

UNIVERSIDAD EAN

PROYECTO DE GRADO

PRESENTADO POR:

Lina Mercedes Álvarez Forero
Juan Sebastián Moreno Corredor

PRESENTADO A:

Julien Gwendal Chenet

Bogotá, 2021

Facultad de Ingeniería Química

Resumen

La pulpa del aguacate ha sido utilizada para distintos procesos que permiten el aprovechamiento de sus propiedades, pero a lo largo de los años se ha evidenciado que la cascara y la semilla de este fruto contienen sustancias con propiedades que pueden ser aprovechadas por las diferentes industrias. Pensando en esto se realizará una revisión de las sustancias, las encontradas en la semilla del aguacate, del proceso de obtención de colorante y finalmente una primera formulación para la elaboración de un producto cosmético más exactamente un rubor.

Palabras clave: Semilla de aguacate, Colorante, Cosméticos, Rubor, Residuos agroindustriales.

DISEÑO DE UN RUBOR APARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES GENERADOS DURANTE LA TRANSFORMACIÓN DEL AGUACATE

1. Introducción

Actualmente en Colombia se producen más de 400 mil toneladas de aguacate, principalmente de las variedades Hass, Lorena y Criollo “pensando que éstas son las variedades que más se adaptan a las exigencias topográficas y climáticas del país” (Vega, 2018), las cuales son distribuidas tanto en territorio nacional como exportadas a Estados Unidos y a la Unión Europea principalmente.

Con el creciente aumento de la producción de aguacate y el aumento de las industrias dedicadas a su transformación, como industrias de producción de guacamole o pulpa de aguacate, utilizan la parte comestible y demás partes como semilla y cascara son desechadas sin darles ningún uso. Por ejemplo, en 2011 se produjeron aproximadamente 3,3 millones toneladas de frutas y teniendo en cuenta las pérdidas en la industria de procesamiento de frutas, alrededor de 2,31 millones de toneladas se pierden por año (Universidad Nacional, 2016), esto como consecuencia de la etapa de maduración, almacenamiento, transporte, transformación y refrigeración.

Como se ha venido mencionando el aguacate no es aprovechado completamente ya que su cascara y su semilla, que corresponden aproximadamente al 50% del peso de cada fruto, no son del interés de las industrias alimenticias (Suárez et al., 2013). Estos residuos tienen una variedad de propiedades y componentes, por ejemplo, cerca del 70% de los aminoácidos del fruto contenidos en la semilla, y adicional a esto compuestos como la serina, taninos, que pueden llegar a ser de interés en industrias como la farmacéutica y cosmética.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de semilla desechada por la industria alimenticia y el valor potencial que esta puede tener para otras industrias. ¿Como aprovechar los residuos de la industria de transformación del aguacate a través del diseño de un producto cosmético?

2. Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un producto cosmético que permita aprovechar los residuos agroindustriales de la semilla del aguacate.

Objetivos específicos

- Evaluar el potencial de los componentes de la semilla del aguacate como materia prima para uso en la industria cosmética.
- Identificar y desarrollar un proceso óptimo para la reutilización de las semillas de aguacate dentro del ámbito cosmético.
- Desarrollar conceptualmente la formulación de un producto cosmético elaborado a partir de las semillas de aguacate.

3. Definición del problema

Para el año 2016 se tuvo una oferta disponible en alimentos de 28,5 millones de toneladas, de las cuales se desperdician 9,76 millones de toneladas, las pérdidas equivalen al 64% que son ocasionadas en las etapas producción, postcosecha, almacenamiento y procesamiento industrial. (Departamento Nacional de Planeación, 2016). Se evidencia una gran cantidad de pérdidas en alimentos, de los cuales muchos de ellos pueden volver a la cadena de producción y darles un segundo uso, así disminuyendo esas pérdidas

Adicionalmente durante los últimos 5 años la producción de aguacate creció 89%, como efecto combinado entre el aumento en el área cosechada (62%) y el rendimiento (17%) (Gaitán, 2019). Por ello se ha decidido trabajar con este fruto ya que ha crecido su producción y actualmente se tiene un consumo aproximadamente de aguacates de 6,3 kg por persona por año.

Pensando en disminuir los desperdicios de este fruto y aprovechar sus propiedades para generar productos de valor, se realizó una breve revisión de productos que aprovechen este tipo de residuos encontramos que en el sector de los rubores no hay una alta oferta de estos por lo que el producto a desarrollar tendrá una ventaja en el mercado.

4. Análisis de requerimientos o especificaciones del producto

Como solución a la problemática explicada se plantea elaborar un producto cosmético facial. Para dicha elaboración se planea hacer uso de la semilla de aguacate, un residuo agroindustrial que actualmente se genera en grandes cantidades, el cual será utilizado como materia prima para la elaboración de un colorante natural.

Este colorante que se obtiene será el utilizado en la elaboración del producto final reemplazando, y evitando, el uso de colorantes orgánico sintéticos (o artificiales) encontrados en cosméticos actualmente.

El impacto esperado del proyecto, junto con su relevancia y utilidad dentro del marco social actual, se pueden entender a partir de dos criterios principales, los cuales se explican a continuación:

4.1. Conveniencia

Durante la última década en Colombia las preferencias de los consumidores de productos sintéticos han empezado a cambiar, descartando productos genéricos, dando relevancia y apoyo a los productos ‘naturales’ (Tanto aquellos que dicen ser 100% de origen natural como aquellos que contienen algunos principios activos naturales) que han venido incursionando en el mercado nacional. Este comportamiento, como lo explica la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (Prom Peru), se da porque los “colombianos desean tener un mayor control sobre los ingredientes utilizados en sus productos de belleza. El interés en productos e ingredientes naturales ha llevado a un número cada vez mayor de consumidores a crear productos caseros y soluciones de belleza” (Prom Peru, 2018)

Como respuesta a este comportamiento la industria colombiana enfocada al área de cosméticos y a los artículos de aseo ha mostrado un crecimiento y fortalecimiento respecto a los componentes de sostenibilidad que se involucran en sus procesos de producción y ventas. Estos cambios se ven reflejados en las ventas realizadas y en el aumento de las mismas, de acuerdo a Clúster de cosméticos de Bogotá, en su nota Productos Naturales, Hubo un aumento del 7% en ventas entre 2009 y 2015 (Clúster de cosméticos de Bogotá, 2017) de productos que ofrecen ingredientes naturales. Lo que junto a la información aportada en 2018 por Prom Perú permite ver que existe una gran oportunidad de venta en este sector del mercado colombiano.

4.2. Impacto social

El desarrollo de este producto tiene un gran factor de relevancia social pues, además de resolver una problemática de manejo y reaprovechamiento de residuos, que beneficiaría a industrias alimenticias y a comunidades aledañas a los lugares donde se disponen estos residuos orgánicos. También se estaría abordando una segunda problemática existente en el sector cosmético, que es, el uso de los colorantes clasificados por la FDA (Food and Drug Administration) como *Colorantes sujetos a certificación*, los cuales “son derivados principalmente del petróleo y, a veces, se les conoce como “tinturas de alquitrán de hulla” o colorantes “orgánico sintéticos”.” (FDA, s.f) o colorantes inorgánicos que son “en su mayoría, óxidos metálicos o sales metálicas inorgánicas que se obtienen de fuentes minerales.” (Morones et al., 2015) en productos de uso tópico, más exactamente de uso facial como delineadores, sombras, bases, polvos faciales, rubores y labiales entre otros.

Actualmente en muchos productos cosméticos es común encontrar colorantes que por su composición pueden llegar a representar un riesgo para las personas por su uso constante, y que, aunque a corto plazo este tipo de productos no evidencien un daño para la salud, a largo plazo pueden llegar a ser causantes de enfermedades tales como dermatitis, desordenes hormonales o alergias. Incluso algunos han llegado a ser catalogados como agentes cancerígenos.

5. Marco de referencia

5.1. Normativas involucradas

Para la realización de este proyecto la normativa a tener en cuenta es la siguiente:

Norma ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de calidad – Requisitos

Es una de las normas más reconocida en el área de calidad y tiene como fin mejorar el desempeño de una organización dejando una base sólida para implementar el desarrollo sostenible. Dando como beneficio para la organización la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos y la capacidad de

demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados. (International Organization for standardization, 2015)

Norma ISO 22716:2008 Buenas prácticas de fabricación de cosméticos

Desde la norma de buenas prácticas de fabricación de cosméticos se pretende suministrar una orientación para la producción, control, almacenamiento y expedición de los productos cosméticos, con el fin de mejorar la calidad del producto, la eficiencia de los procesos de producción y aumentar la confianza del consumidor al entregar artículos de la mejor calidad posible.

NTC 4833:2012 Industria de cosméticos. Requisitos microbiológicos para productos cosméticos

Esta Norma Técnica Colombiana nos suministra todos los requerimientos microbiológicos para los productos cosméticos como, por ejemplo, los métodos para la neutralización de las propiedades microbianas, el recuento total de microorganismos, los criterios de aceptación o rechazo de los productos cosméticos, entre otros. Esto con la finalidad de asegurar la calidad y la seguridad en el uso de estos productos.

GTC 233:2012 Guía para las buenas prácticas de manufactura.

La Guía para las buenas prácticas de manufactura es similar a la Norma ISO 22716 del 2008 mencionada anteriormente, estas brindan lineamientos para la gestión de los factores humanos, técnicos y administrativos que pueden llegar a afectar la calidad del producto a ofrecer, también contribuyen al desarrollo práctico del concepto de aseguramiento de la calidad. El objetivo de estas directrices de BPM (buenas prácticas de manufactura) es definir las actividades que le permiten obtener un producto que satisfaga las características definidas. (Icontec, 2012).

GTC – ISO 16128-2:2019 Directrices sobre las definiciones y los criterios técnicos para ingredientes y productos cosméticos naturales y orgánicos. Parte 2. Criterios para los ingredientes y productos

Esta guía nos da unos lineamientos para conocer hasta donde es determinado un ingrediente natural u orgánico, mediante los índices que ofrece esta guía los cuales son índice natural, índice de origen natural, índice orgánico e índice de origen orgánico y también nos permite evidenciar el contenido de los productos, es decir el porcentaje de ingredientes que posee y

este se puede calcular a través de las fórmulas del contenido natural, contenido de origen natural, contenido orgánico y contenido de origen orgánico que aparecen en la guía.

La anterior normatividad fue seleccionada para el proyecto, debido a que los productos cosméticos deben tener la mejor calidad posible para no generar ninguna afectación al consumidor, eso evaluando todos los requisitos necesarios para tener un rubor con las mejores cualidades y siguiendo los lineamientos para la elaboración de cosméticos.

5.2. Marco referencial

5.2.1. El aguacate en el mundo

El origen del aguacate, mencionan Alejandro Barrientos y Luis López en “Historia del Aguacate”, se dio en la región conocida como Mesoamérica, misma área que se considera fue el lugar donde se desarrolló el proceso de domesticación. O solo del aguacate, mencionan, que restos arqueológicos son evidencia de domesticación de otras plantas como la calabaza, maíz, yuca y algodón. (Barrientos y López, 2000)

El aguacate, por su antigüedad, ha sido conocido por sus diferentes propiedades tanto nutricionales, organolépticas y medicinales como por su versatilidad y adaptabilidad a diferentes climas y condiciones ambientales, así nos relata Francisco Hernández en la “Historia de las Plantas de la Nueva España”, quien menciona en sus descripciones que:

“Tienen estos huesos sabor de almendras amargas, y Producen, prensados, un aceite semejante al de almendras no solo en el olor, sino también en el sabor y en las propiedades. Cura este aceite el salpullido, las cicatrices, favorece a los disentéricos con alguna astringencia y evita que los cabellos se partan. El árbol tiene hojas todo el año y crece en todas las regiones espontáneamente o cultivado, aunque nace mejor y alcanza mayor desarrollo en lugares cálidos y llanos.” (Hernández, 1946, p.88)

Por sus propiedades y largo tiempo siendo cultivado, el aguacate se ha consolidado como una de las frutas tropicales más importantes a nivel mundial aportando, en 2009, 2.6 millones de toneladas al mercado de alimentos. Dentro de los principales productores de aguacate para ese año se encontraban México, como mayor productor, seguido de Indonesia y Estados Unidos. (Peña, Rebollar, Callejas, Hernández y Gómez, 2015). Este mercado ha ido creciendo con el pasar de los años. La demanda de este producto en países europeos ha ido creciendo lo que ha

convertido el cultivo del aguacate en un negocio llamativo para otros países con producción agrícola entre ellos Colombia.

En Colombia la industria y el cultivo del aguacate se ha venido fortaleciendo durante las últimas décadas donde la tasa de crecimiento anual de terreno destinado al aguacate se encuentra entre 1500 y 2000 hectáreas. De las 1500 hectáreas que se destinaron a este cultivo sobre el territorio colombiano en el año 2018 la mayor parte era de la variedad Hass (Persea americana Mill), que es una de las variedades más apetecidas por el mercado internacional. Es por esta demanda de mercados como el europeo y su potencial productivo de algunas regiones del país, que incluso agricultores colombianos que se dedicaban a la producción de café han mudado sus esfuerzos a la producción de aguacate de exportación. (Intangri, 2018)

5.2.2. Componentes y propiedades de la semilla de aguacate

La semilla es un subproducto del aguacate, la cual representa entre el 12% al 28% del peso del fruto, esto depende de la variedad. (Bressani, 2009). Esta ha sido estudiada durante años para determinar su composición y propiedades, es decir, su contenido de nutrientes o sus componentes químicos orgánicos e inorgánicos,

“en general la composición química de la semilla en base natural es de $56,04 \pm 2,58$ % de agua, $1,87 \pm 0,31$ % de lípidos, $1,95 \pm 0,16$ % de proteína, $1,87 \pm 0,24$ % de cenizas, $5,10 \pm 1,11$ % de fibra y $33,17 \pm 2,73$ % de carbohidratos calculados por diferencia”. (Bressani, 2009, p.3).

La semilla del aguacate en base seca contiene entre 4% a 5% de aceite, en los cuales se encuentran los siguientes ácidos grasos, mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico, la mayoría de estos son usados como ingredientes para productos del cuidado de la piel, cabello y uñas, así mismo los aminoácidos encontrados en esta son la valina, isoleucina, treonina, triptófano, arginina, fenilalanina, leucina, lisina, entre otros, que ayudan a mantener la piel y el cabello sano. (Gómez et al, 2017).

Igualmente se le han atribuido algunas propiedades en el ámbito cosmético y farmacéutico, por ejemplo en algunas investigaciones se ha podido demostrar que la semilla de este fruto puede ser útil para el tratamiento de la hipertensión, enfermedades inflamatorias y diabetes (Chil, Molina, Ortiz, Dutok y Souto, 2019), también es utilizada para tratamientos contra la caída del cabello y de la caspa, esto por la presencia de ácidos grasos, compuestos poli-fenólicos y esteroides.

A continuación, se muestra la composición de dos variedades de aguacate Hass y Utz, con su respectivo contenido de cada uno de los componentes. Información obtenida de la investigación de Bressani, 2009.

Tabla 1. Componentes de la semilla del aguacate. Elaboración propia con base en (Bressani, 2009)

Ácidos Grasos	Hass	Utz
Mirístico	8,16	12.83
Palmítico	24,10	26.06
Estearico	5,87	0.79
Oleico	3,62	0
Linoleico	1,23	1.83
Linolénico	2,68	3.70
Minerales		
Hierro	5,53 ± 0,66	1.87 ± 0.52
Manganeso	5,53 ± 0,66	0.39 ± 0.03
Cobre	0,54 ± 0,19	0.61 ± 0.23
Zinc	0,96 ± 0,30	0.68 ± 0.10
Aminoácidos		
Valina	5.41	6,79
Isoleucina	3.97	4,78
Treonina	3.83	5,09
Triptófano	0.60	1,96
Fenilalanina	5.33	5,44
Leucina	7.27	9,15
Lisina	6.22	8,73
Metionina	1.90	1,73
Histidina	1.99	2,60
Ácido aspártico	9.72	11,91
Serina	5.88	6,27
Ácido glutámico	12.93	13,96
Prolina	4.70	5,69
Alanina	5.00	7,66

Cisteína	5.61	1,53
Tirosina	1.32	3,12
Arginina	2.85	6,60
Glicina	7.56	6,12
% Proteína	4.27	3,09
Polifenoles totales	602,5 ± 278,51	215.81 ± 46.39
Taninos	332,82 ± 61,49	114.25 ± 109.19

Para la investigación de Salazar et al. (2020), la composición de la semilla del aguacate Hass es, valina 0.17, minerales totales 12.5 , ácido 3- *O* -*p*-cumaroilquínico 57.5 ± 6.49 , tirosina 1.27, polifenoles $152,8 \pm 14,60$, cisteína 5.01, ácido palmítico 23.8, entre otros. La variación de los valores se debe a los método utilizado para encontrar la composición de cada uno de los componentes de la semilla del aguacate , además de las condiciones en las cuales se haya hecho la investigación.

5.2.3. Usos de la semilla del aguacate en la industria cosmética

La semilla del aguacate, como se mostró en el subtítulo anterior, cuenta con una diversidad de componentes que pueden dar paso a una serie de aprovechamientos de este residuo agroindustrial en diferentes sectores de la industria actual. A continuación, se hará un acercamiento a algunos de los aprovechamientos que se le pueden dar y que pueden representar una oportunidad para incluirlos en la elaboración de productos cosméticos de diferente índole.

5.2.4. Elaboración de colorantes

A partir de la semilla del aguacate es posible obtener un colorante natural que está compuesto por antocianinas. (Hennessey, 2017) Las antocianinas

“son glucósidos de antocianinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de 3 C (...) El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metilaciones producen coloraciones rojas.” (Garzón, 2008)

que para el caso de la semilla de aguacate estas coloraciones obtenidas se desplazan sobre las tonalidades rojas y naranjas, Para la obtención de este colorante suele utilizarse un método de extracción solido-liquido donde la semilla es macerada en presencia de un solvente

determinado. Tras esto los sólidos son retirados con ayuda de un proceso de filtración y finalmente sometidos a un proceso de secado para así obtener un producto en polvo que será soluble en agua (Flórez y Yepes, 2007).

La selección del solvente a utilizar es una de las etapas más importantes de proceso, pues, de este depende en gran medida la cantidad de pigmento que puede llegar a obtenerse y los usos que podemos darle. Por ejemplo, utilizando solventes orgánicos como CCl_4 , Acetona o Éter Etilico no se obtiene colorante alguno. Y al utilizar solventes como alcohol etílico o solución de HCL se obtienen concentraciones bajas de colorante. Es por esto que comúnmente es utilizado como solvente una solución de NaOH al 0.5%. Los colorantes obtenidos por este procedimiento presentado pueden ser utilizados en la industria textil, alimenticia, cosmética (que es de relevancia para el presente proyecto) y medicinal. (Devia y Saldarriaga, 2004)

5.2.5. Aceite esencial de semilla de aguacate

Normalmente el aceite de aguacate es extraído de la pulpa del fruto, sin embargo, este residuo agroindustrial (la semilla del aguacate) contiene aun aceites esenciales que tienen “elevado contenido insaponificable, por sus propiedades hidratantes, reestructurantes y antioxidantes y por su especial capacidad de aumentar la síntesis de colágeno; posee además importantes cualidades de ‘penetración’ y ‘mantenimiento’”(Rengifo, 2014) lo que convierte a este aceite en un insumo potencial para la elaboración de diferentes productos cosméticos que son aplicados sobre la piel.

La obtención de este aceite se realiza a través del método de extracción con solventes. Para aplicar este método se utiliza harina seca de semilla de aguacate, para aumentar el área de transferencia, en presencia de un solvente como el hexano o el etanol. Entre estos dos solventes es recomendable utilizar el etanol pues en el ensayo de laboratorio de Pedro Gonzalo Rengifo realizado en 2014, nos reporta un 6.14%, utilizando hexano, y 22.98%, utilizando etanol, de aceite extraído con respecto a la materia prima empleada. (Rengifo, 2014)

5.2.6. Otros usos alternativos para la semilla de aguacate

Adicionales a las aplicaciones antes mencionadas para semilla de aguacate existen algunas otras menos conocidas que pueden ser de gran utilidad para la elaboración de cosméticos. Uno de estos efectos que nos menciona Silvia Aguirre, es la capacidad de aliviar el dolor muscular, lo que indica un comportamiento analgésico, (Aguirre, 2018), que para el presente trabajo puede ser de gran valor. Puesto que puede llegar a plantearse un producto final con propiedades

analgésicas para lesiones en la piel como las causadas por el acné que, en casos graves, puede generar un dolor considerable a quien lo padece.

5.2.7. Productos existentes en el mercado

Actualmente existen una gran variedad de productos cosméticos que contienen algún componente extraído del aguacate. Encontramos desde cremas corporales hasta tratamientos para el cabello o champú, sin embargo, la gran mayoría de estos productos aprovechan solamente una parte del fruto que es la pulpa, más específicamente el aceite que se obtiene de esta.

Teniendo esto presente, en el mercado no existe una gran variedad de productos que hagan uso de materias primas no convencionales como lo es la semilla del aguacate para su elaboración.

5.2.8. Rubores y su elaboración

El rubor, también llamado Blush, es un producto de la cosmética decorativa, es decir que, debido a los pigmentos y colorantes del producto, puede ayudar a mejorar el aspecto estético de la piel, por ello el rubor es utilizado para proporcionar un buen aspecto en la cara, realzando la forma de los pómulos y enmarcando las mejillas. Este es uno de los cosméticos más antiguos, que ha sido utilizado en las diferentes culturas.

Se encuentran diferentes tipos de este producto, entre esos están:

- *Polvo: Son los más utilizados, pues permiten varios matices y facilitan la aplicación, difieren de los polvos compactos en la concentración de pigmentos y granulometría.*
- *Crema: sus ceras y pigmentos son similares a las de los labiales, se utilizan poco.*
- *Líquido: disoluciones de colorantes hidrosolubles, son difíciles de utilizar por lo que se formulan poco. (Prieto, 2001).*

Para la formulación de este producto, su composición química no ha cambiado desde los inicios de fabricación del mismo, ya que se ha considerado que tiene una estructura estable y sin ninguna afectación a la salud, a pesar de ello se ha evolucionado en la calidad de las materias primas para la obtención de productos mejorados.

Esta formulación posee dos componentes en mayor proporción, el talco, que se encuentra del 60% al 80% en esta y el almidón que nos ayuda a absorber el agua (Scribd, 2019); se pueden añadir algunas materias primas para mejorar la textura, consistencia y presentación del producto, por ejemplo, utilizar componentes antioxidantes para darle a la formulación

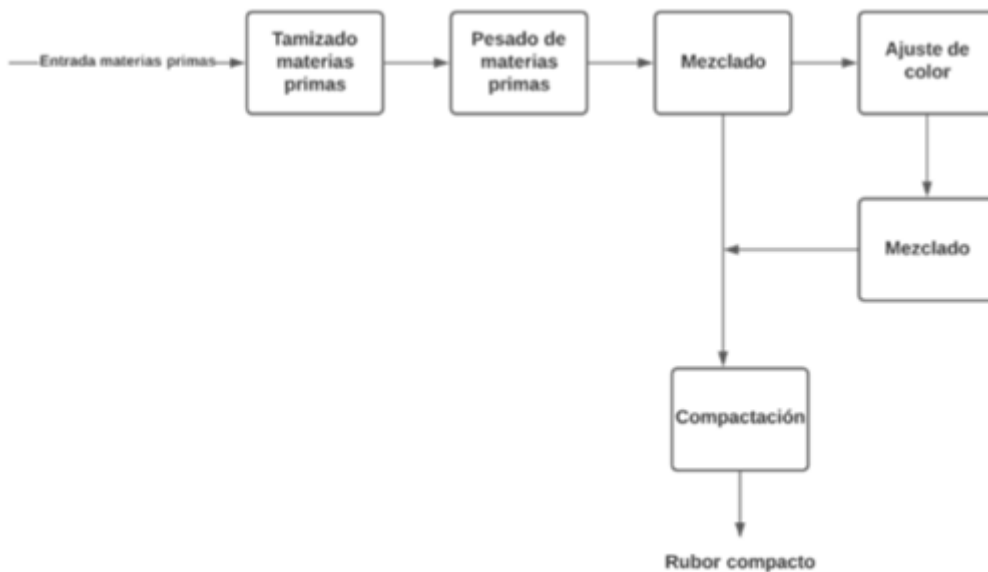
estabilidad y ayudar a que se conserve, elementos con propiedades antibacterianas, protectoras de rayos UV, suavizantes de la piel, entre otros.

Para la elaboración de los rubores en la industria comúnmente se utiliza el proceso que se describe a continuación:

La molienda, este proceso se hace para las materias primas que necesiten reducir su tamaño para entrar al proceso, luego pasan a un proceso de tamizado el cual ayuda a obtener el mismo tamaño de partícula para toda la materia prima a utilizar, seguido a esto , pasa por el mezclado para homogenizar todos los componentes del rubor, en dado caso que se necesite ajustar el color de este, se realiza el ajuste y vuelve a una etapa de mezclado , por último, pasa a la parte de compactación y se obtiene el rubor.

Se utiliza este proceso (el mostrado en la **Figura 1**) debido a su practicidad, sencillez y rendimiento para realizar este producto.

Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de rubores. Elaboración propia con base en (Maldonado et al., 2012)



6. Definición de Variables

Para el presente trabajo se determinó a partir de información secundaria pertinente la selección y evaluación de las variables de proceso presentes en el proceso de elaboración de pigmentos naturales a partir de la semilla del aguacate. Las variables de proceso a evaluar son:

Tabla 2. Variables de proceso a evaluar. Elaboración propia con base (Devia y Saldarriaga, 2004)

Variable de proceso	Definición
Temperatura	Temperatura a la que el proceso se lleva acabo
Solventes	Tipos de solventes que pueden ser utilizados.
Variedad del fruto	Variedad del fruto del cual se está obteniendo la semilla.
Presentación de la semilla	Presentación en la que la semilla llegara a el proceso de extracción. (Entera, Cortada o Molida)
Tiempo de oxidación	Tiempo que ha estado expuesta la semilla a condiciones y agentes que generan una oxidación.
Proceso de obtención	El proceso a utilizar para realizar la extracción.

Los valores para las variables mencionadas en la **tabla 2**, se encuentran en las tablas **3, 4 y 5** donde se hace distinción por autores, así haciendo más sencilla la comparación de los métodos que han sido evaluados.

7. Procesos de extracción de pigmentos

A continuación, se muestran algunos procedimientos para la extracción de pigmentos de la semilla del aguacate, obtenidos a través de artículos de investigación.

Este proceso sería una extracción líquido - sólido, la cual necesita de un solvente adecuado para la realización de este proceso, según la investigación de Devia y Saldarriaga (2004), el solvente más adecuado es una solución diluida de hidróxido de sodio, debido a que con otros solventes como el agua se obtiene una concentración mínima de colorante.

Para realizar la extracción del colorante se deben seguir los siguientes pasos:

- Lavar la semilla para retirar la suciedad o residuos de la pulpa.
- Pasar la semilla por un molino de discos, obteniendo una consistencia pastosa.
- Se le determina la humedad promedio a lo obtenido.
- La semilla molida se pasa al tanque de extracción con el NaOH

- El extracto se filtra por medio de una tela elástica.
- Lo filtrado se concentra en un evaporador.
- Se toma una muestra del concentrado y se seca en una estufa.
- Se calcula el porcentaje extraído de la semilla.
- Finalmente se obtiene un colorante en polvo.

Se debe tener en cuenta que para este proceso de extracción se tomó una temperatura menor a 75 °C para los procesos de extracción y evaporación, una relación sólido-solvente: 0.2, 0.125 y 0.05 una concentración de NaOH en el solvente: 0.5% P/V (peso de NaOH / volumen de agua). (Devia y Saldarriaga, 2004)

Para este proceso de extracción de pigmento se tuvieron muestras de 5 aguacate de la variedad *fuerte* y 5 de la variedad *Hass*, se utilizó el proceso de extracción por medio de solventes y liofilización. A continuación, se muestra el proceso obtenido de la investigación de Almanza, Navarro y Ruiz (2019).

Para la etapa de corte y secado

- Lavar las semillas y córtalas aproximadamente de 50mm de espesor.
- Secarlas en un secador de bandejas durante 5 horas.

La temperatura utilizada para secar las semillas este entre 45 °C a 50 °C

Para la etapa de molienda

- Los trozos de las semillas secas son molidas en un molino mecánico con tornillo sin fin.

Para la etapa de extracción del pigmento

- Se coloca el polvo de las semillas en dos Enlermeyes.
- Se adiciona NaOH 0,5 N.
- Se calientan los Enlermeyes a 50 °C y agitación de 150 rpm durante 1 hora.
- Dejar las mezclas reposar por 5 minutos.
- Filtrar con tela, obteniendo el colorante líquido.

Para la etapa de evaporación

- El colorante liquido es llevado a una campana de vacío, se calienta a 50 °C durante 1 hora.

Finalmente, la etapa de liofilización

- Se congela las muestras evaporadas a una temperatura de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, en condiciones de vacío.
- Realiza prueba de FTIR (espectrofotometría infrarroja con transformada de Fourier), para identificar la modificación del colorante obtenido de las semillas.

Este último proceso de extracción se hace mediante solventes, filtración y secado, obteniendo un colorante en polvo. Enseguida se muestra el proceso de extracción tomado de Guerrero, 2011.

Preparación de las semillas

- Lavar la semilla, para retirar impurezas.
- Rallar las semillas utilizando un rallador metálico de diámetro 0,1 aproximadamente.
- Colocar la ralladura en un mortero y se procede a machacarlo, para obtener una consistencia pastosa.

Preparación del solvente

- Se pesó en una balanza 2g de NaOH.
- Se diluyó en un matraz con 20ml de agua destilada.
- Seguido a esto se aforo en un balón de 200ml.

Con una concentración en la solución de 10g/l

- Se pesó en una balanza 20 ml de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Se diluyó en un matraz con 180ml de agua destilada.

Con una concentración en la solución del 20%

Extracción del pigmento

- Colocar en un balón de 500 ml, 20g de la semilla molida con la solución de NaOH y calentarlo por 1 hora.
- La solución calentada se filtra en una tela con porosidad mínima.
- La solución filtrada pasa por un proceso de destilado simple durante 3 horas.

Secado

- Colocar la masa pastosa sobre vidrios de reloj.

- Calentar a una temperatura de 80 °C durante 12 horas.
- Se tritura el producto obtenido con un mortero.
- Se obtiene un colorante en polvo.

8. Análisis de restricciones

8.1. Ambientales

Al hacer una revisión de las posibles restricciones ambientales que se pueden presentar, durante el desarrollo o la implementación de gran escala de un proceso de obtención de colorante y posterior elaboración de un rubor, se encontraron las siguientes:

- **Componentes:** Sera de gran importancia el uso de insumos que representen un impacto ambiental mínimo tras su uso y desecho. Adicionalmente es importante elegir proveedores que estén comprometidos con el cuidado y preservación del medio ambiente. Esto puede hacerse seleccionando empresas certificadas bajo normativas internacionales como lo es la ISO 14001:2015.
- **Residuos:** A pesar de que se plantea hacer uso de un residuo como materia prima, el proceso planteado representa la generación una nueva serie de residuos para los cuales debe hacerse un apropiado plan de gestión de residuos para evitar que estos generen un impacto negativo al medio ambiente. Para ello es importante tratar los residuos de proceso generados, y en caso de no ser posible, debe ser contratado una empresa externa con la autorización y los medio para dar tratamiento y correcto desecho a esas sustancias.

8.2. Social

Otro aspecto evaluado fue el social donde, llegado el momento de implementar a gran escala el proceso de obtención de colorante y posterior elaboración de un rubor, se pueden presentar diferentes situaciones que representarían restricciones para el desarrollo del proyecto. Para evitar que se vea afectado por estas a continuación se plantean algunas estrategias que deberían tenerse encuentra desde un principio para incluir a la comunidad y evitar contratiempos:

- **Comunicación:** Al desarrollar un proyecto productivo en una nueva región, será importante “relacionarse con la comunidad teniendo en cuenta los riesgos e impactos, reales o potenciales, que implican sus operaciones y proyectos y como parte de la identificación de éstos” (Asociación Empresarial para el Desarrollo, 2016)
- **Oportunidades para locales:** Además deben crearse oportunidades laborales dando prioridad a las personas de la región y así contribuir al desarrollo económico de la zona. Esto también permitirá que el proyecto sea bien recibido por las comunidades cercanas.
- **No acaparar productos usados en el sector alimenticio:** Es fundamental que la materia prima (semilla de aguacate) sea adquirida de una empresa que aproveche la pulpa del fruto pues si se planteara comprar el fruto para solo aprovechar la semilla o empezar a utilizar también la pulpa se empezaría a competir con el sector alimenticio. Puesto que no se estaría aprovechando un residuo, y sería necesario adquirir frutos que ya no serían utilizados en el sector alimenticio.

8.3. Capacidad de fabricación

Para evaluar la capacidad de fabricación ya sea de un prototipo o en un proceso a gran escala es necesario conocer el rendimiento del proceso a utilizar bajo las condiciones que se tienen en el territorio nacional, donde se plantea ejecutar el proyecto. Condiciones como la variedad del fruto a utilizar, Hass en este caso, la eficiencia del proceso escogido y demás variables de proceso que se mencionan en las tablas 3,4 y 5.

Sin embargo, existen restricciones ajenas al proceso de fabricación como lo es el proveedor de esta materia prima (de la semilla de aguacate). Puesto que al ser esta un residuo de otro proceso su volumen está sujeto a la producción de aquel proveedor. Adicionalmente su calidad puede variar mes a mes dependiendo del trato que le den a este residuo.

8.4. Éticas

Para la realización del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes restricciones consideradas por los investigadores en el ámbito ético. A continuación, se presentan las restricciones.

- **El no testeo en animales**

Para la aprobación de los productos cosméticos para el uso humano, se debe pasar por varios procesos, por ejemplo, la evaluación de seguridad del producto final o de sus componentes,

esto, con el fin de asegurarse que los productos no generaran una afectación en la salud humana. Para la verificación de esta seguridad se efectúan algunos experimentos en animales como roedores, conejos, cobayos, entre otros, con el fin de observar las reacciones que tienen los productos sobre estos animales. Algunos de los testeos que se efectúan en los animales son:

Toxicidad de dosis repetidas: los animales principalmente conejos o roedores son forzados a ingerir o inhalar ingredientes cosméticos o se les aplica el ingrediente en su piel afeitada, cada día durante 28 o 90 días. Luego son exterminados. Esta prueba incluye la “sensibilización de la piel”. (Medina, s.f)

Pruebas de carcinogenicidad: los roedores son alimentados con sustancias aproximadamente por dos años, con el fin de ver si estas producen cáncer. Luego los roedores son sacrificados para el análisis.

Toxicocinética: los conejos o roedores son forzados a ingerir la sustancia y luego son sacrificadas para examinar la absorción, metabolización, distribución y excreción de las sustancias químicas en sus órganos. (Medina, s.f)

Esta experimentación con animales mencionada anteriormente es una práctica extremadamente dolorosa, invasiva y es una de las formas más crueles de explotación animal, por ello es importante el no testeo en animales y reemplazar estos métodos por otros que sean igual de efectivos como los cultivos celulares, pruebas in vitro, modelos informáticos, entre otros.

– **Uso mínimo de componentes que afecten el medio ambiente**

La industria cosmética ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años y en este tiempo se han ido cambiando algunas formulaciones de los productos, debido a que se ha demostrado que algunos de los componentes que se utilizan tienen un impacto negativo en el medio ambiente, por ejemplo :

Las siliconas como ciclotetrasiloxano y ciclopentasiloxano ayudan en los diferentes productos cosméticos a retener la hidratación y absorber la grasa, a pesar de ello, se ha encontrado que tienen un efecto negativo en el ecosistema acuático por su alta toxicidad al tener contacto con las corrientes de agua.

Los colorantes sintéticos tienen un efecto adverso sobre el medio ambiente ya que este proceso requiere de grandes cantidades de agua y el agua residual que sale de este proceso muchas

veces no es tratada o depurada correctamente, por lo tanto, esta agua residual sin tratar llega a las corrientes de agua afectando la vida marina.

Debido a estas consecuencias medioambientales que generan algunos componentes, se requiere una cosmética orgánica la cual sea amigable con el medio ambiente y aproveche de mejor manera los recursos naturales.

- **Uso de materias primas de origen nacional.**

Colombia es un territorio que cuenta con muchos recursos naturales, de los cuales pueden servir como materia prima en distintos productos, por esta razón se quiere adquirir la materia prima para el producto de origen nacional para así mismo ayudar a la economía del país y aprovechar de manera responsable esos recursos naturales que tiene el país.

8.5. Salud y seguridad

Al realizar un producto que este hecho para el consumo del ser humano es primordial que estos artículos sean seguros y no afecten la salud de las personas que lo utilicen, por ello se planteó la siguiente restricción.

- **No uso de componentes altamente nocivos para la salud**

La industria cosmética a lo largo de los años ha ido experimentando con diversos ingredientes para la formulación de sus productos y se han identificado que algunos de estos ingredientes pueden ser nocivos para la salud de las personas que los utilizan, como por ejemplo el petróleo, este se puede encontrar en algunos cosméticos como bases, polvos faciales, correctores, entre otros, al ser un derivado del petróleo crudo, puede provocar una barrera de grasa sobre la piel y con ello lograr una obstrucción de los poros, así mismo desarrollar trastornos en la piel como la dermatitis.

Otro componente que puede presentar riesgo son las fragancias sintéticas o perfume, estas pueden tener una gran variedad de ingredientes que no son conocidas por los consumidores, ya que en las etiquetas solo se nombre como fragancia. Esta puede causar diferentes afecciones por consecuencia de las sustancias químicas que se encuentre en estas fragancias sintéticas, algunas de las consecuencias son, los trastornos hormonales, hiperpigmentación o irritación de la piel.

Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

Este se encuentra en la mayoría de cosméticos principalmente en las cremas hidratantes. Actúa en los cosméticos como agente aglutinante, es decir, que mejora la estabilidad del producto, a pesar de ayudar al producto a tener una mejor conservación de sus propiedades, este puede ser tóxico para los órganos si se llega a ingerir o puede producir irritabilidad en la piel.

Es elemental presentar productos que no sean un riesgo en la salud para el ser humano a corto o largo plazo, por consiguiente se considera la utilización de componentes que no causen ninguna afectación y que sean aprobados por normatividad.

8.6. Políticas

Actualmente para la fabricación, comercialización e importación de un producto cosmético, se debe cumplir con los requisitos de la normatividad vigente, para que el producto este registrado, sea legal, y seguro para su fabricación y comercialización.

Algunas de las resoluciones establecidas para la fabricación de cosméticos, son las siguientes:

- Resolución 2800 de 1998 - Por la cual se establece el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufacturas para los Productos Cosméticos Importados en los casos en que las autoridades sanitarias no emitan el certificado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.
- Resolución 797 de 2004 - Reglamento de la Decisión 516 sobre Control y Vigilancia Sanitaria de Productos Cosméticos.
- Resolución 3773 de 2004 - Por la cual se adopta la guía de capacidad para la fabricación de productos cosméticos.
- Resolución 1418 de 2011 - Adiciones a la Resolución 797 límites de contenido microbiológico de productos cosméticos.
- Resolución 1905 de 2017 - Por la que se prohíbe el uso de los parabenos de cadena larga como ingredientes para productos cosméticos en la Comunidad Andina.

Al cumplir esta normativa y política que nos presenta el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (invima), se asegura que cumpla con uno de los requisitos legales para la producción de cosméticos, para garantizar la calidad de estos productos.

9. Generación de posibles soluciones

Tras evaluar los usos actuales que se le dan en la industria se propuso elaborar un colorante, para la industria cosmética, a partir de la semilla del aguacate. Haciendo una revisión de fuentes secundarias es claro que el método más apropiado y efectivo es una extracción solido-liquido.

A continuación, se muestran los valores de diferentes variables de proceso utilizadas por una variedad de autores que realizaron extracción de colorantes naturales a partir de semilla de aguacate.

Tabla 3. Valores 1 de las variables de proceso. Elaboración propia.

Variable	Valor	Autor
Temperatura	Menor a 75°C	(Devia y Saldarriaga, 2004)
Solvente	solución de NaOH con una concentración de 0.5% p/v	
Presentación de la semilla	Molidas	
Variedad	Persea americana	
Tiempo de oxidación	No reporta	
Proceso de extracción	Extracción por solventes filtración y evaporado	
Rendimiento	Entre 46 y 48% de rendimiento para colorante seco.	

Tabla 4. Valores 2 de las variables de proceso. Elaboración propia.

Variable	Valor	Autor
Temperatura de secado	Entre 45° y 50° C	(Almanza, Navarro y Ruiz, 2019)
Solvente	solución de NaOH con 0.5 N	
Presentación de la semilla	Molidas	
Variedad	Hass	
Tiempo de oxidación	No reporta	
Proceso de extracción	Extracción por solventes y liofilizado	

Rendimiento	Entre 59.3y 52.1% de rendimiento para colorante seco.	
-------------	---	--

Tabla 5. Valores 3 de las variables de proceso. Elaboración propia.

Variable	Valor	Autor
Temperatura	80° y 90° C	(Guerrero, 2011)
Solvente	Solución de NaOH con concentración de 10g/l	
Presentación de la semilla	Rallada y aplastada. (masa pastosa)	
Variedad	Hass	
Tiempo de oxidación	Expresan la maduración de la semilla afecta el proceso, pero no es evaluada	
Proceso de extracción	Extracción por solventes filtración y Secado	
Rendimiento	Entre 40% de rendimiento para colorante seco.	

10. Selección de la mejor alternativa

Para la selección de la mejor alternativa de proceso se evaluaron los siguientes criterios: el rendimiento, facilidad del proceso de extracción, tono o color del producto obtenido y tiempo requerido para su obtención. Dichos criterios determinaron cuál de los tres métodos propuestos en las tablas 3, 4, y 5.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente los métodos de Almanza, Navarro y Ruiz, y Devia y Saldarriaga, son los que ofrecen un mayor rendimiento de colorante seco siendo este del 52.1-59.3% y 46-48% respectivamente. Sin embargo al evaluar los demás criterios observamos que el método de Almanza, navarro y Ruiz se desarrolla a menores temperaturas de proceso lo que representaría un menor consumo energético, y con ello lograr una mejor estabilidad del pigmento extraído. Adicionalmente este último proceso mencionado no reporta un tiempo de

oxidación mínimo para la semilla lo que reduce los tiempos de extracción del colorante. Los demás criterios evaluados son similares entre los métodos propuestos por los tres autores evaluados por lo que no contribuyen a la elección de uno de los métodos como mejor alternativa.

11. Especificaciones de ingeniería para la solución

Para la realización de los procesos de extracción de pigmentos, es importante la utilización de solventes para desarrollar una correcta extracción. A continuación, se describen los solventes a utilizar.

- Hidróxido de sodio (NaOH)

Conocido comúnmente como soda cáustica. A temperatura ambiente es un sólido blanco, cristalino y sin olor que absorbe rápidamente la humedad del aire. Tiende a ser corrosivo y por ello suele causar irritación cutánea y también irritación ocular.

Normalmente las aplicaciones del hidróxido de sodio se requieren en soluciones diluidas generalmente en soluciones del 50% o en su estado sólido. Se utiliza para la fabricación de jabones y detergentes en la industria de productos de limpieza y en el sector farmacéutico es de utilidad para la elaboración de analgésicos, anticoagulantes, entre otros.

- Etanol (C₂H₅OH)

También conocido como alcohol etílico, que a condiciones normales de presión y temperatura se presenta como un líquido incoloro e inflamable, por ello no se debe utilizar cerca a fuentes de calor o llamas abiertas y su punto de ebullición se presenta a una temperatura de 78,4 °C.

El etanol puede disolverse fácilmente en el agua y en otros compuestos orgánicos, por ello es un ingrediente de una gran variedad de productos, por ejemplo, en los cosméticos actúa como astringente para limpiar la piel, como conservador de lociones y es un ingrediente común en los desinfectantes ya que es efectivo para matar microorganismos, como las bacterias.

Para el proceso de extracción seleccionado anteriormente, es necesario realizar un proceso de liofilización, el cual se basa en la separación del solvente de una disolución mediante la congelación y deshidratación de las muestras, con el fin de no alterar la composición de la misma. En este proceso se utiliza un equipo llamado liofilizador que trabaja al vacío y a bajas temperaturas.

A continuación, en la figura 2 se presenta un liofilizador industrial al vacío de la marca ZZKD.

Figura 2. Liofilizador al vacío. (Alibaba, s.f)



Además, se requiere realizar una prueba con un espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, con el objeto de medir el nivel de modificación del colorante obtenido con respecto al inicial y así mismo identificar los grupos funcionales que están presentes en el pigmento.

En seguida, se muestra el equipo a utilizar un Nicolet IS5 FTIR Spectrometer de marca Thermo Scientific™

Figura 3. Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier. (Thermo Fischer Scientific, s.f)



12. Dimensionamiento de los componentes

Para el dimensionamiento de componentes se planteó, en base al trabajo de Carranza, M, Parra, D y Salvarriga, L, una formulación inicial para la elaboración del producto cosmético final propuesto que es un rubor. A continuación, se muestran la propuesta de composición para una

unidad del producto. (Carranza, Parra, y Salvarriga, 2019)

Tabla 6. Composición inicial propuesta para elaboración de rubor. Elaboración propia.

Composición	
Peso	9.5 g
Talco	60%
Filtro UV	5%
Texturizante	5%
Colorante	20%

Para el talco, que será la base del producto, normalmente es Silicato de magnesio que puede ser sustituido con fécula de maíz obteniendo resultados similares de textura y aplicación final. Para el filtro UV se utilizará Oxido de zinc, que permite reflejar y dispersar la radiación UV así protegiendo a la piel de sus efectos negativos.

Los texturizantes “son materias primas que ayudan a enmascarar o eliminar aquellas características sensoriales no deseadas y que no se pueden evitar modificando los emolientes en la fórmula” (Rocamora, Lemmel, Farré, Sisto, 2013) Por lo tanto será determinado su uso y origen tras evaluar el resultado obtenido sin hacer uso de estos. Finalmente, el colorante que será utilizado es el obtenido de la semilla del aguacate que, además de ofrecer el tono al rubor, complementara el contenido de antioxidantes y demás agentes antes mencionados que contribuyen al cuidado de la piel.

Se reitera que el proceso de elaboración utilizado es el descrito en el diagrama de flujo de la figura 1 expuesto anteriormente.

13. Análisis de costos del diseño

Para realizar el análisis de costos se evaluaron dos etapas. La primera, correspondiente a la extracción de colorante de la semilla del aguacate. Y la segunda, referente a la elaboración del rubor.

- Costos Extracción del colorante

Para evaluar los costos relacionados a la extracción del colorante se identificaron los costos variables, que varían de acuerdo al volumen de producción, y los costos fijos, inherentes al proceso e independientes al volumen de producción. A continuación, en la tabla 7, se reflejan los costos mencionados. Estos costos están basados en el trabajo de Revelo, J. *Evaluación del*

pigmento obtenido de la semilla de dos variedades de aguacate (*Persea americana* var. Hass y *Persea americana* var. Fuerte) como alternativa de uso en la industria de alimentos publicado en el año 2016.

Tabla 7. Costos relacionados a la obtención de 300ml de colorante en solución en Pesos Colombianos. Elaboración propia.

Insumos	Cantidad	Unidad	Costo variable	Cantidad requerida	Unidad	Total	Tipo de costo
NaOH	1000	ml	\$100.000	300	ml	\$30.000	Variable
Personal	8	hr	\$30.284	1	hr	\$30.284	Variable
TOTAL						\$60.284	
Luz	1	kWh	\$292	5	kWh	\$1.462	Fijo
Agua	1	m3	\$2.210	0,25	m3	\$553	Fijo
Depreciación de los equipos	20	hr	\$36.600	3	hr	\$5.490	Fijo
TOTAL						\$7.504	

Tras evaluar los costos para la extracción y obtención de 300ml de colorante en solución, producto correspondiente a un día de trabajo, se añadió un 10% del valor obtenido al coste final. Esto con el fin de cubrir los diferentes imprevistos que pueden llegar a presentarse durante el desarrollo del proceso. El coste total incluyendo los imprevistos se muestra a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Costos totales en Pesos Colombianos. Elaboración propia.

Costos Variables	\$60.284
Costos Fijos	\$7.504
Sub Total	\$67.788
Imprevistos 10%	\$6.779
Costo total	\$74.567

Finalmente teniendo en cuenta los imprevistos obtener 300ml de colorante en solución tendría un valor estimado de \$109.877 COP. Es importante recalcar que estos costos se realizan en base a un proceso a pequeña escala y que al aumentar el volumen de producción e industrializar el proceso los costos por volumen de colorante se verán reducidos.

- **Costos Elaboración del Rubor**

Para la elaboración del rubor se tuvo en cuenta la formulación propuesta en la tabla 6. adicionalmente se incluyeron costos relacionados al envase, personal y depreciación de los

equipos requeridos. Finalmente los costos obtenidos para la elaboración de una unidad de rubor con un contenido neto de 9.5g se muestra continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Costos relacionados a la elaboración de 9.5 g de rubor en Pesos Colombianos. Elaboración propia.

Insumos	Cantidad	Unidades	Costo variable	Cantidad requerida	Unidad	Total	Tipo de costo
Talco	1000	g	\$19.032	5,7	g	\$108	Variable
Filtro UV	250	g	\$16.500	0,475	g	\$31	Variable
Texturizante	500	g	\$24.900	0,475	g	\$24	Variable
Colorante	120	g	\$109.877	1,9	g	\$1.740	Variable
Envases	25	Und.	\$40.000	1	Und.	\$1.600	Variable
Personal	8	hr	\$30.284	1,5	hr	\$5.678	Variable
TOTAL						\$9.181	
Luz	1	kWh	\$292	5	kWh	\$1.462	Fijo
Agua	1	m3	\$2.210	0,25	m3	\$553	Fijo
Depreciación de los equipos	20	hr	\$36.600	4	hr	\$7.320	Fijo
TOTAL						\$9.334	

De la misma forma que en los costos para la extracción del colorante se discriminaron los costos entre variables y fijos. Y adicionalmente se adicione un 10% para imprevistos que puedan surgir.

Tabla 10. Costos totales en Pesos Colombianos. Elaboración propia.

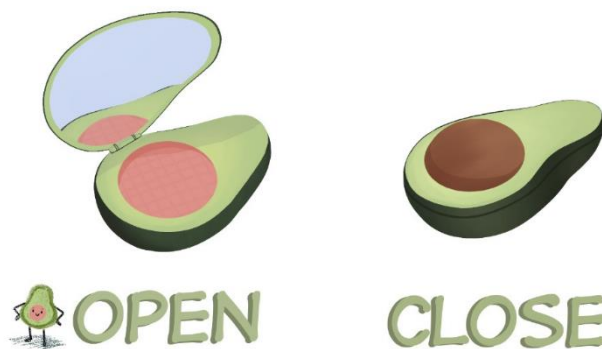
Costos Variables	\$9.181
Costos Fijos	\$9.334
Sub Total	\$18.516
Imprevistos 10%	\$1.852
Costo total	\$20.367

Como se observa en la tabla 10 el costo de elaborar una unidad del rubor con un peso neto de 9.5g sería de \$20.367 COP. Este valor disminuirá al elaborar una mayor cantidad de unidades y al escalar el proceso de uno de laboratorio, diseñado para prototipar un producto, a uno industrial, pensado para la producción en grandes cantidades.

14. Prototipado o diseño conceptual

Para la elaboración del producto cosmético; se pensó en un estuche para el rubor, el cual estaría hecho con material biodegradable como lo es el bioplástico, además se decidió darle una forma llamativa, en este caso la estructura elegida fue la de un aguacate, debido a que de este es de donde proviene el colorante a utilizar.

Figura 4. Prototipo del estuche del rubor. Elaboración propia



15. Conclusiones

Soportados en diversos autores, fue posible identificar los principales componentes encontrados en las semillas del aguacate de la variedad (*persea americana*) Hass. Determinando así que este residuo agroindustrial tiene un gran potencial a ser explotado dentro de la industria de los cosméticos, y a pesar de que dentro del presente trabajo se evaluó la viabilidad de utilizarlo en un producto facial no debe cerrarse la posibilidad de hacer uso de la semilla en productos cosméticos de otra índole.

Tras la investigación no fue posible identificar una industria que realice la extracción de pigmentos de la semilla del aguacate. Sin embargo, a nivel de laboratorio los procesos más conocidos para la extracción de colorante son la extracción por solventes y el uso de enzimas. Actualmente en el mercado existen algunos productos como cremas y shampoos que utilizan la semilla del aguacate, pero es más frecuente que se les de uso para hacer biopelículas y recubrimientos.

Para la obtención de rubores es común utilizar los procesos de molienda, mezcla y compactación en el caso de los rubores sólidos, para la obtención de este producto cosmético es recomendable utilizar materias primas naturales, sin aceites derivados del petróleo y que no sean abrasivos para la piel.

Por otro lado, tras realizarla revisión de algunos de los procesos de obtención de colorante a partir de las semillas de aguacate se pudieron identificar algunas similitudes en los diferentes autores consultados, lo que nos muestra que estas variables pueden ser las opciones que mejor resultados van a ofrecer en términos de rendimiento y calidad. Entre estas se encuentran el proceso de extracción por solventes presente en los tres autores citados en las tablas 3, 4 y 5. Y en este proceso de extracción el solvente utilizado es una solución de NaOH que los mismos autores (los mencionados en la tabla 3, 4 y 5.) consideran ofrece el mejor rendimiento.

Dentro de estos tres métodos de obtención de colorante evaluados se puede observar que el propuesto por los autores Almanza, Navarro y Ruiz ofrece un mayor rendimiento, mostrando ser este método el más conveniente, sin embargo, para poder determinar cuál de los métodos ofrece mayores beneficios a el caso particular evaluado, es importante realizar un ensayo experimental donde se evalúe el rendimiento de dicho proceso. Esto teniendo en cuenta las condiciones locales (como temperatura, presión o humedad pueden generar diferenciales en el proceso), equipos, materiales y materias primas utilizadas que pueden ser variables que afecten los resultados que puedan obtenerse.

16. Recomendaciones

Cabe resaltar que el presente trabajo se planteó bajo una metodología cuantitativa, sin embargo, por motivos de salud pública y orden público, se presentaron restricciones e inconvenientes para acceder al laboratorio por lo que se dio un manejo cualitativo y descriptivo. Es decir que no fue posible llevar a cabo ningún ensayo experimental, dicho esto y para corroborar los métodos de obtención de colorante y elaboración del rubor propuestos en este trabajo se considera pertinente, para futuros trabajos, llevar a la práctica lo planteado y preparar un primer lote de rubor siguiendo las indicaciones anteriormente aquí propuestas.

De forma adicional para futuros trabajos será de gran importancia el reajuste de la formulación propuesta para el rubor. Esta tendrá que realizarse de acuerdo a las características obtenidas en el producto tales como, aroma, textura, apariencia y consistencia, entre otras, para dar al producto final las características que los clientes desean en el mismo.

REFERENCIAS

Aguirre, S. (2018). *Evaluación de la Actividad Antioxidante y Antimicrobiana de cuatro residuos verdes*. Instituto Politécnico Nacional, recuperado de: <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/26165>

Alibaba. (s.f). ZZKD Liofilizador Industrial [Figura]. Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/zzkd-liofilizador-industrial-60710100071.html>

Almanza, K. Navarro, M y Ruiz J. (2019). *Extracción de colorante en polvo a partir de la semilla de aguacate en variedades Hass y Fuerte*. Universidad de sucre. Recuperado de: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/3876/2156

Asociación Empresarial para el Desarrollo, AED. (2016). *Guía Práctica para el Relacionamento Estratégico con la Comunidad*. Recuperado el 23 de Abril de 2020 de: https://www.aedcr.com/sites/default/files/docs/guia_relacionamiento_estrategico_comunidad.pdf

Barrientos. A, López. L, (2000). *Historia y genética del aguacate*. Universidad Autónoma de Chapingo, Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/237503161_HISTORIA_Y_GENETICA_DEL_AG_UACATE

Bressani. R. (2009). *La composición química capacidad antioxidativa y valor nutritivo de la semilla de variedades de aguacate*. Recuperado de: <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.02.pdf>.

Carranza, M, Parra, D y Salvarriga, L. (2019). *Fabricación y comercialización de bálsamo hidratante labial y rubor natural a base de betarraga*. Universidad san Ignacio de Loyola, recuperado el 23 de abril de 2021 de: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/9034/1/2019_Carranza-Ruiz.pdf.

Chil, I, Molina, S, Ortiz, L, Dutok, C y Souto, R. (2019). *Estado del arte de la especie Persea americana Mill (aguacate)*. *Amazonia investiga*. pp 77. Recuperado de : <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia> -investiga

Clúster de cosméticos de Bogotá. (2017). *Productos naturales*. Recuperado de: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Cosmeticos/Noticias/2017/Agosto-2017/Productos-Naturales>

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *pérdida y desperdicios de alimentos en Colombia*. Bogotá D.C, Colombia .

Devia, J y Saldarriaga, D. (2004). *Proceso para obtener colorante a partir de la semilla del aguacate*. Universidad EAFIT, recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/17174/document%20-%202020-08-15T160756.743.pdf?sequence=2&isAllowed=>

FDA, (s.f). *Traducción. Colorantes y cosméticos*. Recuperado de: <https://www.fda.gov/media/96248/download>

Flórez, A y Yepes, M. (2008). *Diseño Conceptual de un proceso de producción de colorante en polvo a partir de la semilla de Aguacate*. Universidad EAFIT, recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/handle/10784/353>

Gaitán, J. (2019). *Colombia se posiciona como el cuarto país productor de aguacate a nivel mundial*. Obtenido de W radio: <https://www.wradio.com.co/noticias/economia/colombia-se-posiciona-como-el-cuarto-pais-productor-de-aguacate-a-nivel-mundial/20190924/nota/3957439.aspx>

Garzón, G. (2008). *Las Antocianinas como colorantes naturales y compuestos Bioactivos: revisión*. Universidad nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>

Gómez, M, Escalera, D, Rojas, P, Andrade, M, López, A, Muruchi, A. (2017). *Beneficios de la semilla de Persea americana Mill. (Palta)*. *Revista de Investigación e Información en Salud*. pp 28-43. Recuperado de: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2075-61942017000200006&lng=es&nrm=iso

Guerrero, D. (2011). *Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster*. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1757/1/SBQ%20%20Ref.3396>

Hennessey, L. (2017). *Aprovechamiento de la semilla de aguacate variedad lorena como un colorante natural y del aceite de mesocarpios residuales de la variedad Hass como componentes funcionales en un jabón líquido*. Universidad de Maizales, Recuperado de: <http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3150/Tesis%20Aprovechamiento%20del%20aguacate%20como%20colorante%20y%20aceite%20para%20un%20producto%20cosmetico.pdf?sequence=2&isAllowed=>

Hernández, F. (1946). *Historia de las Plantas de la Nueva España*. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Recuperado de: http://www.ibiologia.unam.mx/plantasnuevaspana/pdf/historia_de_las_plantas_I_1.pdf#page=87

Icontec. (2012). *Cosméticos. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Guía Práctica para las Buenas Prácticas de Manufactura (GTC 233)*. Recuperado de: <https://www.icontec.org/rules/cosmeticos-buenas-practicas-de-manufactura-bpm-guia-para-las-buenas-practicas-de-manufactura/>

Intagri. (2018). *El aguacate en Latinoamérica: Parte 1, México, Colombia y Perú*. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura, Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/el-aguacate-en-latinoamerica-parte-uno>

International Organization for standardization (2015). *Quality management systems — Requirements (Norma 9001)*. Recuperado de : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Maldonado, L. Montenegro, J. Morales, A. Tejedor, F. (2011). *DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS COSMETICOS*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/JuanCamiloMontenegro1/preformulacion-y-formulacion-de-sombras-para-ojo>

Medina, B. (s.f). *Hablemos del testeo de animales*. Tomado de: <https://circulonatural.com/hablemos-sobre-los-testeos-en->

[animales/#:~:text=Consiste%20en%20probar%20los%20productos,de%20usarlos%20en%20un%20experimento](#)

Morones, J. Martínez, A. Flores, O. Villarreal, J. Cantú, M. y Menchaca, D. (2015). *COLORANTES Y PIGMENTOS MICROBIANOS EN LA BELLEZA COSMÉTICA*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num4/art32/art32.pdf>

Peña. L, Rebollar. S, Callejas. N, Hernández. J, y Gómez. G. (2015). *Análisis de viabilidad de economía para la producción comercial de aguacate Hass*. Revista mexicana de agronegocios, Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408018.pdf>

Prieto, L. (2001). *Formulación y maquillaje dermatológico: la búsqueda del tercer poder*. Piel, 16, 363-372.

Prom Peru. (2018). *El mercado de cosmética y cuidado personal en Colombia*. Departamento de inteligencia de mercados. Recuperado de: <https://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/519800890radF1FD.pdf>

Rengifo, P. (2014). *Caracterización del aceite de la semilla de palta Persea Americana Mill. Var. Hass fuerte y medición de su actividad antioxidante*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recupero de:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3869/Rengifo_gp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rocamora, A. Lemmel, J. Farré, A. Sisto, N. (2013). *Agentes Texturizantes. Efectos sobre las características sensoriales de un producto cosmético*. Sociedad española de Químicos Cosméticos. Recuperado de: http://www.e-seqc.org/sites/default/files/revista_ncp_332.pdf.

Salazar. N, Domínguez. J, Yahia. E, Belmonte. B, Wall. A, Montalvo. E y Gonzales. G.(2020). *Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds* Food Research International, volume 138. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109774>

Scribd. (2019). *Elaboración de un rubor*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/409886372/ELABORACION-DE-UN-RUBOR-docx>

Suárez. A, Díaz. D, Espinoza. B, Mendoza. G, Juárez. K. (2013) *Diseño de la línea de producción para la elaboración y envasado de pure de palta en el departamento de Piura.*

Repositorio de la universidad de Piura, Perú. Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1717/PYT_Informe_Final_Pure_Palta.pdf?sequence=1

Thermo Fischer Scientific. (s.f). Nicolet™ iS™ 5 FTIR Spectrometer [Figura]. Recuperado de :

<https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/IQLAADGAAGFAHDMAZA?SID=srch-srp-IQLAADGAAGFAHDMAZA#/IQLAADGAAGFAHDMAZA?SID=srch-srp-IQLAADGAAGFAHDMAZA>

Universidad Nacional.(2016). *La industria le pone el ojo a los residuos de mora y aguacate.*

Recuperado de: <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/residuos-de-mora-y-aguacate-con-potencial-para-la-industria-farmaceutica/35521>

Vega, A. (2018). *La pulpa de aguacate 'made in Colombia', en ruta a Australia.* Recuperado

el 8 de agosto de 2020 de: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-pulpa-de-aguacate-%E2%80%98made-in-Colombia%E2%80%99,-en-ruta-a-Australia.aspx>