


## Fichas técnicas de cada uno de los cítricos estudiados

Tabla 13. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a naranja

<b>APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO "PETIT GRAIN"</b>			
	Nombre común	Naranja (variedad valencia)	
	Nombre científico	Citrus sinensis	
	Código del aceite	10/07/14	
	Estado físico	Líquido	
<b>Observaciones: AE proveniente de hojas</b> <b>AE: aceite esencial</b> <b>n: número de mediciones</b>			
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>			
<b>NORMA</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>n</b>
ISO 1242: 1999	Índice de acidez (mg de KOH/g de AE)	1,60 +/- 0,05	2
ISO 709: 2001	Índice de esteres (mg de KOH/g de AE)	36,10	2
ISO 279: 1998	Densidad relativa	0,83 +/- 0,01	3
ISO 280: 1998	Índice de refracción	1,473 +/- 0,001	3
ISO 11021: 1999	Humedad (%)	2,1 +/- 0,9	3
ISO/TR 11018: 1997	Punto de inflamación (°C)	44,2 +/- 1	4
ISO 592: 1998	Rotación óptica	178,2 +/- 2,3	3
ISO 875: 1999	Solubilidad en etanol (95%)	miscible	1
<b>Componentes mayoritarios</b>			
<b>N°</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad relativa %</b>	
1	Sabineno	33,3	
2	Delta 3- careno	6,6	
3	Limoneno	5,9	
4	Trans-Beta-Ocimeno	7,9	
5	Linanol	8,9	
6	Citronelal	5,0	
7	Geranial	4,9	


Fuente: Autores

Tabla 14. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a mandarina

<b>APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS,                      PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO "PETIT GRAIN"</b>			
	Nombre común	mandarina- (variedad arrayana)	
	Nombre científico	Citrus reticulata	
	Código del aceite	15/07/14	
	Estado físico	Líquido	
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>			
NORMA	PARAMETRO	RESULTADO	n
ISO 1242: 1999	Índice de acidez (mg de KOH/g de AE)	0,82 +/- 0,02	2
ISO 709: 2001	Índice de esteres (mg de KOH/g de AE)	7,74 +/- 1,29	2
ISO 279: 1998	Densidad relativa	0,82 +/- 0,01	3
ISO 280: 1998	Índice de refracción	1,473 +/- 0,001	3
ISO 11021: 1999	Humedad (%)	0,257 +/- 0,02	3
ISO/TR 11018: 1997	Punto de inflamación (°C)	44,3 +/- 3,8	4
ISO 592: 1998	Rotación óptica	152,3 +/- 2,8	3
ISO 875: 1999	Solubilidad en etanol (95%)	miscible	1
<b>Componentes mayoritarios</b>			
N°	Compuesto	Cantidad relativa %	
1	Trans-Beta-Ocimeno	3,9	
2	Limoneno	74,4	
3	Gamma-terpineno	7,6	
4	Linanol	4,3	
Observaciones: <b>AE</b> proveniente de hojas <b>AE: aceite esencial</b> <b>n: número de mediciones</b>			

Fuente: Autores

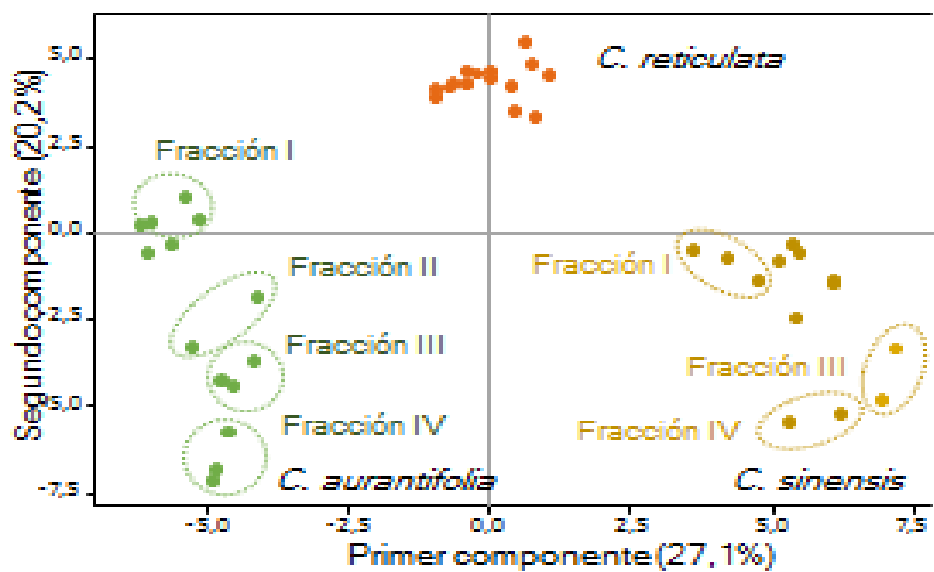
Tabla 15. Ficha técnica del aceite esencial obtenido, correspondiente a limón

<b>APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS,                      PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TIPO “PETIT GRAIN</b>			
	Nombre común	limón- (variedad Tahití o persa)	
	Nombre científico	Citrus latifolia Tan.	
	Código del aceite	05/07/14	
	Estado físico	Líquido	
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>			
NORMA	PARAMETRO	RESULTADO	n
ISO 1242: 1999	Índice de acidez (mg de KOH/g de AE)	1,10 +/- 0,02	2
ISO 709: 2001	Índice de esteres (mg de KOH/g de AE)	92,56 +/- 0,90	2
ISO 279: 1998	Densidad relativa	0,85 +/- 0,01	3
ISO 280: 1998	Índice de refracción	1,478 +/- 0,001	3
ISO 11021: 1999	Humedad (%)	3,2 +/- 0,6	3
ISO/TR 11018: 1997	Punto de inflamación (°C)	59 +/-1	4
ISO 592: 1998	Rotación óptica	170 +/- 3,3	3
ISO 875: 1999	Solubilidad en etanol (95%)	miscible	1
<b>Componentes mayoritarios</b>			
N°	Compuesto	Cantidad relativa %	
1	Limoneno	27,0	
2	Neral	20,4	
3	Geranial	25,9	
4	Acetato de nerilo	7,1	
<b>Observaciones: AE proveniente de hojas de cítricos</b> <b>AE: aceite esencial</b> <b>n: número de mediciones</b>			

Fuente: Autores

Con el análisis PCA se observó que existe diferencias en la composición química entre las fracciones de aceite esencial para la especie *C. aurantifolia* (limón); esta diferencia, menos pronunciada, también se observa entre las fracciones de *C. sinensis* (naranja). Para la especie *C. reticulata* (mandarina) la composición química del petit grain no varía significativamente entre las fracciones analizadas.

Grafico 8. Análisis de los componentes principales (PCA) de aceite esencial de las hojas de cítricos analizadas en el proyecto



Fuente: CENIVAM

## **5. CONCLUSIONES**

Con la anterior investigación concluimos, que se pueden extraer aceites esenciales a partir de residuos de cosecha como podas de cítricos, los cuales pueden generar ingresos adicionales a la actividad económica principal (producción de fruta fresca) para el productor.

Con este tipo de procesos, la industria citrícola del país tendrá un mejoramiento en lo relacionado con el abastecimiento de materia prima para las diferentes industrias nacionales, dedicadas a la transformación de este tipo de compuestos. Además indirectamente contribuirá a reducir la problemática fitosanitaria de los cultivos de cítricos.

## **6. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la información obtenida de la anterior investigación, se observa que es escaso el apoyo para la puesta en marcha de procesos productivos como este. Además, los residuos generados tanto en la zona rural como urbana no son aprovechados en procesos de transformación útiles que generen algún tipo de remuneración (económico o ambiental).

Como en el proceso se genera una cantidad apreciable de residuos, se recomienda utilizarlo en la fabricación de abonos compostados y enriquecidos, con el objetivo de ser devueltos nuevamente a las plantaciones que proveen este tipo de material vegetal.

## BIBLIOGRAFIA

Aromium. Aromium - aromaterapia y cosmética natural. Recuperado el 21 de 07 de 2014, de aromium.: [www.aromium.com/petitgrain-limonero-bio-compra-online-aromaterapia.html](http://www.aromium.com/petitgrain-limonero-bio-compra-online-aromaterapia.html)

BERBECÍ, H. A. (27 de 02 de 2007). Obtención y caracterización y estudio de la desterpenación del aceite esencial de naranja. Recuperado el 06 de 08 de 2014, de repositorio.uis.edu:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6264/2/122629.pdf>

CORPOICA. Preguntas frecuentes en frutales. Recuperado el 10 de 05 de 2014, de corpoica.org:

<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Libros500/Cartilla500PreguntasSobreFrutales1.pdf>

EROSKI CONSUMER. El poder antifúngico de los aceites esenciales de cítricos. Recuperado el 12 de 09 de 2014, <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-consumo/2008/05/14/176888.php>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. 2003. estudio del mercado colombiano de aceites esenciales; Biocomercio Sostenible. Recuperado el 6 de 07 de 2014, de [humboldt.org](http://www.humboldt.org.co). [www.humboldt.org.co/biocomercio](http://www.humboldt.org.co/biocomercio)

JARAMILLO HENAO G, 2008. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Recuperado el 25 de 07 de 2014, de [sena.blackboard.com](http://sena.blackboard.com): [http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/73310067\\_2\\_VIRTUAL/pdf/DocumentosApoyo/Unidad3/Aprovechamiento%20de%20los%20residuos.pdf](http://sena.blackboard.com/bbcswebdav/institution/73310067_2_VIRTUAL/pdf/DocumentosApoyo/Unidad3/Aprovechamiento%20de%20los%20residuos.pdf)

KRAUTER. (S.F de S.F de S.F). Aceite esencial de mandarina petit grain. Recuperado el 10 de 07 de 2014, de krauter aceites esenciales: <http://www.krauteraceitesesenciales.com/aceitemandarina.html>

LONDOÑO, J. A. Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de repository.lasallista: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/68/1/395-416.pdf>

M., P. A. 2013. Universidad de Antioquia, Facultad Química Farmacéutica. Recuperado el 2 de 07 de 2014, de <http://farmacia.udea.edu.co/>: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>

MAHECHA, C. A. 2010. Actividad Antioxidante y Antibacteriana De Aceites Esenciales. Recuperado el 10 de 08 de 2014, de javeriana.edu.co: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/823/1/cien24.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005. la cadena de cítricos en Colombia. Recuperado el 28 de 06 de 2014, de corpoica.org: [http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/caracterizacion\\_citricos1.pdf](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/caracterizacion_citricos1.pdf)

MOLINA, F. E. (07 de 08 de 2007). Biotransformacion del limoneno, pineno y aceites esenciales de naranja y mandarina. Recuperado el 24 de 07 de 2014, de repositorio.uis.edu: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7361/2/124114.pdf>

NAVARRETE C., J. D. (2010). Extracción y caracterización del aceite esencial de mandarina obtenido de residuos agroindustriales. Scielo, 86 - 87. Obtenido de [scielo.org](http://scielo.org).

NOVA, C. A. (08 de 08 de 2008). Estudio de los metabolitos secundarios volátiles. Recuperado el 21 de 05 de 2014, de cenivam.uis: <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura/cibimol/tesis%20cibimol/carlos%20ruiz.pdf>

YEPES S, L. J. (29 de 05 de 2008). Valorización de residuos agroindustriales – frutas. Recuperado el 8 de 04 de 2014, de scielo.org. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a18v61n1.pdf>