

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Química



UNPHU

“Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana”

Trabajo de grado para optar por el grado de:

Ingeniero Químico

Sustentado por:

Yannibel Sandoval Bautista

Santo Domingo, Distrito Nacional

República Dominicana

2023

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía y fortaleza ante todas las adversidades. A mis padres, hermanos y familiares, por brindarme su amor y apoyo incondicionalmente. A mis amigos, por ser soporte y por sus palabras de motivación en los momentos indicados. A esos grandes profesores que fueron fuente de conocimientos y enseñanzas durante mi formación como profesional, de manera muy especial a mi asesora, la licenciada Sandra Miniño, por sus orientaciones, su disposición y su paciencia durante esta etapa.

ÍNDICE

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
INTRODUCCIÓN	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
ALCANCE	20
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS	23
OBJETIVOS GENERALES	24
OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
PRIMERA PARTE	25
MARCO TEÓRICO	25
CAPÍTULO I. LA GUANÁBANA	26
I. 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	26
I. 2 TAXONOMÍA	29
I. 3 VARIEDADES	29
I. 4 PROPAGACIÓN	30
I. 5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	31
I. 6 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	32
I. 7 TOXICIDAD DE LA GUANÁBANA.....	35
I. 8 ÉPOCA DE SIEMBRA	37
I. 9 PRODUCCIÓN DE GUANÁBANA A NIVEL MUNDIAL	39
I. 10 PRODUCCIÓN DE GUANÁBANA EN REPÚBLICA DOMINICANA.....	40
I. 11 USOS DE LA GUANÁBANA.....	40
CAPÍTULO II. ACEITES Y GRASAS	42
II. 1 ACEITES.....	43
II. 2 TIPOS DE ACEITE	44

II. 2. 1 ACEITES COMBUSTIBLES	44
II. 2. 2 ACEITES COMESTIBLES	44
II. 3 ACEITES FIJOS Y GRASAS	44
II. 4 ACEITES VOLÁTILES O ESENCIALES	45
II. 5 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES FIJOS	46
II. 5. 1 ACEITES SECANTES Y NO SECANTES	46
II.5.2 POR SU ORIGEN: ANIMALES, VEGETALES Y MARINOS.....	47
II. 5. 3 POR SU COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS: SATURADOS E INSATURADOS.....	48
II. 5. 2 ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	50
II. 5. 3 ÁCIDO GRASOS SATURADOS.....	51
II. 6 ACEITE DE GUANÁBANA.....	51
II. 6. 1 USOS DEL ACEITE VEGETAL DE GUANÁBANA	52
SEGUNDA PARTE	54
MARCO METODOLÓGICO	54
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
III. 1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
III. 2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	56
III. 3 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN	56
III. 4 RECOLECCIÓN DE LA MATERIA VEGETAL	56
III. 5 PROCESAMIENTO DE LA FRUTA.....	57
III. 5. 1 EXTRACCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE GUANÁBANA.....	57
III.6 PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR EL MÉTODO SOXHLET	59
III. 7 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN	62
III. 8 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE EXTRAÍDO	63
CAPÍTULO IV. TECNICAS Y MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES	64
IV. 1 MÉTODOS DIRECTOS	65
IV. 2 DESTILACIÓN	66

IV. 2. 1 DESTILACIÓN DIRECTA	66
IV. 2. 2 DESTILACIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR DE AGUA.....	67
IV. 2. 3 DESTILACIÓN AGUA-VAPOR O VAPOR HÚMEDO	68
IV. 3 EXTRACCIÓN CON SOLVENTES	69
IV. 3. 1 MACERACIÓN EN GRASA	70
IV. 3. 2 EXTRACCIÓN CON SOLVENTES VOLÁTILES	70
IV. 3. 3 EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS.....	71
CAPÍTULO V. PURIFICACIÓN DE ACEITES VEGETALES	74
V. 1 DESGOMADO.....	75
V. 1. 1 DESGOMADO CON AGUA.....	75
IV. 1. 2 DESGOMADO CON ÁCIDO	75
V. 2 NEUTRALIZADO O REFINADO.....	75
V. 3 BLANQUEO	76
V. 4 DESODORIZADO.....	76
TERCERA PARTE.....	77
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	77
CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	78
VI. 1 DELIMITACIÓN.....	78
VI. 2 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	78
CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE MERCADO	80
VII. 1 MERCADO DOMINICANO.....	80
VII. 2 COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DOMINICANO	81
VII. 2. 1 PRECIOS Y PRESENTACIÓN DE LAS MARCAS MÁS POPULARES EN EL MERCADO DOMINICANO	81
VII. 2. 2 MERCADO OBJETIVO	84
VII. 2. 3 DEMANDA.....	84
VII. 3 ANÁLISIS DE DATOS DE LA ENCUESTA.....	85
VII. 2. 5 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE COMPRA	90
VII. 3 OFERTA.....	90
VII. 3. 1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	91

VII. 4 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN	92
CAPÍTULO VIII. LOCALIZACIÓN	93
VIII. 1 MATRIZ DE FACTORES	93
VIII. 2 MATRIZ DE DISTANCIAS	93
VIII. 3 MACRO Y MICRO-LOCALIZACIÓN	94
VIII. 4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL	95
CAPÍTULO IX: PLAN DE PRODUCCIÓN.....	98
IX. 1 MATERIA PRIMA	98
IX. 2 MANO DE OBRA.....	99
IX. 2. 1 COSTO DE MANO DE OBRA	100
IX. 2. 2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	101
IX. 2. 3 DESCRIPCIONES DE PUESTOS.....	101
IX. 3 PROCESO DE PRODUCCIÓN Y FACTOR LIMITANTE.....	103
IX. 4 MAQUINARIA	105
IX. 5 COSTO DE MOBILIARIO	106
IX. 6 GASTOS EN SERVICIOS	107
IX. 7 OTROS GASTOS.....	107
CAPÍTULO X. PLAN FINANCIERO	109
X. 1 INVERSIÓN.....	110
X. 2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	110
X. 3 INGRESOS POR VENTA	111
CAPÍTULO XI. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	113
XI. 1 CRONOGRAMA DE INVERSIONES	113
XI. 2 FLUJO DE CAJA	114
XI. 3 DETERMINACIÓN DEL VAN, TIR Y PAYBACK.....	115

CUARTA PARTE	117
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	117
CAPÍTULO XII. RESULTADOS	118
XII. 1 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN.....	118
XII. 2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE EXTRAÍDO.....	119
CAPÍTULO XIII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	120
XIII. 1 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN	120
XIII. 2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE EXTRAÍDO	120
QUINTA PARTE.....	121
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	121
CONCLUSIÓN	122
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS.....	124
ANEXOS.....	129
ANEXOS ILUSTRATIVOS.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la guanábana.	29
Tabla 2. Composición química de la guanábana.	33
Tabla 3. Composición proximal de las semillas de guanábana en base seca.	34
Tabla 4. Composición de macronutrientes en las semillas de guanábanas.	34
Tabla 5. Composición de micronutrientes en las semillas de guanábanas.	35
Tabla 6. Clasificación de los aceites fijos según el grado de insaturación	49
Tabla 7. Composición de ácidos grasos de las semillas de <i>Annona muricata</i>	52
Tabla 8. Métodos de extracción de aceites esenciales	65
Tabla 9. Matriz de interesados	79
Tabla 10. Producción mundial y nacional de guanábana.	80
Tabla 11. Descripción de los productos de las marcas más populares del mercado.	82
Tabla 12. Descripción de las ventas generadas entre abril 2022 y 2023 en farmacias dominicanas.	83
Tabla 13. Resultados de encuesta, pregunta 9.	88
Tabla 14. Determinación de la demanda del consumidor final.	90
Tabla 15. Matriz de factores.	93
Tabla 16. Matriz de distancias en kilómetros.	94
Tabla 17. Costo de materias primas y material de empaque	98
Tabla 18. Aportes nominales del empleador a la Tesorería de Seguridad Social (TSS)	99
Tabla 19. Costo de la mano de obra.	100
Tabla 20. Matriz de etapas proceso de producción de aceite vegetal de semillas de guanábana.	104
Tabla 21. Características máquinas y equipos	105
Tabla 22. Costo y cantidad de mobiliarios requeridos.	106

Tabla 23. Costos de servicios.....	107
Tabla 24. Gastos de constitución de compañía	108
Tabla 25. Indicadores económicos y financieros	110
Tabla 26. Determinación precio de venta	111
Tabla 27. Proyección ventas aceite de guanábana 2024-2028	112
Tabla 28. Cronograma de inversiones.....	113
Tabla 29. Flujo de caja de la industria.	114
Tabla 30. Indicadores para cálculo de VAN, TIR y PAYBACK.....	115
Tabla 31. Determinación del VAN, TIR y PAYBACK.	116
Tabla 32. Rendimiento de la semilla en gramos por el método de extracción Soxhlet	118
Tabla 33. Composición del aceite de guanábana extraído por el método de Soxhlet.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flor de guanábana.....	31
Figura 2. Estructura de la annonacina.....	36
Figura 3. Estructura de la annonamina	37
Figura 4. Estructura del ácido linolénico	50
Figura 5. Estructura del ácido linoleico	50
Figura 6. Estructura del ácido oleico	50
Figura 7. Estructura del ácido mirístico.....	51
Figura 8. Estructura del ácido esteárico.....	51
Figura 9. Diagrama de destilación por arrastre de vapor	67
Figura 10. Destilación agua-vapor o vapor húmedo.....	69
Figura 11. Semillas de guanábana.....	57
Figura 12. Semillas molidas y tamizadas de guanábana.....	58
Figura 13. Montaje de equipo Soxhlet.....	58
Figura 14. Cartucho con muestra envuelta por solvente.....	59
Figura 15. Producto de extracción	61
Figura 16. Montaje de equipo destilación simple	61
Figura 17. Producto de destilación.....	62
Figura 18. Resultados de encuesta, pregunta 6.....	87
Figura 19. Resultados de encuesta, pregunta 10.....	88
Figura 20. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 12.....	89
Figura 21. Canales de distribución.....	92
Figura 22. Ubicación nave industrial	95
Figura 23. Anuncio publicitario nave industrial	96

Figura 24. Distribución nave industrial	97
Figura 25. Organigrama de la empresa.	101
Figura 26. Diagrama de flujo proceso extracción aceite vegetal de semillas de guanábana	104

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La guanábana, cuyo nombre científico es *Annona muricata*, es un fruto silvestre de corteza verde, pulpa blanca, semillas brillantes, negras o marrones y de sabor dulce o agridulce, perteneciente a la familia de las *Annonáceas*. Compuesta en su mayor parte por agua, la guanábana es una fuente natural de lípidos, glúcidos, vitaminas y otros componentes de importancia química, lo que la hace una fruta sumamente beneficiosa para su consumo.

Esta fruta es de relevante importancia debido a la gran cantidad de beneficios que aporta para tratar problemas de salud de manera natural. Estudios realizados en universidades de los Estados Unidos afirman que la guanábana, por su valor nutricional, es una fruta que posee un gran poder anticancerígeno.

El guanábano es un árbol de fácil adaptación a los suelos, razón por la que se encuentra cultivado en casi todas las zonas de la República Dominicana, siendo de mayor predominio su producción en el municipio de Paraíso, en la provincia de Barahona y en los municipios de Imbert y Guanatico, en la provincia norteña de Puerto Plata.

Varias investigaciones demuestran que se puede extraer aceite vegetal de guanábana a partir de semillas de guanábana de manera efectiva, el cual puede tener un uso potencial en la industria cosmética, este punto constituye el objetivo de este trabajo.

El desarrollo de este trabajo de grado se estructura de la manera siguiente: en la primera parte se encuentra el marco teórico, donde en el capítulo I se exponen los antecedentes históricos, así como también aspectos generales relacionados a la guanábana; en el capítulo II se presentan los conceptos de aceite y las clases que existen.

En la segunda parte se presenta el marco metodológico, el cual abarca lo siguiente: capítulo III trata sobre la metodología de la investigación. en el capítulo IV se muestran las técnicas y métodos de extracción de aceites. Por último, en el capítulo V se abunda sobre la purificación de aceites vegetales.

En la tercera parte se expone el estudio de factibilidad para una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana en la República Dominicana. En la cuarta y quinta parte se presentan los resultados, análisis de los resultados, la conclusión y recomendaciones del proyecto.

Este trabajo pretende proporcionar una alternativa para aprovechar de manera eficiente uno de los residuos agroindustriales de la guanábana: las semillas.

Servir de guía para futuras investigaciones y/o proyectos, proporcionando información que pueda llegar a ser útil para el desarrollo de éstas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de los residuos constituye uno de los mayores problemas ambientales, económicos y sociales a nivel mundial. Las semillas de la guanábana no poseen valor comercial en la actualidad, y se consideran un material de desperdicio del procesamiento industrial de esta fruta, alcanzando grandes volúmenes por año, pudiendo convertirse en un factor de contaminación ambiental.

Alcántara (2022) afirma que en República Dominicana cada día se generan 88,000 toneladas de residuos sólidos, de los cuales solo 22,000 toneladas terminan en la cadena de reciclaje, es decir, un 25%. Las restantes 66,000 toneladas de residuos terminan en mares y ríos contaminando el medio ambiente.

En la República Dominicana la guanábana es utilizada con fines comestibles, los cuales incluyen la elaboración de jugos, helados, mermeladas, néctares y concentrados de pulpa. Dentro de las empresas que demandan esta fruta se encuentran La Famosa, Industrias Bon y Goya. Estas empresas únicamente utilizan la pulpa de la fruta como materia prima para la elaboración de sus productos, por lo que las demás partes como las semillas suelen ser desechadas, ya que no son de utilidad para el proceso que las generó, pero sí se pueden aprovechar o transformar para obtener otro producto con valor económico, comercial o social.

Los residuos o desechos se generan en cualquier proceso productivo y comúnmente no son de utilidad posterior como materia prima para la cadena de producción (Rosas y otros, 2016).

El aprovechamiento de los residuos agroindustriales permite dar solución a distintas problemáticas ambientales. De igual manera, ayuda a reducir el uso de recursos naturales renovables y no renovables como materia prima de ciertos productos, generando empleos y recursos económicos que contribuyan con el desarrollo del país.

ALCANCE

ALCANCE

La parte práctica de esta investigación va desde la recolección de la fruta, su procesamiento para obtener la materia prima para la posterior extracción y caracterización del aceite vegetal hasta la realización de un estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta industrial de extracción de aceite vegetal de guanábana con fines de comercialización.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

República Dominicana es un país básicamente agrícola, por lo tanto, el suelo es el recurso más abundante y con mayor facilidad de explotación que posee. Actualmente, la demanda por los productos naturales provenientes de plantas y animales es muy grande, y cada día se utiliza una gran variedad de aceites en cosmética, terapéutica, aromaterapia, cocina y otras industrias.

Según el Banco Mundial (2013) la República Dominicana, basa gran parte de sus ingresos económicos en el sector agrícola gracias a su amplia biodiversidad, proporcionando empleo a una quinta parte de los trabajadores del país; es por ello, que surge la necesidad de realizar estudios para poder determinar el uso y/o valor que se le puede dar a cada residuo de especies vegetales o productos naturales que son cultivados en nuestro país.

En la actualidad, las semillas de guanábana son tratadas como simples productos de desecho, por lo que sería de gran utilidad determinar la presencia de aceites en la parte antes mencionada y así sugerir posibles utilidades y/o aplicaciones industriales que puedan generar beneficios tanto económicos como ambientales para el país.

Con la elaboración del presente trabajo de investigación se espera beneficiar a las comunidades rurales y a las pequeñas empresas agroindustriales, brindándoles una alternativa para la industrialización de las guanábanas cultivadas en República Dominicana, aprovechando el material de desecho y con ello obteniendo nuevos productos que aporten a mejorar la economía.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Evaluar la factibilidad de la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar métodos de extracción de aceite vegetal.
- Evaluar el rendimiento de la extracción del aceite a partir de las semillas de la guanábana de acuerdo al método elegido.
- Determinar la composición lipídica del aceite vegetal extraído a partir de semillas de guanábana.
- Hacer estudio de factibilidad para la instalación de una planta de extracción de aceite vegetal de semillas de guanábana en Santo Domingo.

PRIMERA PARTE
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I. LA GUANÁBANA

De las más de las 60 especies que conforman el género *Annona*, de la familia de las Annonáceas, la *Annona muricata L.* es la especie más tropical y el árbol que da el fruto más grande. Conocida en la mayoría de los países hispanos como “guanábana”, es un fruto de origen tropical con una cáscara delgada de color verde oscuro, cubierta de espinas suaves y un sabor generalmente dulce o semidulce. Posee una forma alargada. La pulpa es carnososa, cremosa, jugosa y posee un color blanquecino, aunque ocasionalmente puede llegar a ser amarillento.

La fruta posee en su interior numerosas semillas de color oscuro, predominantemente negras, las cuales pueden ser desprendidas muy fácilmente.

La guanábana se encuentra dispersa en el mundo en forma silvestre, como también en forma cultivada, por lo que es una fruta promisoriosa no solo para consumo fresco, sino también para la transformación industrial, con grandes posibilidades en los mercados nacionales e internacionales por sus características organolépticas.

I. 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El guanábano es una planta originaria de las zonas tropicales de Sudamérica, específicamente en Perú donde se han evidenciado muchas figuras de cerámicas de la época precolombina en las cuales se encuentra representado su fruto, la guanábana. Sin embargo, muchos escritos la ubican también en Puerto Rico, República Dominicana, Cuba y toda la zona del Caribe, aunque, es en Perú donde se evidencian todas las variedades de la fruta.

En la época precolombina, las anonas fueron frutales ampliamente cultivados por nuestros taínos debido a su gran variabilidad de sabores, su alto valor nutricional y su fácil adaptación a los suelos. Los tres géneros más conocidos son: *Annona muricata* (guanábana), *Annona squamosa* (conocida como “anón”) y *Annona cherimola* (conocida como “chirimoya”).

Fue uno de los primeros árboles frutales llevados desde América al Viejo Mundo y actualmente el árbol se encuentra distribuido en casi todo el mundo, siendo de bastante predominio en las zonas tropicales y subtropicales de Latinoamérica debido a que no resiste temperaturas y climas fríos.

La guanábana es una fruta que se consume principalmente fresca. Sin embargo, existe una gran cantidad de productos industrializados hechos a partir de ésta que incluye, néctares, mermeladas, helados, jaleas, entre otros. Para realizar estos productos se utiliza mayormente la pulpa de la fruta; las demás partes de la fruta, como la cáscara y las semillas, son desechadas ya que aparentemente no tienen una utilidad industrial significativa, lo que hace que sean utilizadas solamente de manera doméstica en la elaboración de medicinas naturales.

Algunas investigaciones afirman que estos desechos pueden ser tratados de otra manera con el fin de ser utilizados para generar productos útiles para la sociedad. Dentro de los resultados obtenidos de manera resumida se dice que se puede obtener aceites esenciales, utilizando las semillas de la fruta, flavonoides extraídos de la cáscara, semillas y hojas, así como también la obtención de fibras dietética, utilizando como materia prima la pulpa de la fruta. (Vít, Santiago, & Pérez-Pérez, 2014)

En un trabajo de investigación de la Universidad del Valle, Restrepo y Vinasco (2010) en la pág. 117 afirman lo siguiente con relación a las semillas de guanábana:

Esta investigación muestra que las semillas de guanábana poseen un contenido de aceite de un 22%, similar a las semillas de algodón y la soja, con 23% y 18% respectivamente y más alto que el maíz, que tiene un 5%. Además, los análisis fisicoquímicos de los extractos lipídicos, que incluyen la cromatografía de gases, revelan la presencia de ácidos grasos como el oleico, linoleico y linolénico. Estos dos últimos son esenciales en la dieta humana, en concentraciones equiparables con las de otras oleaginosas comerciales.

Cerón, Osorio y Hurtado (2012) en el trabajo de investigación “Identificación de ácidos grasos presentes en el aceite extraído a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*)” publicado en la Revista de Ciencias Agrícolas nos indican que se obtuvo un rendimiento de 30.59% en aceite obtenido por un extractor Soxhlet y la composición de ácidos grasos de dicho aceite fue la siguiente: palmítico 29.60%; esteárico 5.89%; oleico 33.47%; linoleico 27.77% y linolénico 3.28%. También determinaron que el 64.51% en su mayoría son insaturados y el restante 35.49% son ácidos grasos.

Otra investigación que afirma el uso industrial del aceite extraído de las semillas de guanábana es la de Alvarado Alvarez (2015) para la obtención de su título de grado en la Universidad de San Carlos de Guatemala. En esta se llegó a la conclusión de que las semillas de guanábana tienen ácidos grasos en su contenido y de ellas puede ser extraído un aceite esencial, el cual puede ser utilizado en la industria de jabones, tensoactivos, cosméticos, productos farmacéuticos, pinturas, barnices, caucho, velas, desinfectantes, entre otros.

En la República Dominicana la guanábana es una fruta de gran abundancia, y según el Instituto Latinoamericano de Mercadeo Agrícola es una de las 14 frutas tropicales recomendadas para ser cultivadas con fines de exportación y comercialización. (Radius & Radius 2020)

I. 2 TAXONOMÍA

La guanábana posee la clasificación taxonómica siguiente:

Tabla 1.

Taxonomía de la guanábana.

Nombre científico	<i>Annona Muricata</i>
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Magnoliales
Familia:	Annonaceae
Subfamilia	Annonoideae
Tribu:	Annoneae
Género:	<i>Annona</i>
Especie:	<i>A. muricata L.</i>

Nota. Soplin, H. (2015). Propagación botánica de *Annona muricata L.* “guanábana” bajo cuatro sustratos en Iquitos, Perú

I. 3 VARIEDADES

La guanábana es una fruta que se reproduce por polinización cruzada y al ser un árbol que necesita semillas para fructificar hace posible que existan numerosas variedades de guanábana, lo que dificulta establecer clasificaciones detalladas para esta fruta. Comúnmente se suelen clasificar de manera general en tres grandes grupos: ácidas, sub-ácidas y dulces. Estas, a su vez, se pueden subdividir de acuerdo a su forma, textura o incluso por la consistencia de la pulpa.

Bajo estas características y según fuentes de consultas electrónicas en la web se puede decir que existen variedades “empíricas” de guanábana, denominadas de la siguiente manera:

- Variedad corriente dulce
- Variedad corriente semidulce
- Variedad gigante dulce
- Variedad gigante semiácida

I. 4 PROPAGACIÓN

La guanábana puede propagarse de manera fácil por medio de semillas y es ésta la forma de propagación más utilizada en el país. Según el Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF, s.f.) las plantaciones comerciales de guanábana en la República Dominicana están siendo propagadas de manera asexual, siendo el método del injerto el más utilizado. Dentro de los patrones que se emplean para los injertos están la *Annona glabra* y la *Annona purpurea*. En los viveros locales se utilizan patrones de la misma guanábana que ya está adaptada a las condiciones de nuestro país.

El tipo de injerto más utilizado es el de púa lateral, el mismo que se utiliza con el mango y el cajuil.

I. 5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El árbol de guanábano es mayormente de color verde, sólo pierde hojas al florecer y es de tronco grisáceo, casi siempre recto y con bajas ramificaciones. Mide entre 3 y 7 metros de altura promedio y presenta un crecimiento erecto. Sus hojas son lisas de color verde brillante y suelen ser en su mayoría de forma alargada y estrecha; al ser estrujadas desprenden un olor característico, que puede llegar a ser un poco fuerte y desagradable al olfato.

Las flores de guanábano son simples y pueden salir en cualquier lugar del árbol: en el tronco, en las ramas, ramillas. Tienen 3 sépalos, de 3 a 6 pétalos y abundantes estambres. Constan de varios pistilos y un único óvulo. Las flores tienen 3 pétalos externos que poseen un color amarillo-verdoso y 3 pétalos internos que presentan un color amarillo pálido.

Figura 1. Flor de guanábano



Fuente: Catálogo Virtual de flora del Valle de Aburrá (2014).

El fruto del guanábano se considera el más grande de la familia de las anonáceas. Es de cuerpo carnoso y de pulpa blanca y aromática. Presenta una forma ovalada o acorazonada, aunque en ocasiones puede presentar una forma asimétrica, irregular o curvosa debido a un desarrollo anormal del fruto ocasionado por lesiones provocadas por insectos.

La fruta está cubierta con una piel delgada de color verde oscuro, que varía a un color más amarillento cuando el fruto está maduro. La cáscara presenta pequeñas protuberancias que se asemejan a las espinas, las cuales se vuelven más suaves a medida que la fruta madura.

Las raíces del guanábano suelen ser muy profundas, ya que tiende a buscar agua de las profundidades cuando se presentan tiempos de sequía. Es por esta razón que la profundidad mínima del suelo para la siembra debe ser de al menos 1 metro.

I. 6 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La guanábana presenta una composición muy completa, con sustancias de mucho interés nutricional como son proteínas, grasas, vitaminas, entre otros.

El fruto de guanábana consiste en 67.5% de pulpa (fracción comestible), 20% cáscara, 8.5% semillas y 4% núcleo central o columela por peso (Badrie y Schauss, 2010). Su pulpa está compuesta en su mayoría por agua y presenta un alto nivel calórico debido a la presencia de una gran cantidad de hidratos de carbono.

Los mayores contenidos de proteínas y de grasa se encuentran en las semillas. La pulpa muestra el mayor contenido de humedad y las hojas secas el mayor contenido de cenizas. La pulpa también presenta el mayor contenido de flavonoides y de polifenoles (Vit, Santiago & Pérez-Pérez, 2014).

A continuación, se muestra de manera más detallada la composición química de la pulpa de la guanábana:

Tabla 2.*Composición química de la guanábana.*

Composición química de 100 gramos de pulpa de Guanábana	
Agua	82.2 %
Prótidos	0.9 %
Lípidos	0.7 %
Glúcidos	14.1 %
Calorías	60 %
Calcio	2.2 mg
Proteínas	1.0 g
Grasa	0.3 g
CHO	16.30 g
Fósforo	2.8 mg
Hierro	0.6 mg
Sodio	18 mg
Vitamina A	20 g
Vitamina B	0.07 mg
Vitamina C	206 mg
Niacina	0.9 mg

Nota. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF, s.f). Cultivo de Guanábana.

Tabla 3.

Composición proximal de las semillas de guanábana en base seca.

Composición proximal de la semilla de guanábana en base seca (%)

Grasas	22.57
Proteínas	27.34
Carbohidratos	4.36
Fibra cruda	43.44
Cenizas	2.29

Nota. Fasakin A.O., Fehintola, E. O., Obijole, O. A., & Oseni, O. A. (1992). Compositional analyses of the seed of soursop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed supplement

Tabla 4.

Composición de macronutrientes en las semillas de guanábanas.

Composición de macronutrientes en la semilla de guanábana (mg/ 100 g)

Potasio	33.65
Sodio	29.55
Calcio	7.25
Magnesio	55.95

Nota. Fasakin A.O., Fehintola, E. O., Obijole, O. A., & Oseni, O. A. (1992). Compositional analyses of the seed of soursop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed supplement

Tabla 5.

Composición de micronutrientes en las semillas de guanábanas.

Composición de micronutrientes en la semilla de guanábana (ppm)	
Hierro	63.20
Zinc	49.10
Cobre	1.00

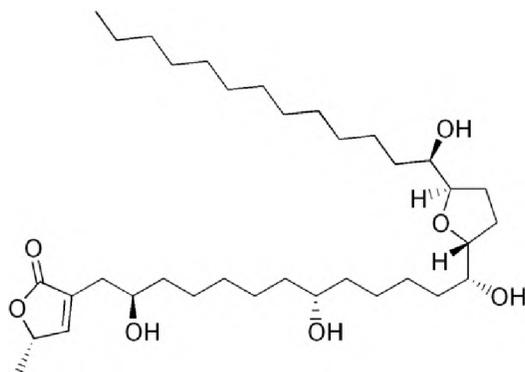
Nota. Fasakin A.O., Fehintola, E. O., Obijole, O. A., & Oseni, O. A. (1992). Compositional analyses of the seed of soursop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed supplement

I. 7 TOXICIDAD DE LA GUANÁBANA

Como suele suceder con la mayoría de los alimentos y productos que tienen grandes beneficios, los mismos también pueden aportar algunos resultados no deseables. Los componentes activos de la planta son acetogeninas y glucósidos, que se encuentran en mayor proporción en las hojas y las semillas, aunque la fruta fresca contiene también ciertas cantidades de estos componentes.

Las acetogeninas son sustancias cerosas que resultan de la combinación de ácidos grasos de cadena larga (C₃₃ o C₃₄), con una unidad de 2-ptopanol en el carbono 2 para formar una lactina. La annonacina es la acetogenina característica de la guanábana y otros tipos de frutos de la familia Annonaceae.

Figura 2. Estructura de la annonacina



Fuente: Luisetto, Almukhtar, Ahmed, Nili, & Mashori (2019)

Las acetogeninas anonáceas (AA) son metabolitos secundarios, que son aislados de las plantas de la familia Annonaceae (Alali, 1998). Estas sustancias han sido empleadas como bactericidas, fungicidas, antivirales e insecticidas contra diversos tipos de insectos.

La acción de las acetogeninas está basada en el hecho de que son, hasta el momento, los inhibidores más potentes y específicos del Complejo I de la respiración mitocondrial. Además de su reconocido efecto antiparasitario y antitumoral, las acetogeninas son importantes por la baja tasa de resistencia que podrían presentar los insectos frente a ellas. (Chuzeville, 2015)

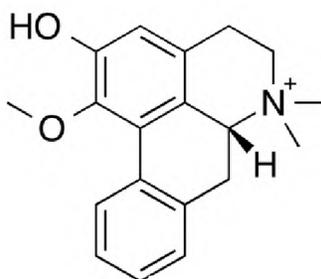
Las acetogeninas son sustancias que poseen dos importantes actividades biológicas, que son: actividad citotóxica y actividad biopesticida. En la primera, se ha comprobado que las acetogeninas son inhibidores de la enzima NADH en el Complejo I de la cadena respiratoria mitocondrial; esta acción va disminuyendo el ATP lo que induce en las células una muerte programada (apoptosis). Se ha demostrado que las acetogeninas buscan de manera selectiva las células cancerígenas para atacarlas mientras que las células normales o no anticancerígenas permanecen intactas. (Chuzeville, 2015).

Siendo las acetogeninas y los alcaloides los dos principales grupos candidatos de compuestos bioactivos tóxicos que figuran en las plantas de la familia Annonaceae, las acetogeninas han demostrado tener un mayor efecto que los alcaloides en pruebas In vitro; por esta razón, las acetogeninas han recibido mayor atención en los últimos años. (Chuzeville, 2015)

Existe riesgo de intoxicación si se toman infusiones de hojas de guanábana sin consentimiento y/o supervisión médica. Se han reportado casos de intoxicación en los cuales se incluyen lesiones en el sistema nervioso; entre estas lesiones nerviosas se hace énfasis en un tipo de Parkinson que afecta en muchas islas del Caribe, donde el consumo de guanábana y otras frutas de la misma familia es muy frecuente. La sustancia causante de este mal es un alcaloide de nombre annonamina.

Estructuralmente, esta sustancia contiene un núcleo de aporfina con un grupo de amonio cuaternario. Físicamente es un polvo amorfo incoloro.

Figura 3. Estructura de la annonamina



Fuente: Ayano, y otros (2012)

1. 8 ÉPOCA DE SIEMBRA

En la República Dominicana no existen estudios que establezcan cuál es la mejor época para la siembra de guanábana. Si no se tiene sistema de riego, la experiencia recomienda sembrar al inicio de las lluvias, de manera que las plantas tengan humedad y las condiciones requeridas para su establecimiento y anclaje radicular. Si se posee sistema de riego puede sembrarse en cualquier época del año, teniendo en cuenta los factores de luz, temperatura, etc. (CEDAF, s.f.)

Los suelos en que generalmente suele cultivarse la guanábana son profundos, y arenosos y con un muy buen drenaje. El pH de estos suelos convenientemente debe ser de 5.5 a 6.5. Aunque la guanábana resiste temporadas de sequía, se desarrolla mejor en suelos que posean niveles óptimos de humedad para así facilitar a la planta la absorción de los minerales y nutrientes del suelo.

El agua además ayuda al desarrollo de las funciones vitales y necesidades fisiológicas de la planta. En el momento de floración y desarrollo de la fruta es necesaria una buena provisión de agua; esto contribuye a un mayor tamaño y mayor cantidad de frutos al momento de la cosecha.

Se sugiere la aplicación de fertilizantes que contengan gran cantidad de nitrógeno en la etapa inicial, ya que esto ayuda a que las plantas formen de manera adecuada sus raíces y follajes. Estos fertilizantes deben aplicarse la mayor cantidad de veces al año para así aprovechar el mayor porcentaje de nitrógeno que estos contengan. Debido a la composición de la fruta, esta tiende a requerir de abundantes cantidades de fósforo y potasio para su cultivo.

Para una buena cosecha de guanábanas se recomienda la poda del árbol, que consiste en cortar algunas ramas superiores con la finalidad de tener un árbol “redondeado”, con una superficie más productiva.

Luego que el árbol entra en producción se requieren podas de limpieza y mantenimiento. Después de la cosecha, se eliminan las ramas rotas, enfermas, muertas o mal posicionadas, con lo que se mantiene el árbol sin ningún posible foco de infección (CEDAF, s.f.).

La guanábana comienza a producir de forma comercial a partir de los 3 años, aunque realmente el árbol entra a producir plenamente a partir de los 7 años. En los árboles que son injertados la cosecha se realiza a partir de los 2 años y medio. Los períodos de auge de cosecha de guanábana son entre julio-agosto y febrero-marzo, aunque se puede cosechar de manera continua, pero en menor escala todos los meses del año cuando se provee a la planta un buen sistema de humectación.

La fruta debe ser cosechada cuando presenta un color externo más opaco y su color cambia a uno más pálido o verde amarillento. Además, las protuberancias o espinas se vuelven más espaciosas entre sí y menos filosas o puntiagudas.

I. 9 PRODUCCIÓN DE GUANÁBANA A NIVEL MUNDIAL

Originaria en Sudamérica y cultivada en casi todo el mundo, en los últimos años la guanábana ha sido una fruta de gran interés para los mercados de Estados Unidos, Japón y Europa, lugares en donde no suele ser cultivada en masa por los requerimientos especiales que tiene la fruta para su producción.

Según datos de la empresa peruana Pro-Expansión, las exportaciones de guanábana han ido creciendo desde el año 2012, siendo el principal mercado de exportación Estados Unidos, seguido por Chile, España y Costa Rica. Los mayores importadores a nivel mundial son actualmente China, Rusia, Hong Kong, Alemania y Holanda.

México es el principal productor de guanábana a nivel mundial. Vidal-Hernández y Nieto (1997) citados por Evangelista, Cruz, Pérez, Mercado & Dávila (1998) afirman que la superficie nacional plantada para ese año era de 6,010.5 hectáreas, ubicadas principalmente en los estados de Nayarit, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Veracruz y Morelos.

De acuerdo con el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en Ecuador existen aproximadamente 250 hectáreas sembradas con una producción cercana a las 3,000 toneladas de guanábana fresca anualmente.

En Colombia, una de las principales empresas que se dedican al cultivo de la guanábana es Cool Tropy, que según su gerente general Fabio Usai, cuenta con 50 hectáreas dedicadas únicamente a producir guanábana, aportando más de 1 tonelada de fruta cada semana para ser exportadas a Italia.

I. 10 PRODUCCIÓN DE GUANÁBANA EN REPÚBLICA DOMINICANA

Hasta hace poco en nuestro país no existían plantaciones comerciales de guanábana, este árbol se encontraba únicamente de manera silvestre en los bosques, patios y zonas rurales del país, donde germinaban semillas y de manera espontánea se reproducía el árbol, dando abundantes frutos.

Actualmente se encuentran pequeñas plantaciones para fines comerciales en algunas comunidades de Barahona y en los municipios de Imbert y Altamira en Puerto Plata. Existe también en La Herradura, Santiago de los Caballeros, específicamente en el campus del Instituto Superior de Agricultura (ISA) una pequeña plantación de guanábana con fines didácticos y comerciales.

De forma silvestre se encuentra en todo el país, siendo de mayor predominio en las zonas de Hato Mayor, El Seibo, Sabana de la Mar, Miches, El Valle, Ramón Santana y Pedro Sánchez.

I. 11 USOS DE LA GUANÁBANA

Investigaciones norteamericanas afirman que la guanábana es una fruta con un gran poder anticancerígeno, por lo que su consumo se ha visto intensificado en los últimos años. Según estas investigaciones la guanábana trata 12 tipos de tumores dentro de los cuales se incluyen: colon, próstata, páncreas y pulmones. (Yajid, A. I., Ab Rahman, H. S., Wong, M., & Wan Zain, W. Z., 2018).

Por otra parte, el zumo de la fruta madura es un diurético que ayuda con dolencias hepáticas. El té de las hojas de la planta contiene propiedades antiespasmódicas, antidiabéticas y sedativas. Las semillas pulverizadas se utilizan como repelentes para insectos y, por último, las hojas son empleadas para tratar piojos. De sus semillas se extraen también aceites vegetales que tienen usos industriales en farmacología y cosmética. (Guanábana fruto poco conocido y con grandes beneficios para la salud. – Medicina y nutrición Ortomolecular, s. f.)

En la República Dominicana, los usos industriales de la guanábana consisten en la elaboración de jugos, néctares, helados y mermeladas. Las principales empresas que se dedican a estos fines son Consorcio Cítricos Dominicanos, Industrias Bon y Goya. También es utilizada para comercialización de la pulpa, que corresponde al 67.5% de la fruta en total, por pequeños empresarios en zonas de San Cristóbal y Barahona, para estos fines, al finalizar el procesamiento de la pulpa, las semillas pasan a convertirse en material desechable.

CAPÍTULO II. ACEITES Y GRASAS

Los lípidos son conjuntos de moléculas orgánicas constituidas primordialmente por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, en menor medida, y otros elementos como nitrógeno, fósforo y azufre. Los lípidos son moléculas hidrófobas, es decir insolubles en agua, pero son solubles en disolventes orgánicos no polares, como bencina, benceno y cloroformo.

Los lípidos simples, son aquellos lípidos que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Por su parte los lípidos complejos son los que además de contener en su molécula carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen otros elementos como nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido.

A nivel biológico, los lípidos simples más importantes se dividen en grasas, aceites y ceras y dentro de los lípidos complejos podemos encontrar los fosfolípidos y los esteroides.

Las grasas son uno de los tipos de lípidos más conocidos. Se consideran lípidos simples porque se compone de carbono, oxígeno e hidrógeno y se denominan lípidos saponificables por estar formados por ácidos grasos.

Los aceites son lípidos simples y saponificables. Se caracterizan por ser líquidos debido a sus colas de ácidos grasos insaturados con enlaces dobles de configuración cis. Ejemplos de ellos podemos encontrar los ácidos grasos esenciales, también conocidos como ácidos grasos omega.

Las ceras son lípidos simples y saponificables cuya estructura se conforma generalmente de cadenas largas de ácidos grasos unidas a alcoholes, como la glicerina, mediante enlaces éster (C=O). Las ceras pueden encontrarse en las hojas de las plantas y las plumas de las aves que le otorgan propiedades hidrofóbicas.

Los fosfolípidos son lípidos complejos, ya que, además de su esqueleto de glicerina y sus 2 colas de ácidos grasos, presenta un grupo fosfato modificado. Los fosfolípidos son lípidos especializados y son componentes principales de la membrana plasmática o celular.

Los esteroides son moléculas lipídicas complejas, ya que su estructura se compone de 4 anillos de carbono fusionados. Los esteroides comparten las características hidrofóbicas de los lípidos, como su insolubilidad en el agua. Ejemplos de esteroides son el colesterol, sintetizado principalmente por el hígado y las materias primas de hormonas sexuales como la testosterona.

II. 1 ACEITES

La palabra aceite es un término genérico para designar numerosos líquidos grasos de orígenes diversos que no se disuelven en el agua y que tienen menor densidad que esta.

La Real Academia Española en su página web tiene las siguientes definiciones para aceite:

- Líquido graso que se obtiene de frutos o semillas, como cacahuates, algodón, soja, nueces, almendras, linaza, ricino o coco, y de algunos animales, como la ballena, la foca o el bacalao.
- Líquido denso de origen natural, como el petróleo, o que se obtiene por destilación de ciertos minerales bituminosos o de la hulla, el lignito y la turba.
- Sustancia grasa, líquida a temperatura ordinaria, de mayor o menos viscosidad, no miscible con agua y de menor densidad que ella, que se puede obtener sintéticamente.

El concepto de aceite proviene de la palabra árabe *az-zait*, que significa jugo de aceituna. Este concepto se utilizaba para denominar a un conjunto de líquidos de tipo graso, de diferentes procedencias, pero con la similitud de que no se disuelven en agua, ya que poseen densidades menores que ella. El sinónimo de aceite es óleo y proviene del latín *óleum*. En la antigüedad la palabra aceite solo hacía referencia al aceite de oliva, pero hoy en día el término se ha generalizado para designarse a todo tipo de aceite, ya sea mineral, vegetal o animal.

II. 2 TIPOS DE ACEITE

Existe una gran variedad de opciones de aceites, algunos más conocidos y otros más utilizados o especializados dependiendo el uso.

II. 2. 1 ACEITES COMBUSTIBLES

Son una variedad de mezclas líquidas que provienen del petróleo crudo o de sustancias vegetales, como los biocombustibles. Estos aceites son producidos por diferentes procesos de refinación dependiendo de los usos que se les vayan a dar y se utilizan como su nombre lo indican como combustibles de lámparas, motores, calentadores, hornos y estufas. Algunos ejemplos de aceites combustibles incluyen el queroseno, el aceite diésel, combustible para aviones, entre otros.

Dentro de los aceites combustibles se encuentran los aceites minerales, cuyo uso principal es como lubricantes en la industria automotriz. Se destacan por tener una viscosidad estable, resistencia a temperaturas y capacidad de disipar el calor.

II. 2. 2 ACEITES COMESTIBLES

Este quizás es el grupo más amplio y famoso de los aceites. Estos aceites pueden ser tanto de origen animal como de origen vegetal y cuyos componentes principales son glicéridos de ácidos grasos, pudiendo contener otras sustancias en proporciones menores.

II. 3 ACEITES FIJOS Y GRASAS

Los aceites fijos se diferencian de los aceites esenciales por presentar ciertas propiedades dentro de las cuales se mencionan las siguientes: son grasos al tacto, dejan una mancha aceitosa en papel de filtro, son más livianos que el agua y no son hidrosolubles, pero son solubles en éter, cloroformo y otros solventes no miscibles con agua.

Los aceites esenciales son concentrados de materia prima vegetal, intensamente aromática, no grasos, volátiles y ligeros obtenidos directamente de plantas, raíces, flores, hojas, árboles

Los aceites fijos están compuestos por ácidos grasos y un alcohol o un poliol; que constituyen estructuras celulares como fosfolípidos, glicolípidos, elementos de revestimiento; como ceras y cutinas, sustancias de reserva y fuentes de energía celular; necesaria para procesos metabólicos de una planta. En general se trata de compuestos insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, contando como característica principal, que su composición no se ve alterada al ser expuestos a calor y destilación. Los aceites fijos se encuentran en mayor cantidad en las semillas de los frutos; de los cuales pueden ser extraídos por dos métodos: Expresión en frío o en caliente en prensas hidráulicas (Gennaro, 2003)

Los aceites fijos y las grasas son mezclas de ésteres de glicerilo de los denominados ácidos grasos superiores, es decir, los ácidos alifáticos de alto peso molecular, sobre todo palmítico, esteárico y oleico. La diferencia de consistencia entre los aceites fijos y las grasas se debe a las proporciones relativas de ésteres de glicerilo líquidos y sólidos existentes. Los aceites fijos contienen una cantidad relativamente alta de glicéridos líquidos (poliinsaturados), como el oleato de glicerilo, mientras que las grasas son ricas en glicéridos sólidos (mayormente saturados), como el estearato de glicerilo. (Gennaro, 2003)

Vásquez (2012) citado por Alvarado (2015) expresa que los aceites fijos se encuentran en las semillas y en los frutos de donde son extraídos por presión. El primero que se obtiene es el más puro y se le distingue con el nombre de aceite virgen; el que sigue está más alterado por la mezcla de otros principios contenidos en el fruto sometido a la presión.

II. 4 ACEITES VOLÁTILES O ESENCIALES

Los aceites volátiles, como su nombre lo indica, son sumamente aéreos (se evaporan enseguida expuestos al aire), y son olorosos, razón por la cual se les conoce como aceites esenciales. Son del todo diferentes a los aceites grasos y tienen una consistencia más parecida al agua que a un aceite.

Su composición química es compleja, pero generalmente contienen alcoholes, ésteres, cetonas, aldehídos, y terpenos. Las sustancias odoríferas se forman en los cloroplastos de las hojas. Son solubles en alcohol, éter y aceites fijos, pero insolubles en agua. La cantidad de esencia existente en la planta varía entre alrededor de un 0.01% y el 10% o incluso más. (Tisserand & Borges, 1994).

Dentro de los usos que se les da a los aceites esenciales, el principal es en aromaterapia, que se refiere al uso de los aromas para tratar algunas enfermedades mediante la respuesta que causan en el organismo. Otras aplicaciones son limpieza y desinfección, repelentes para insectos, aromatizadores, perfumes y cremas corporales, productos de aseo personal, entre otros.

II. 5 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES FIJOS

Los aceites fijos se pueden clasificar de acuerdo a su actividad o poder secante, de acuerdo a su origen y por su composición de ácidos grasos. Todas estas clasificaciones se detallan a continuación.

II. 5. 1 ACEITES SECANTES Y NO SECANTES

Gennaro (2003) señala que los aceites fijos se clasifican en secantes y no secantes. Cuando se exponen al aire, los aceites secantes sufren oxidación con formación de una película dura y resistente, un ejemplo de este tipo de aceite es el de lino y se utiliza principalmente en la fabricación de pinturas y barnices. La calidad secante se debe a la presencia de ácidos grasos insaturados definidos, como los ácidos linoleico y linolénico.

Luna (2007) citado por Alvarado (2015), menciona que el grado de insaturación que presenten los ácidos que constituyen los glicéridos de un aceite, o sea la cantidad de dobles ligaduras, determinará el poder secante de un aceite. Los que poseen mayor cantidad de dobles ligaduras al ser expuestos al aire se oxidan (absorben O₂) espesándose y endureciéndose rápidamente. Los que poseen esta propiedad se denominan secantes y generalmente son de uso industrial.

Los aceites que bajo la acción de oxígeno del aire se oxidan, es decir que se espesan y endurecen lentamente y no por completo, se llaman semisecantes. Aquí se encuentra la mayoría de los aceites comestibles (soja, girasol, algodón). Por último, los aceites no secantes son aquellos que no se solidifican en absoluto, ni siquiera después de largo tiempo, ejemplos de estos son el aceite de oliva y el aceite de maní.

II.5.2 POR SU ORIGEN: ANIMALES, VEGETALES Y MARINOS

Los aceites, por ser constituyentes esenciales de todas las plantas y animales, están ampliamente distribuidos en la naturaleza. Todas las especies de plantas y animales producen alguna clase de aceite durante su ciclo vital. (Bailey, 1984)

II. 5. 2. 1 ACEITES Y GRASAS ANIMALES

Son los que se obtienen de los depósitos adiposos de determinados animales, como el bacalao, la ballena, la foca, entre otros.

Bailey (1984), menciona que las grasas de los animales terrestres proceden casi totalmente de tres clases de animales domésticos: cerdos, vacas y ovejas. Existen otros animales, tales como las gallinas, criados en gran número, que tienen el cuerpo de poco tamaño y se consumen normalmente sin las partes grasas, que se separan para obtener una grasa pura. Los animales salvajes no son una considerable fuente de grasas.

Bailey (1984), menciona que en los animales marinos también producen un considerable volumen de aceite. Los aceites de pescado proceden principalmente de los peces más pequeños y numerosos, tales como la sardina, arenque y sábalo. La mayor parte de los peces utilizados para la obtención de aceite se pescan en la zona norte de los océanos Atlántico y Pacífico.

Los aceites líquidos que provienen de especies marinas como el de ballena y el de pescado, por su alta porcentaje de insaturación en su estado natural se consideran como no comestibles, y se convierten en comestibles por hidrogenación y remoción de olores, convirtiéndose en grasas sólidas. Los aceites de hígado de pescado son fuentes valiosas de vitaminas A y D, y tienen pocos fines industriales o comestibles.

II. 5. 2. 2 ACEITES VEGETALES

Se obtienen de frutos o semillas oleaginosas. Estos aceites aportan ácidos grasos insaturados y son ricos en vitamina E. Aunque muchas partes de la planta pueden producir aceites, de manera comercial se realiza la extracción del mismo a partir de las semillas. Estos son los aceites que se utilizan en la cocina para la elaboración de alimentos, entre los más utilizados están el de soja, girasol, palma, oliva, canola y maíz.

En estos aceites los ácidos que más predominan son el linolénico y el linoleico, éstos son ácidos esenciales y deben ser incluidos diariamente en la alimentación ya que no son producidos por sí solos por el organismo. Dentro de los aceites vegetales que suelen ser extraídos de las semillas o el fruto se encuentran los siguientes:

- Aceite de palma
- Aceite de coco
- Aceite de girasol
- Aceite de maíz
- Aceite de oliva
- Aceite de soja

II. 5. 3 POR SU COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS: SATURADOS E INSATURADOS.

Arango (2002) citado por Alvarado (2015) explica que los ácidos grasos son compuestos carboxílicos terminales de cadena abierta alifática de C_8 a C_{24} , pueden ser saturados o insaturados y con menor frecuencia cíclicos, como el ácido hidnocárpico.

Arango también hace mención que el principal criterio de clasificación de los aceites fijos vegetales es el grado de insaturación de ácidos grasos que los componen. Esta insaturación es función del número total de dobles enlaces y se mide por el índice de yodo; el cual permite clasificar los lípidos vegetales en cuatro grandes familias:

Tabla 6.

Clasificación de los aceites fijos según el grado de insaturación

Índice de Yodo	Número aprox. De =s/molécula	Familia	Ejemplos
<60	<1	Grasas vegetales (sólidas a temp. Ambiente)	Coco, palma, manteca de cacao
80-100	1	Aceite (de tipo oleico)	Cacahuete, oliva
100-130	1-2	Aceites insaturados	Girasol, soja, maní, algodón, colza
>170	>2	Aceites secantes	Lino

Nota. Arango (2002). Metabolitos primarios de interés Farmacognóstico.

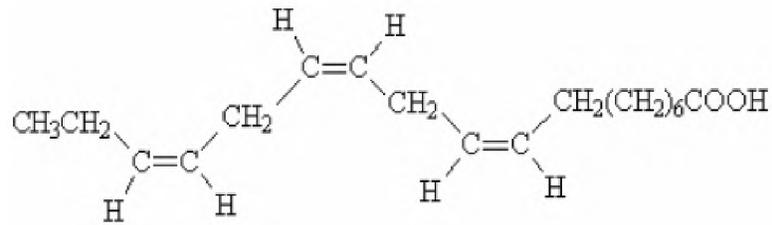
Los aceites ricos en ácidos grasos saturados, son sólidos a 25°C y por su parte los aceites secantes son sensibles a la oxidación y producen lo que se conoce como enranciamiento.

II. 5. 3. 1 ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS

Con igual cantidad de carbonos (C), los ácidos grasos insaturados a temperatura ambiente son líquidos, mientras que los ácidos grasos saturados son sólidos. Los ácidos grasos insaturados tienen en la cadena dobles enlaces, en un número que va desde 1 hasta 6. Los que tienen una sola saturación, es decir sólo un doble enlace se llaman monoinsaturados; en cambio, los que tienen más de dos dobles enlaces se denominan poliinsaturados.

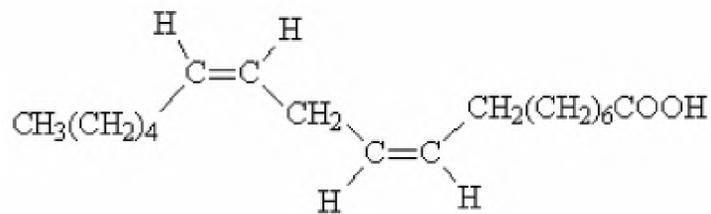
Los ácidos grasos poliinsaturados son el linolénico y el linoleico, y se consideran esenciales, ya que el cuerpo humano no los sintetiza por sí solo.

Figura 4. Estructura del ácido linolénico



Fuente: Morrison (1999)

Figura 5. Estructura del ácido linoleico

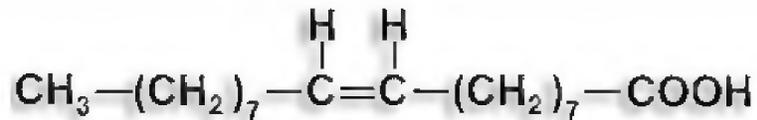


Fuente: Morrison (1999)

II. 5. 2 ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS

Son aquellos que en su cadena carbonada poseen un único doble enlace carbono-carbono ($\text{C}=\text{C}$). Se puede decir que estos ácidos son más líquidos que los ácidos grasos de igual número de carbonos. El ácido graso monoinsaturado por excelencia es el ácido oleico, que es el componente más importante del aceite de oliva virgen.

Figura 6. Estructura del ácido oleico

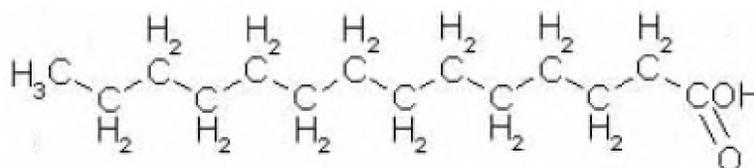


Fuente: Morrison (1999)

II. 5. 3 ÁCIDO GRASOS SATURADOS

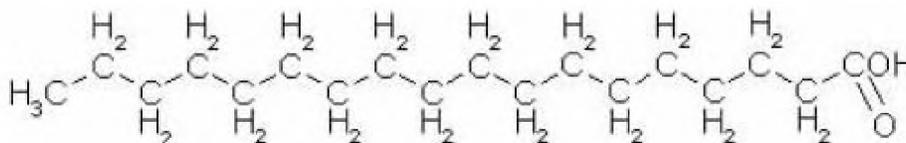
Son ácidos carboxílicos de cadena larga que no contienen doble enlaces entre sus átomos de carbono. Estos son más comunes en animales, aunque se encuentran también en algunos vegetales, como la palma y el coco. Algunos de ellos son: mirístico, esteárico, palmítico, araquídico, margárico, behínico.

Figura 7. Estructura del ácido mirístico



Fuente: Morrison (1999)

Figura 8. Estructura del ácido esteárico



Fuente: Morrison (1999)

II. 6 ACEITE DE GUANÁBANA

El aceite de guanábana se extrae principalmente de sus semillas, siendo una característica fundamental de esta fruta la gran cantidad de semillas que contiene en su pulpa. Este aceite se puede extraer además de las hojas y de la corteza del árbol, aprovechando así todas las propiedades adicionales a las que se encuentran directamente en la fruta.

Restrepo & Vinasco (2010) utilizaron 2 métodos para la extracción del aceite de guanábana, utilizando dióxido de carbono supercrítico y también por el método de Soxhlet. Luego de realizar los análisis de lugar obtuvieron los siguientes resultados sobre la composición y caracterización de los ácidos grasos presentes en el aceite de *Annona muricata*:

Tabla 7.

Composición de ácidos grasos de las semillas de Annona muricata.

Porcentaje de ácido graso	Por extracción Soxhlet	Por extracción FSC CO ₂
Mirístico (14:0)	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Palmitico (16:0)	25.3 ± 1.2	31.8 ± 1.2
Palmitoleico (16:1)	2.2 ± 0.8	4.5 ± 0.8
Estearico (18:0)	4.2 ± 0.1	-
Oleico (18:1)	35.1 ± 0.3	32.5 ± 0.3
Linoleico (18:2)	30.5 ± 0.9	26.2 ± 0.9
Linolénico (18:3)	1.5 ± 0.4	0.9 ± 0.4

Nota. Restrepo & Vinasco (2010). Evaluación fisicoquímica de la fracción lipídica de las semillas de guanábana (*Annona muricata*) y la chirimoya (*Annona cherimolia*)

Además, concluyeron que el aceite de la guanábana tiene un 67.1% de ácidos grasos insaturados y un 32.9% de ácidos grasos saturados en su composición.

II. 6. 1 USOS DEL ACEITE VEGETAL DE GUANÁBANA

El aceite vegetal extraído de las semillas tiene un alto contenido en ácidos grasos insaturados lo que lo convierte en un excelente aceite para el mantenimiento del cuidado de la piel.

Los ácidos grasos insaturados particulares que se encuentran en el aceite de guanábana incluyen el ácido linoleico y el oleico, los cuales ayudan a hidratar la piel. Además de tener una alta concentración de antioxidantes que combaten los radicales libres, por lo que el aceite contribuye a combatir los signos del envejecimiento (arrugas, líneas finas, entre otros).

Debido a sus propiedades antibacterianas y antisépticas, el aceite de guanábana se puede usar en el cabello y el cuero cabelludo para reducir la producción de grasa, promover una piel saludable y hacer que el cabello sea más saludable y voluminoso.

Se ha demostrado que el aceite de semillas de guanábana posee actividad antiinflamatoria luego de ser aplicado sobre una lesión en la piel, dicha actividad está parcialmente relacionada con la presencia de ácido oleico Bomfim y otros. (2022)

Ubulom y otros (2019) en la Universidad de Uyo en Nigeria, probaron el efecto repelente y larvicida del aceite vegetal de guanábana sobre los mosquitos de las especies *A. gambiae*. principales vectores de la enfermedad de malaria.

De Lima Souza y otros (2021) realizaron trabajos de investigación donde concluyeron que los aceites obtenidos a partir de residuos agroindustriales de semillas de guanábana tienen un contenido de ácidos grasos como el oleico y linoleico y tocoferoles, estos tienen acción antioxidante y emolientes por lo que pueden ser utilizados en la preparación de bases emulsionadas para uso farmacéutico.

SEGUNDA PARTE
MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente sección describe la metodología a seguir en esta investigación que tiene como finalidad el estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de las semillas de guanábana.

III. 1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo experimental, porque se manipulan algunas variables para lograr y optimizar, dentro de lo posible, la extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana.

Tiene un enfoque cuantitativo, ya que el proceso de extracción de aceite vegetal está representado por un conjunto de etapas, las cuales a su vez son secuenciales y probatorias, de modo que cada etapa precede a la anterior y no se puede modificar o alterar cada uno de sus pasos puesto que esto estaría alterando el resultado final del proceso.

El alcance de la investigación es descriptivo, siendo en este caso el fenómeno estudiado la fruta de guanábana y todos sus componentes, principalmente las semillas de guanábana, que constituyen la principal materia prima para el proceso de extracción de aceite vegetal.

III. 2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es experimental puesto que se seleccionó Soxhlet como método de extracción de aceite a partir de guanábanas manipulando variables como el solvente utilizado, el tiempo de extracción y cantidad de materia prima utilizada para calcular la variable dependiente de rendimiento de extracción. Además de lo expuesto anteriormente, se elige el método de extracción Soxhlet en lugar de otros métodos ya que se pudo comprobar que este método es más eficiente gracias a los resultados obtenidos, esto se pudo comprobar mediante el cálculo de rendimiento de la extracción de aceite de guanábana.

III. 3 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

Por conveniencia, este proyecto se realiza en dos etapas, la primera se ejecuta en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, donde se lleva a cabo la fase de experimentación y extracción de aceite. La segunda etapa se realiza en el Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI), en donde se obtienen los resultados de la caracterización del aceite extraído de semillas de guanábana

III. 4 RECOLECCIÓN DE LA MATERIA VEGETAL

Las muestras de semillas y la cáscara se recolectan de una pequeña empresa dedicada a la venta de pulpa de guanábana en el municipio de Cabral en la provincia sureña de Barahona. Las mismas son colectadas luego de que la fruta es procesada para la extracción de la pulpa, quedando como desecho nuestros productos de interés.

Para el análisis se colectan muestras a partir de guanábanas del tipo dulce en estado de madurez.

III. 5 PROCESAMIENTO DE LA FRUTA

La fruta es procesada en una máquina despulpadora de frutas de operación automática, donde se introducen las guanábanas lavadas y peladas en una tolva de carga y posteriormente el producto en una segunda etapa, pasa por unas paletas ajustadas a un tamiz, que se encargan de filtrar la pulpa de las semillas, realizando las funciones de despulpado y deshuesado. De este desecho se parte para la elaboración de esta investigación.

III. 5. 1 EXTRACCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE GUANÁBANA

Las semillas de las guanábanas colectadas se lavan con una solución de 1% de hipoclorito de sodio (100 mL de hipoclorito de sodio al 10% disuelto en 1 litro de agua), para retirar los residuos de pulpa que queda luego de ser procesadas en la máquina despulpadora. Se hace una inspección visual para seleccionar las semillas que se encuentren frescas, enteras y sin señales de deterioro, esto da como resultado que el rendimiento de la extracción de aceite se haga con materia prima en su máximo estado. Seguidamente se secan utilizando luz solar para remover el exceso de humedad sin alterar el contenido de grasa en la matriz. Se muelen, se tamizan, se pesan y se procesan inmediatamente.

Figura 11. Semillas de guanábana



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Figura 12. Semillas molidas y tamizadas de guanábana



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Para el proceso de extracción, se prepara y se monta el equipo Soxhlet. Se toma una muestra de 5 gramos de semillas y se colocan sobre un papel de filtro, se envuelven y se introduce dentro del cartucho del extractor. En el balón de fondo plano, se coloca 200 mL de hexano. El proceso inicia cuando el solvente alcanza su temperatura de ebullición, se hace pasa sobre la muestra y se recircula hasta que se haya agotado de la muestra, el mayor contenido de aceite.

Figura 13. Montaje de equipo Soxhlet



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

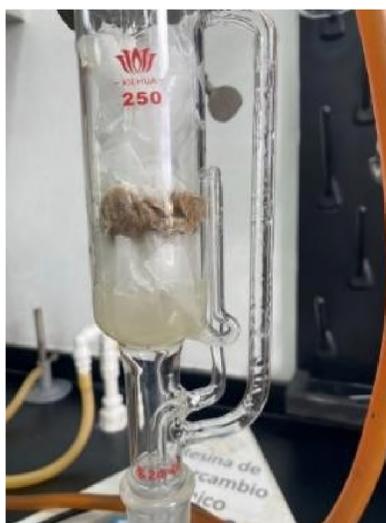
III.6 PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR EL MÉTODO SOXHLET

El método seleccionado para realizar la extracción de aceite a partir de las semillas de guanábana es el método de extracción por Soxhlet. El método Soxhlet, técnicamente, es una operación de transferencia de masa, donde un disolvente o mezcla de éstos, extrae de manera selectiva uno o varios solutos que se encuentran dentro de una matriz sólida.

La extracción con el método de Soxhlet se fundamenta en las siguientes etapas:

1. Colocación del solvente en un balón.
2. Ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo.
3. El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.
4. El solvente cubre el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el disolvente con el material extraído al balón.
5. Se vuelve a producir este proceso las veces que sean necesarias hasta que la muestra quede agotada. La parte extraída se va concentrando en el balón del solvente.

Figura 14. Cartucho con muestra envuelta por solvente



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

La operación con el método de Soxhlet presenta las siguientes ventajas:

- La muestra está en contacto repetidas veces con porciones frescas de solvente (sifonada)
- La extracción se realiza con el solvente caliente, favoreciendo así la solubilidad de los compuestos.
- No es necesaria la filtración después de la extracción
- Se obtienen excelentes recuperaciones.
- La instrumentación empleada es relativamente simple y barata.
- Se puede recuperar más del 90% del solvente empleado.

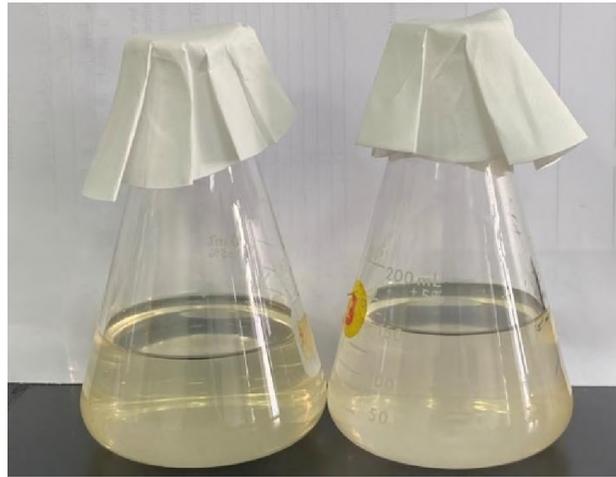
Los factores que influyen en el proceso de extracción y que se refieren al solvente son los siguientes:

1. Tiempo de extracción
2. Cantidad de solvente
3. Temperatura del solvente
4. Tipo de solvente
5. Tamaño de partícula

Para la elaboración de este trabajo se realizan dos extracciones por método Soxhlet, utilizando un volumen de 200mL de Hexano grado comercial, cada extracción tiene una con una duración de 60 minutos y un promedio de 22 sifonadas por extracción, cada sifonada tiene una duración en promedio de 2 minutos y 14 segundos.

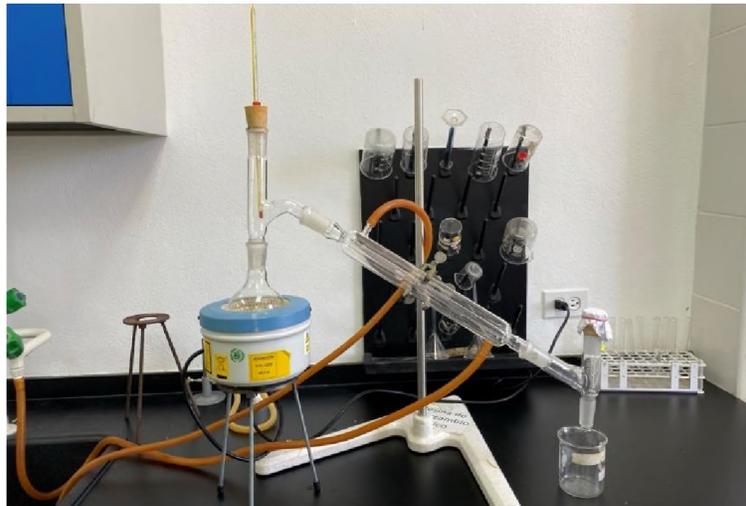
Al término de cada extracción se obtiene como producto una mezcla de solvente-aceite (micela), la misma presenta un aspecto líquido con olor fuerte, principalmente al solvente y un color amarillento (por presencia de aceite de semillas de guanábana). Esta mezcla se separa posteriormente mediante la técnica de destilación simple, conociendo la temperatura de ebullición del hexano grado comercial, que es de 68.95°C (Rohman, 2014). Durante la separación, se logra recuperar más del 90% del solvente utilizado.

Figura 15. Producto de extracción



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Figura 16. Montaje de equipo destilación simple



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Figura 17. Producto de destilación



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

III. 7 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN

El rendimiento en la extracción se evalúa según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{W_{AV}}{W_{MV}} \times 100$$

Donde W_{AV} corresponde al peso en gramos del aceite vegetal obtenido y W_{MV} es el peso en gramos de la materia vegetal fresca empleada.

III. 8 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE EXTRAÍDO

El método utilizado es la cromatografía de gases. El perfil de ácidos grasos se determina mediante la preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos. Las muestras se derivatizan de acuerdo a la metodología propuesta por ISO 12966-2:2017, sobre aceites y grasas de origen animal y vegetal. Cromatografía de gases de ésteres metílicos de ácidos grasos y método AOCS Ce 2-66 sobre preparación de ésteres metílicos de ácidos grasos de cadena larga.

Los ésteres metílicos de ácidos grasos se separan con heptano grado HPLC. Para el análisis cromatográfico se utiliza un cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama (FID). Los ácidos grasos se identifican por comparación de tiempos de retención de una mezcla estándar de ácidos grasos analizados bajo las mismas condiciones operacionales. La cuantificación se realiza por porcentaje relativo de área.

CAPÍTULO IV. TECNICAS Y MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES

La utilización de aceites esenciales se remonta a las civilizaciones chinas y egipcias y están consideradas como una de las formas más antiguas de medicina y cosmética.

Los egipcios fueron los primeros en destilar plantas con la intención de extraer sus aceites esenciales. A partir de la extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas, los egipcios hacían pomadas verdaderamente milagrosas. Los aceites esenciales se utilizaban para embalsamar a los muertos, para fines espirituales, medicinales y cosméticos.

Los romanos, y más tarde los árabes, perfeccionaron los conocimientos adquiridos a través de las civilizaciones precedentes. En la civilización árabe destaca la contribución del famoso alquimista Avicena, quien fue el primero en utilizar el método de destilación de plantas medicinales con alambiques.

Desde entonces, los métodos de extracción de aceites esenciales se han diversificado y han ido perfeccionándose con el paso del tiempo.

Los aceites esenciales provienen de las diferentes partes de la planta: pétalos, raíces, tallo, ramas, semillas, savia, hojas o la propia piel. Dependiendo de la planta que se trate, los aceites se concentran en un lugar distinto, por lo que el método de extracción ideal también varía en función de la planta.

Los aceites esenciales se caracterizan porque tienen a evaporarse fácilmente al ser expuestos al aire, por lo que su extracción puede tornarse un poco complicada.

Según la variedad del material vegetal, parte de la planta a emplear y la estabilidad del aceite esencial que se quiera obtener, se emplean diversos procedimientos físicos y químicos de extracción, donde la calidad del producto final será determinada por el correcto uso de los métodos de extracción.

Dicho esto, los métodos de extracción se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla 8.

Métodos de extracción de aceites esenciales

Tipo de método	Procedimiento	Productos obtenidos
Métodos directos	Extrusión	Aceites esenciales cítricos
	Exudación	Gomas, resinas, bálsamos
Destilación	Directa	Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Arrastre con vapor de agua	Infusiones y resinoides alcohólicos
	Destilación agua vapor o vapor húmedo	
Extracción con solventes	Maceración en grasa	Infusiones y resinoides alcohólicos
	Solventes volátiles	Concretos y absolutos
	Extracción con fluidos en estado supercrítico	

Nota. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, s.f.). Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas

IV. 1 MÉTODOS DIRECTOS

Para extraer el aceite es preciso romper las células vegetales mediante trituración, y después aislar la parte grasa (aceite) de los otros componentes de las semillas o frutos. El triturado se lleva a cabo mediante rodillos o muelas, hasta obtener una pasta homogénea.

La extrusión se realiza mediante diversos dispositivos mecánicos, aplicando presión a la pasta de semillas o frutos triturados hasta exprimir el aceite que contiene. Comúnmente se utilizan prensas hidráulicas para realizar esta acción. Este método de extracción presenta la ventaja de no someter los aceites esenciales a temperaturas elevadas.

La exudación es el transporte del aceite esencial a la parte superficial del material vegetal. Este procedimiento se utiliza básicamente para aislar las gomorresinas, aceites y lacas de árboles y arbustos.

Los métodos directos se aplican principalmente a los cítricos, debido a que sus aceites esenciales se encuentran en la piel o corteza de la fruta y el calor proveniente de la destilación puede alterar su composición.

En los cítricos el aceite se encuentra contenidos en numerosas celdas del epicarpio. Al exprimir la corteza someténdola a presión dichas celdas se rompen y liberan el aceite, este aceite debe ser recogido inmediatamente para evitar que sea absorbido por una corteza esponjosa que se crea luego de este tipo de proceso.

IV. 2 DESTILACIÓN

La destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separar los distintos componentes de una mezcla. Esta técnica se basa fundamentalmente en la diferencia en los puntos de ebullición de cada uno de los componentes de la mezcla.

La destilación es sin duda la técnica más fácil y menos costosa para la extracción de aceites esenciales y es la más utilizada en la industria de los perfumes para la extracción de sus aromas.

IV. 2. 1 DESTILACIÓN DIRECTA

La técnica de destilación directa consiste en separar sustancias por medio del calor. Mediante la destilación se separan las sustancias insolubles y volátiles en agua de otras no volátiles. El alambique es el instrumento o herramienta más utilizada en una destilación simple para destilar líquidos mediante un proceso de calentamiento y condensación por enfriamiento.

El alambique más adecuado para la extracción de aceites esenciales es el alambique de columna, que ofrece una mayor capacidad, ya que se necesita una gran cantidad de planta para destilar unos pocos mililitros de aceite esencial.

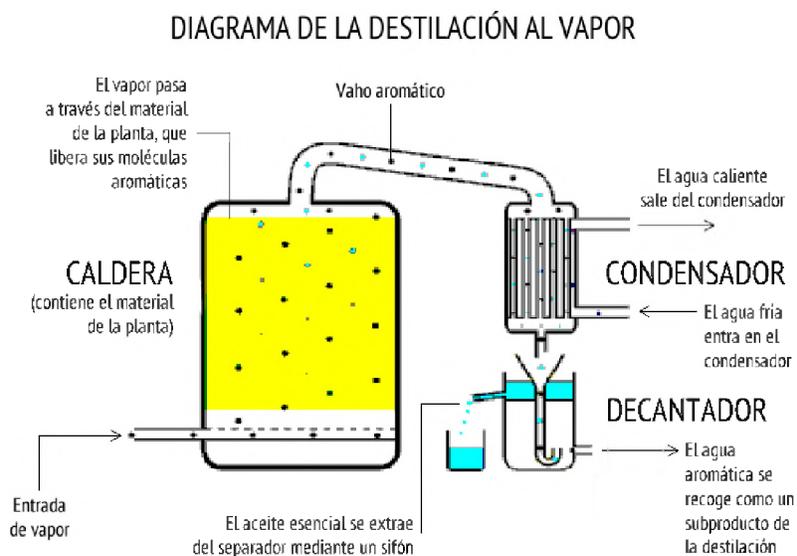
IV. 2. 2 DESTILACIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR DE AGUA

Es el proceso más común para extraer aceites esenciales, sin embargo, no es aplicable a flores ni materiales que se comprimen con facilidad. Con esta técnica se aprovecha la propiedad que tienen las moléculas de agua en estado de vapor de mezclarse con moléculas de aceite.

La extracción se realiza cuando el vapor de agua entra en contacto con el material vegetal y libera la esencia, para luego someterse al proceso de condensación. En este método la fuente de energía es proporcionada por una caldera. Algunas ventajas de este método son las siguientes:

- Se tiene mayor control sobre la velocidad de destilación
- Existe la posibilidad de cambiar la presión
- Satisface mejor las operaciones comerciales a gran escala
- Provee resultados constantes y reproducibles.

Figura 9. Diagrama de destilación por arrastre de vapor



Fuente: Esenciales, aceites y esencias (2017)

En general los componentes del equipo de destilación por arrastre de vapor para extraer aceite esencial son:

1. Fuente de energía
2. Destilador
3. Intercambiador de calor
4. Decantador

Fuentes de energía: existen dos tipos básicos de fuente de energía en la destilación de aceites esenciales con fines comerciales. El primero es la combustión de la madera y el segundo vapor generado por una caldera.

Destilador: es el recipiente donde se carga el material vegetal que se destila, es también llamado alambique o extractor, se coloca de forma vertical y su capacidad va depender de la escala a la que se realice la extracción.

Intercambiador de calor: conocido también como condensador y su función es remover el calor para transformar la mezcla de vapor de agua y aceite esencial que sale del destilador a estado líquido. El diseño más empleado de condensador es el de serpiente.

Decantador: se le conoce también como separador del aceite y su función es separar la mezcla de agua y aceite esencial proveniente del condensador. Si el aceite es más ligero que el agua este se colocará en la capa superior y en el caso contrario en la capa inferior.

IV. 2. 3 DESTILACIÓN AGUA-VAPOR O VAPOR HÚMEDO

Este procedimiento comúnmente se utiliza en el agro para destilar especialmente hierbas y hojas. El material se coloca sobre una parrilla, y luego, entre el fondo y la parrilla se coloca el agua, hasta un nivel un poco inferior a la parrilla. Cuando se dispone de poca agua, el agua que sale con el aceite esencial en la primera extracción, se recircula al extractor para sostener el proceso de destilación. (SENA, s.f.).

Figura 10. Destilación agua-vapor o vapor húmedo



Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, s.f.). Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas

El calentamiento se puede efectuar desde una fuente externa o dentro del mismo cuerpo del extractor. El vapor de agua que se produce, se satura, atraviesa el material que se encuentra sobre la parrilla y provoca el arrastre de la esencia, no existiendo peligro de sobrecalentamiento del material vegetal, tal como ocurre en la hidrodestilación. (SENA, s.f.).

Aunque este método ofrece un producto de mejor calidad que el de hidrodestilación, no es recomendable su uso para escala comercial pero sí para trabajos experimentales.

IV. 3 EXTRACCIÓN CON SOLVENTES

La extracción con solventes es una técnica de separación selectiva de un compuesto a partir de una mezcla que puede ser sólida o líquida. Esta técnica se emplea para separar una mezcla de compuestos aprovechando su diferencia de solubilidad entre dos líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles. En el proceso se utilizan solventes para la extracción de aceites esenciales, especialmente en materias orgánicas. La extracción con solventes constituye una de las técnicas de separación más utilizadas en el laboratorio químico.

Los tipos de extracción con solventes son: maceración en grasa, extracción con solventes volátiles y extracción por fluidos supercríticos.

IV. 3. 1 MACERACIÓN EN GRASA

Este es un método de extracción comúnmente utilizado en flores empleando grasa caliente, y se basa en sumergir los pétalos en la grasa y luego extraer la esencia con alcohol como solvente. Este método se ha reemplazado por completo por la extracción con disolventes orgánicos.

IV. 3. 2 EXTRACCIÓN CON SOLVENTES VOLÁTILES

Se basa en la facilidad de los solventes orgánicos para penetrar en el material vegetal y disolver sus aceites volátiles. Esto ocurre por las diferencias de punto de ebullición entre el aceite esencial y el solvente. Aparte de solubilizar la esencia, estos solventes solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, dando como resultado un extracto impuro.

Martínez (2003), citado por Peredo, Palou & López (2009) explica que este método se utiliza a escala de laboratorio porque a nivel industrial resulta muy costoso por el valor comercial de los solventes que se emplean, porque se obtienen esencias contaminadas con otras sustancias y además es un método de alto riesgo, ya que puede provocar incendios o explosiones, características de muchos solventes orgánicos volátiles.

Los métodos más usados a nivel de laboratorio y que involucran el uso de solventes son extracción mediante el uso del equipo Soxhlet y extracción por reflujo.

Soxhlet es un sistema de extracción que se efectúa en un aparato que consta de un matraz de fondo plano, un cuerpo extractor y un refrigerante. En el cuerpo extractor se coloca el disolvente y la droga, generalmente envuelta en un material poroso que permita el contacto con el disolvente. En el matraz fondo plano se coloca el disolvente orgánico, se lleva a ebullición y los vapores del disolvente ascienden por el tubo lateral y llegan al refrigerante, donde se condensan y caen sobre la droga situada en el cuerpo del extractor. Cuando el cuerpo extractor se llena de líquido extractivo, éste se vacía por el sifón lateral interno y desemboca en el matraz inferior. El disolvente se va reciclando durante el proceso mientras que los principios activos se van concentrando en el matraz inferior.

Por otro lado, en el método de reflujo el material sólido se va calentando junto con el disolvente en un matraz y se coloca un refrigerante en posición vertical para que se condense y no se pierda el disolvente que está hirviendo.

La extracción con solventes tiene algunas desventajas. Algunas de ellas son:

- Requiere períodos de tiempo relativamente largos.
- Los aceites obtenidos contienen trazas de los solventes utilizados.
- Su uso es limitado en la industria cosmética, de alimentos y farmacéutica.

IV. 3. 3 EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS

Un fluido supercrítico es un estado de la materia en la que se encuentra bajo condiciones de presión y temperatura superior a su punto crítico, en el que no se pueden distinguir el estado gaseoso del estado líquido. En este punto el compuesto es compresible, comportándose como un gas y tiene la densidad de un líquido y por lo tanto su poder disolvente (Luque de Castro et al., 1993).

Todas las sustancias se caracterizan por poseer un diagrama de fases (representación gráfica de condiciones termodinámicas de equilibrio), el cual permite conocer el estado de agregación de estas a cualquier valor de temperatura y presión. El estado de equilibrio es aquel en el que una sustancia no cambia sus propiedades en el tiempo, a menos que sea afectada por una alteración de la temperatura o la presión, entre otras.

Los diagramas se encuentran definidos por tres líneas, de sublimación, de fusión y de vaporización. Esta última se caracteriza por desaparecer en un punto denominado, punto crítico, en el cual la presión y la temperatura reciben el nombre de presión crítica y temperatura crítica (García, 1995; Kiran et al., 2012).

Cuando una sustancia está por encima de sus valores críticos, dicha sustancia recibe el nombre de fluido supercrítico (Velásquez, 2008), condición en la cual la sustancia no se licua por más que se aumente la presión ni se vaporiza por más que se eleve la temperatura, lo que hace que la fase líquida sea indistinguible de la fase gaseosa (Brunner, 2013) debido a que no existe interacción entre las fases. En este punto la sustancia no puede ser considerada ni como un gas, ni como un líquido (Kiran, 2012) ya que solo existe una fase.

La extracción por fluidos supercríticos es una operación unitaria que explota el poder disolvente que poseen los fluidos supercríticos en condiciones especiales de presión y temperatura. Con esta técnica es posible obtener extractos libres de solventes y la extracción es realizada con menos tiempo que con la utilización de solventes orgánicos.

Los siguientes son ejemplos de algunos compuestos que son usados comúnmente como fluidos supercríticos:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Agua (H_2O)
- Metano (CH_4)
- Metanol (CH_3OH)
- Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- Acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)

De todos los solventes supercríticos, el dióxido de carbono es el más investigado, debido a que no es un elemento tóxico ni inflamable, no perjudica la naturaleza y no requiere de un equipo demasiado sofisticado para cumplir su misión de arrastre de aceites esenciales; presenta propiedades fisicoquímicas propias de los gases y los líquidos, lo que lo convierte en un solvente muy versátil en procesos de separación; es posible realizar extracciones selectivas a temperaturas menores de 20 grados Celsius y presiones fluctuantes entre 60 y 350 bar. (SENA, s.f.).

Del Valle & Aguilera (1999), citados por Peredo, Palou & López (2009) dicen que usando CO_2 en particular, el tratamiento es a temperatura moderada y es posible lograr una alta selectividad de microcomponentes valiosos en productos naturales. La selectividad del CO_2 también es apropiada para la extracción de aceites esenciales, pigmentos, carotenoides antioxidantes, antimicrobianos y sustancias relacionadas, que son usados como ingredientes para alimentos, medicamentos y productos de perfumería que son obtenidas de especias, hierbas y otros materiales biológicos.

Entre las ventajas de la extracción por fluidos supercríticos están:

- Los tiempos de extracción se reducen.
- Se obtienen rendimientos mayores.
- Se requiere menos energía.
- Es posible seleccionar sustancias y extractos cambiando los parámetros de extracción.

CAPÍTULO V. PURIFICACIÓN DE ACEITES VEGETALES

Los aceites vegetales son sustancias compuestas principalmente por triglicéridos insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. En menor proporción se encuentran otros componentes, algunos de los cuales afectan significativamente las propiedades físicas y químicas de los aceites (Gunstone, 2008). Hablar de estos componentes menores, es hacer referencia a ácidos grasos, fosfolípidos, tocoferoles, esteroides, hidratos de carbono, resinas, proteínas, trazas de metales, pigmentos, entre otros. Algunos de los cuales son insaponificables, es decir que no contienen ácidos grasos en su estructura.

El propósito de refinar y procesar los aceites vegetales crudos es precisamente eliminar los materiales indeseables mencionados anteriormente. Básicamente se refiere a tratamientos purificadores, destinados a separar ácidos grasos libres, fosfátidos y otras impurezas del aceite (Bailey, 1976). El proceso de purificación de aceites vegetales involucra varias etapas, teniendo como objetivo principal eliminar la mínima cantidad posible de constituyentes deseables (triglicéridos y vitamina E). Las impurezas interfieren en la calidad y procesamiento del aceite, una vez estas son eliminadas pueden ser recuperadas y utilizadas como subproductos para otras operaciones.

Existen diferentes procesos que permiten separar los constituyentes indeseables del aceite. Como pretratamiento se aplica el desgomado, que pretende eliminar los fosfolípidos del aceite, seguido de una refinación física o química, según se haga referencia a desodorizado/desacidificado o de un tratamiento con álcali para eliminar los ácidos grasos libres, respectivamente.

La refinación química es más agresiva, debido al álcali y es utilizada cuando la exigencia de calidad del aceite vegetal resultante es menor; en tanto que, en la refinación física se utilizan técnicas más respetuosas con el medioambiente y adecuadas para aceites de alta acidez y bajo contenido en gomas (fosfolípidos), generando productos de mejor calidad y reduciendo pérdidas en el proceso. Luego de las operaciones de refinado, es posible aplicar operaciones de blanqueo, desodorizado, winterizado, entre otras. Estas etapas se pueden combinar en función de los objetivos deseados y de la adaptación del aceite para ser sometido a diferentes operaciones, pudiendo utilizarse solo métodos físicos, químicos o una mezcla de ellos (Copeland y otros, 2002).

V. 1 DESGOMADO

Es el primer paso del proceso de refinado de aceites y consiste en eliminar las resinas presentes en el aceite crudo. Existen dos tipos de desgomado:

V. 1. 1 DESGOMADO CON AGUA

Se calienta el aceite crudo con agitación hasta una temperatura de 75°C, adicionando luego el 2% de agua destilada en volumen del aceite. Estas condiciones se mantienen durante 1 hora aproximadamente. La mezcla que resulta de esta etapa se decanta en tiempos variables (24 a 72 horas) con posterior centrifugado durante 30 minutos.

IV. 1. 2 DESGOMADO CON ÁCIDO

Para este proceso, se calienta con agitación una fracción de aceite crudo hasta una temperatura de 80°C, adicionándose luego ácido fosfórico al 85% manteniéndose las condiciones durante 30 minutos. Posterior a la separación de los fosfolípidos, se procede al neutralizado y lavados correspondientes.

V. 2 NEUTRALIZADO O REFINADO

Durante esta etapa del proceso se pretende una completa eliminación de los ácidos grasos libres, los cuales se transforman en jabones insolubles en el aceite. Otras sustancias ácidas presentes se combinan con el álcali, separándose también como impurezas adsorbidas por los jabones formados en dicho proceso. El álcali más utilizado es la sosa cáustica (hidróxido de sodio), debido a la acción decolorante que este presenta, pero tiene la desventaja de que, por ser tan fuerte, suele saponificar aceite neutro, además de los ácidos grasos libres (Bailey, 1976). Dicho tratamiento elimina además al gosipol y pigmentos del aceite, debido a la fácil combinación de estos con la sosa cáustica

V. 3 BLANQUEO

El blanqueo mejora el color y el sabor del aceite refinado, al descomponer los peróxidos y eliminar los productos de oxidación, fosfátidos residuales y jabones residuales. Entre los materiales de blanqueo de los aceites vegetales se incluyen las tierras neutras (denominadas comúnmente arcilla natural o tierra de Fuller), tierra activada con ácido, carbono activado y silicatos.

V. 4 DESODORIZADO

Generalmente consiste en hacer pasar vapor a través del aceite refinado a temperatura elevada y bajo condiciones de casi vacío con el fin de vaporizar y eliminar los componentes volátiles desagradables.

TERCERA PARTE
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

VI. 1 DELIMITACIÓN

Ubicación: Inicialmente, se trabaja con los desechos de la producción en República Dominicana, con posibles fines de expansión en un futuro.

Forma: Esta investigación se basa en aprovechar los residuos agroindustriales generados por la guanábana, dando así, aprovechamiento a sus semillas y cáscaras y dándoles un valor comercial en las industrias.

Temporal: Se realiza entre 2022 y 2023.

VI. 2 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

Los principales involucrados son los agricultores y pequeños comerciantes que trabajan cultivando y procesando guanábanas, puesto que la materia prima principal para este proyecto es semillas de guanábana y, a pesar de que en este momento el valor de la misma es nulo, el precio de esta se ve beneficiado por el aumento de la demanda; Esto conlleva al uso de recolectores para que se encarguen de localizar las semillas de residuos agroindustriales para ser trasladadas a la planta de extracción de aceite; Teniendo en cuenta lo anterior, el país también se verá beneficiado puesto que las ventas y posibles exportaciones aportarán a la economía de este.

En la tabla 9 se observa detalladamente la matriz de los interesados del proyecto, en una escala de 1 a 5, siendo 1 un impacto más bajo y el 5 muy alto.

Tabla 9.

Matriz de interesados

Interesados	Impacto del interesado	Impacto sobre el interesado	Interés del individuo en el éxito del proyecto
Industria de alimentos	4	3	1
Agricultores	5	5	4
Recolectores	4	5	3
Empleados	4	2	3
Inversionistas	5	5	5
Ministerio de Medioambiente	5	2	3
Consumidores	4	3	3
Financiación	5	2	3

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE MERCADO

El análisis de mercado que se presenta a continuación nos permite ampliar el panorama, identificando los posibles sectores beneficiados y de esta forma lograr los objetivos iniciales de este proyecto.

VII. 1 MERCADO DOMINICANO

Tabla 10.

Producción mundial y nacional de guanábana.

País	Producción
México	6,010.5 hectáreas
Ecuador	3,000 toneladas anualmente.
Colombia	1 tonelada por semana.
República Dominicana	Se está empezando a producir en pequeñas plantaciones.

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

A partir de la información suministrada en la tabla 10, se muestra que la producción de la guanábana es bastante amplia, por lo cual se podría aprovechar las semillas desechadas de estas en gran magnitud.

VII. 2 COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DOMINICANO

No existen estudios de la demanda potencial de aceite de semillas oleaginosas en República Dominicana, que es donde se pretende instalar el proyecto, pero existen datos sobre las ventas en el año 2022 en la categoría elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal.

Actualmente, según un informe del Ministerio de Industria y Comercio y MiPymes (MICC), el país cuenta con 14 industrias registradas que se dedican a la elaboración y comercialización de aceites y grasas, de las cuales el 50% y el 21.4% se encuentran localizadas en el Distrito Nacional y Santo Domingo, respectivamente. Estas industrias alcanzaron un total en ventas de \$376,221,799,830.67 con un total de recaudaciones internas de \$178, 296,776 para finales del 2022.

De acuerdo a datos de la Dirección General de Aduanas (DGA), las exportaciones dominicanas de aceites y grasas de origen animal y vegetal registraron un crecimiento del 18.5 % durante el 2022, al pasar de 6.5 millones de dólares en 2021 a 7.7 millones de dólares en 2022. Los principales países destino son Haití, Cuba y Puerto Rico.

Por estas razones se puede afirmar que la industria y el consumo de aceites está en constante crecimiento, con un mercado atractivo para la elaboración de un nuevo producto, aprovechando los residuos que genera el procesamiento de la fruta. Todo esto basado en las necesidades, y hábitos de compra en estos sectores.

VII. 2. 1 PRECIOS Y PRESENTACIÓN DE LAS MARCAS MÁS POPULARES EN EL MERCADO DOMINICANO

Las empresas de las marcas más populares en el mercado dominicano que distribuyen aceites vegetales para fines no alimenticios son Agalma Natural, Laboratorios Dr. Collado, Capilo Pro y ABS Dominicana que ofrecen aceites vegetales a partir de diferentes materias primas.

Tabla 11.

Descripción de los productos de las marcas más populares del mercado.

Marcas	Descripción	Presentación	Unidades	Precio
ABS Dominicana	Aceite de aguacate	1 onza	1	\$350
ABS Dominicana	Aceite de jojoba	1 onza	1	\$400
Agalma Natural	Aceite de semilla de uva	2 onzas	1	\$550
Agalma Natural	Aceite de macadamia	2 onzas	1	\$650
Capilo Pro	Aceite de coco Extra Virgen	2 onzas	1	\$156
Capilo Pro	Aceite de Argán	2 onzas	1	\$156

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

En la tabla a continuación se presentan los datos sobre las ventas de aceite vegetal, realizadas únicamente en farmacias durante el período abril 2022 hasta abril 2023 en miles de dólares.

Tabla 12.*Descripción de las ventas generadas entre abril 2022 y 2023 en farmacias dominicanas.*

Manufacturero	Descripción	Tipo de producto	Monto Vendido (USD\$) 2022	Monto Vendido (USD\$) 2023
Roldan	Aceite almendras líquido 118mL x 1	Genérico	\$45,031.56	\$15,804.03
Collado	Aceite almendras líquido 120mL x 1	Genérico	547,379.75	\$633,182.64
Collado	Aceite almendras líquido 60mL x 1	Genérico	\$224,833.01	\$219,495.12
Inmenol	Aceite castor líquido 30mL x 1	Genérico	\$7,480.00	\$2,340.00
Jupageva	Aceite castor líquido oral 30mL x 1	Genérico	\$3,125.00	\$29,275.00
Roldan	Aceite castor líquido 30mL x 1	Genérico	\$14,834.92	\$7,362.32
Jupageva	Aceite castor líquido 60mL x 1	Genérico	\$69,345.00	\$41,280.00
Danolux pharma	Aceite de castor líquido 2oz x 1	Genérico	\$12,689.04	\$6,880.95
Inmenol	Aceite ricino líquido 30mL x 1	Genérico	\$10,825.00	\$7,175.00
Jupageva	Aceite ricino líquido 30mL x 1	Genérico	\$20,668.82	\$43,119.14
Roldan	Aceite ricino líquido 30mL x 1	Genérico	\$12,206.50	\$14,893.63
Collado	Aceite ricino líquido 60mL x 1	Genérico	\$54,620.64	\$0.00
Jupageva	Aceite ricino líquido 60mL x 1	Genérico	\$96,062.98	\$117,278.58
Agar	Aceite rosa mosqueta líquido 15ml x 1	Genérico	\$1,785,989.03	\$1,659,414.24
		TOTAL	2,905,091.25	2,797,500.65

Nota. Elaborado por Sandoval, Y. (2023). Con datos de IQVIA (2023) para el sector farmacéutico dominicano.

VII. 2. 2 MERCADO OBJETIVO

Las ventas de la planta de extracción se realizan a comercializadores mayoristas de la ciudad de Santo Domingo, esto permite que la empresa tenga un crecimiento continuo y rápido, ya que la misma se concentrará en los factores de producción y delegará a los distribuidores el trabajo de las ventas.

Igualmente hay que tener en cuenta que existen distintos y diferentes mercados a los que se puede dirigir la producción de la planta, tales como centros de estéticas, clínicas de medicina alternativa, centros holísticos, centros deportivos, centros de acondicionamiento físico y centros de rehabilitación para personas adultas.

VII. 2. 3 DEMANDA

De acuerdo a estimaciones y proyecciones de “Dominicana en cifras” de la Oficina Nacional de Estadística (ONE) la República dominicana en 2021 presenta una población estimada de 10,448,499 personas. Con 8,595,163 de éstos en las zonas urbanas. El grupo de edad más grande en estas zonas es de 15 a 65 años conformando un 65.6% de la población en estas zonas. Aplicando este porcentaje a la población en zonas urbanas quedan 5,638,343, que son la cantidad de personas que conforman el mercado objetivo. Aplicando ahora los porcentajes, según los resultados de la encuesta de personas (78.7%) dispuestas a comprar aceite vegetal extraído de semillas de guanábana, se obtiene el nicho de mercado final 4,437,376 compradores regulares.

Asumiendo que la captación será de solo un 15% del mercado de clientes regulares, esto deja con, potencialmente, 665,606 clientes regulares.

VII. 3 ANÁLISIS DE DATOS DE LA ENCUESTA

En lo que respecta a los cuestionarios se ha aplicado procesamiento estadístico elemental, calculando los porcentajes que representan estas. Las preguntas abiertas han sido leídas para reducirlas dentro de las respuestas más repetidas o parecidas. Se entiende que la intención de este cuestionario tiene un carácter exploratorio de los fenómenos resaltantes de esta investigación. Más que emitir juicios de valor sobre el resultado de estos cuestionarios, se quiere presentar la percepción que tiene el consumidor dominicano de aceites vegetales con relación a la introducción de un nuevo aceite vegetal al mercado.

Los diferentes resultados que se presentan a continuación muestran rasgos que demarcan las características generales y específicas, en lo que respecta a aspectos vinculados a nuestra investigación, referente a la población seleccionada.

Se recopilan datos demográficos de los encuestados, entre los cuales se pregunta el sexo y edad. El tamaño de la muestra es de 390 encuestados, de los cuales 269 son mujeres y 121 son hombres.

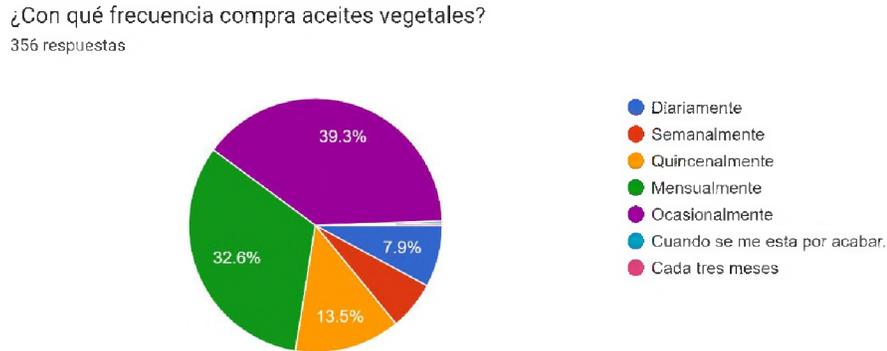
Entre la población encuestada se encontró que el 14.1% son menores de 18 años, el 2.8% son mayores de 60 años, el 21.3% tiene entre 41 y 59 años, el 43.6% tienen edades entre 26 y 40 años, siendo este el grupo más predominante y por último el 17.9% tienen edades de 18 a 25 años.

El segundo grupo de preguntas tiene como objetivo saber la parte de los encuestados que tiene conocimientos sobre el tipo de producto al que está enfocado el cuestionario: aceites vegetales, por lo que a la pregunta “¿Sabe usted lo que es un aceite vegetal?”, el 92.6% son afirmativas, mientras que 4.9% y 2.6% son “quizás” y “no”, respectivamente. En cuanto al uso de aceites vegetales 356 encuestados responde a que lo usa o ha utilizado y 34 encuestados responde “no”.

La siguiente sección del cuestionario, está condicionado a la respuesta de la pregunta anterior, por lo que, aquellos encuestados que respondieron no haber utilizado algún aceite vegetal, terminan el cuestionario, esto se debe a que las preguntas de esta sección están orientadas específicamente para usuarios de aceites vegetales, de modo que se pueda saber detalles sobre sus aplicaciones, frecuencia y lugar de compra, presentaciones y demás.

De estas 356 personas, el 64% asegura que utiliza los aceites vegetales para cocina, el 59.3% lo utiliza para cosmética (pelo, piel, uñas, entre otros) y el 43.3% da a los aceites vegetales un uso medicinal. La frecuencia de compra se muestra en la figura.

Figura 18. Resultados de encuesta, pregunta 6



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Sobre el lugar donde normalmente la población encuestada compra sus aceites vegetales, el de mayor predominio fue en supermercados (81.2%), seguido por farmacias con 36% y tiendas de belleza e internet con 30.6% y 10.1%, respectivamente.

En cuanto a la presentación, las más populares son frascos de 5 onzas con un valor de 30.9%, seguido por frasco de 10 onzas con 25.8%, frascos de 2 onzas 22.5% y frascos de 1 onza con 18.5%.

De los aceites vegetales más conocidos, las respuestas obtenidas eran muy variadas por lo que se opta por elegir las de mayor cantidad de respuestas, mostrándose en la tabla 13:

Tabla 13.

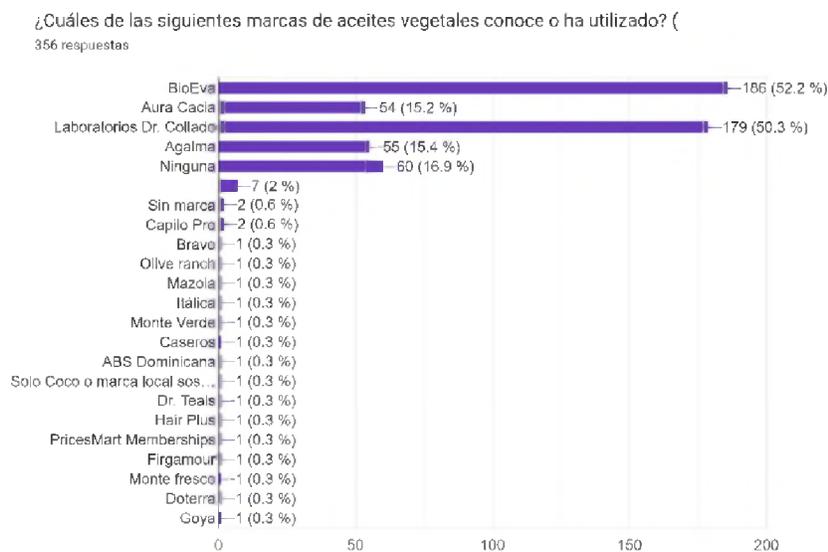
Resultados de encuesta, pregunta 9

¿Cuáles aceites conoce o ha utilizado?	
Aceite	Cantidad personas
Coco	309
Almendra	221
Aguacate	188
Argán	145
Jojoba	100

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Las marcas más populares entre los encuestados se muestran en la figura, siendo Laboratorios Dr. Collado y BioEva las de mayor valoración.

Figura 19. Resultados de encuesta, pregunta 10



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

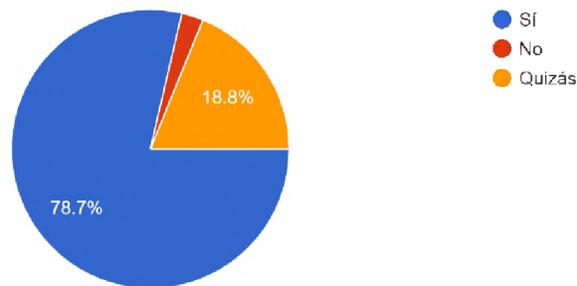
Con relación al presupuesto de los encuestados para comprar aceites vegetales, el 48.6% tiene un presupuesto de menos de \$500.00 pesos dominicanos, mientras que el 43.5% destina entre \$500.00 y \$1,000.00 pesos para la compra de este tipo de producto.

Finalmente, se pregunta si el encuestado estaría dispuesto a comprar un aceite vegetal, extraído de semillas de guanábana cuyo uso principal sería para uso medicinal y estético externo, a lo que la mayoría respondió a que “sí” (78.7%), “no” (2.5%) y “quizás” (18.8%)

Figura 20. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 12

¿Compraría usted un aceite vegetal extraído a partir de semillas de guanábana, destinado para uso estético y/o medicinal?

356 respuestas



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

VII. 2. 5 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE COMPRA

Para determinar la frecuencia de compra de la demanda calculada en la parte anterior, se aplican los porcentajes encontrados en encuesta realizada. Esta encuesta se centra en conocer las preferencias del consumidor, tanto en precio como en presentación del producto. A partir de esto se muestran los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Determinación de la demanda del consumidor final.

Consumidor final			
Número de personas 665,606	Frecuencia de compra	Número de personas según la frecuencia de compra	Número de ventas realizadas al mes
	Quincenalmente	89,857	179,714
	Mensualmente	216,988	216,988
		Total	396,702

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

VII. 3 OFERTA

En este momento las semillas de la guanábana no tienen valor comercial, se les puede dar todo el uso mediante la obtención de aceite vegetal. La oferta del producto final dependerá de la cantidad y la accesibilidad a estos desechos.

Esto evidentemente va a variar según la temporada de la fruta y la disponibilidad de las semillas de guanábanas, que constituyen la principal materia prima para la elaboración del producto final, lo que haría que el plan de producción se ajuste a su mayor capacidad en tiempos de temporada de la fruta. Independientemente de la demanda, como no se conoce con certeza la captación del producto en el mercado, inicialmente se tomará como punto de referencia fabricar 50,000 unidades de producto al año (1,417.5 Kg), por lo que, la propuesta de producción se hará en base a este número.

VII. 3. 1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto final es aceite vegetal no comestible para uso externo extraído de las semillas de guanábana, destinado para uso medicinal y/o cosmético, cuya ventaja principal es que su materia prima no tiene valor monetario en estos momentos porque son considerados como desechos agroindustriales.

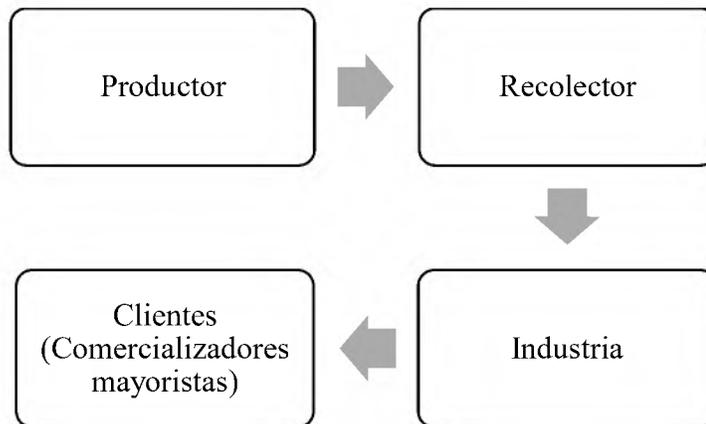
Dentro de las condiciones que se pueden tratar con el producto se encuentran: afecciones inflamatorias de la piel como eccema, sequedad, psoriasis, acné, manchas, dermatitis y muchos más.

La presentación en la que el producto se comercializa es frasco gotero color ámbar con capacidad para 1 onza, empacado en cajas plegadizas individuales. Cada caja corrugada contendrá en su interior 25 cajas individuales de aceite vegetal.

VII. 4 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Se trabaja con las semillas de guanábanas en República Dominicana, con posibles fines de expansión.

Figura 21. Canales de distribución



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

CAPÍTULO VIII. LOCALIZACIÓN

VIII. 1 MATRIZ DE FACTORES

La matriz de factores es la representación de los factores valorados, y qué tan importantes son a la hora de elegir una localización, donde 1 es el valor mínimo y 10 el máximo.

Tabla 15.

Matriz de factores.

Localizaciones	Factores					Total
	Sector	Terreno	Servicios	Accesibilidad	Costo	
San Isidro	6	7	8	7	7	35
Santiago de los Caballeros	8	6	8	8	7.5	37.5
Herrera	8	7	9	8	9	41
San Cristóbal	8	8	7.5	9	9	41.5

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

VIII. 2 MATRIZ DE DISTANCIAS

En esta tabla se representa la accesibilidad de las distintas localizaciones con respecto a lugares de interés, mientras menor sea el total, más cerca de las diferentes localizaciones de interés se encuentra el local o la planta de trabajo.

Tabla 16.

Matriz de distancias en kilómetros.

Matriz de distancias						
Localizaciones	San Isidro	Santiago de los Caballeros	Herrera	San Cristóbal	Plantas procesadoras Cibao	Plantas procesadoras San Cristóbal
San Isidro	0	179.0	25.6	62.4	141.0	68.8
Santiago de los Caballeros	179.0	0	155.0	154.0	38.2	160.0
Herrera	25.6	155.0	0	19.0	117.0	24.6
San Cristóbal	62.4	154.0	19.0	0	115.0	9.5
Plantas procesadoras Cibao	141.0	38.2	117.0	115.0	0	122.0
Plantas procesadoras San Cristóbal	68.8	160.0	24.6	9.5	122.0	0
Total	476.8	686.2	341.2	359.9	533.2	384.9

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

VIII. 3 MACRO Y MICRO-LOCALIZACIÓN

Como se puede observar la localización ideal de acuerdo, tanto a los factores evaluados en la tabla 14, como en la matriz de distancias, es Herrera, por esta razón la macro-localización seleccionada es la ciudad de Santo Domingo.

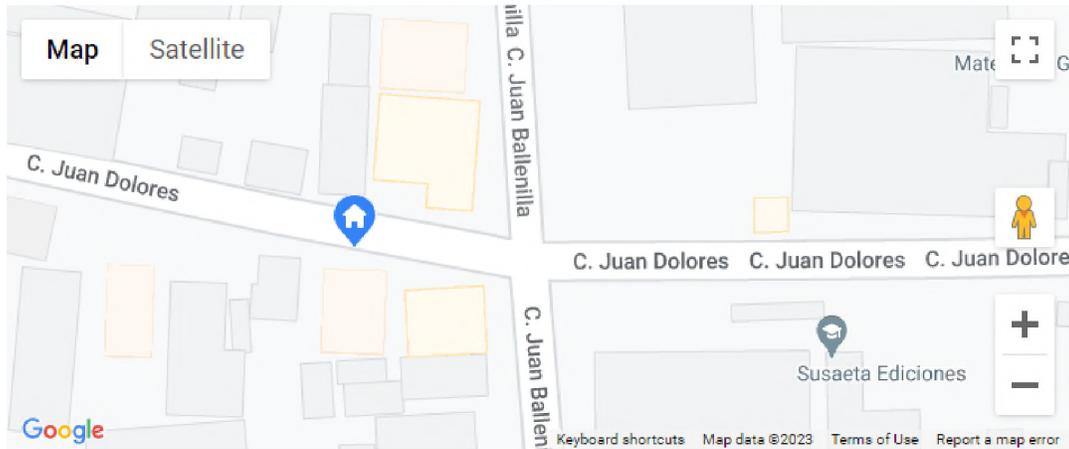
Se elige un local o micro-localización, teniendo en cuenta el área requerida por las maquinarias y el espacio administrativo, y constando que esté en buenas condiciones. Al sumar las áreas individuales ocupadas por los mobiliarios y cada una de las maquinarias este valor resultó en 368.19 m², siendo esta el área mínima requerida del terreno para instalar la planta.

Considerando esto se selecciona una nave industrial que se encuentra ubicada en la zona industrial de Herrera, en la calle Juan Dolores esquina calle Juan Ballenita, provincia Santo Domingo Oeste (aproximadamente a 50 metros de la Av. Luperón).

Figura 22. Ubicación nave industrial

Ubicación

📍 Zona Industrial De Herrera Sn, Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional



Fuente. Google Maps

VIII. 4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

La nave seleccionada se encuentra en un complejo privado de naves industriales, consiste en un único piso, conformado por la parte administrativa y la nave industrial de 535 m². Cuenta con 1 baño, seguridad 24 horas, parqueos para 2 furgones, rampas y pre-instalación de aires acondicionados, planta eléctrica para la capacidad total de la nave y sistema de cámaras de seguridad, acceso a electricidad, agua potable y otros servicios básicos. Además, cuenta con facilidad de parqueos para empleados y/o visitantes.

La nave se encuentra en etapa de construcción y la entrega está prevista para hacerse en diciembre 2023. El precio de alquiler es de \$5,360 dólares mensuales, no incluido el mantenimiento ni el monto de ITBIS.

Figura 23. Anuncio publicitario nave industrial



Otro inmueble en Alquiler

Alquiler De Naves En La Zona Industrial De Herrera 

Publicado hace 25 días

\$ 5,360

 535 ha totales

[Contactar](#) [WhatsApp](#)

¿Tuviste un problema con la publicación? Avisanos.

Información del particular

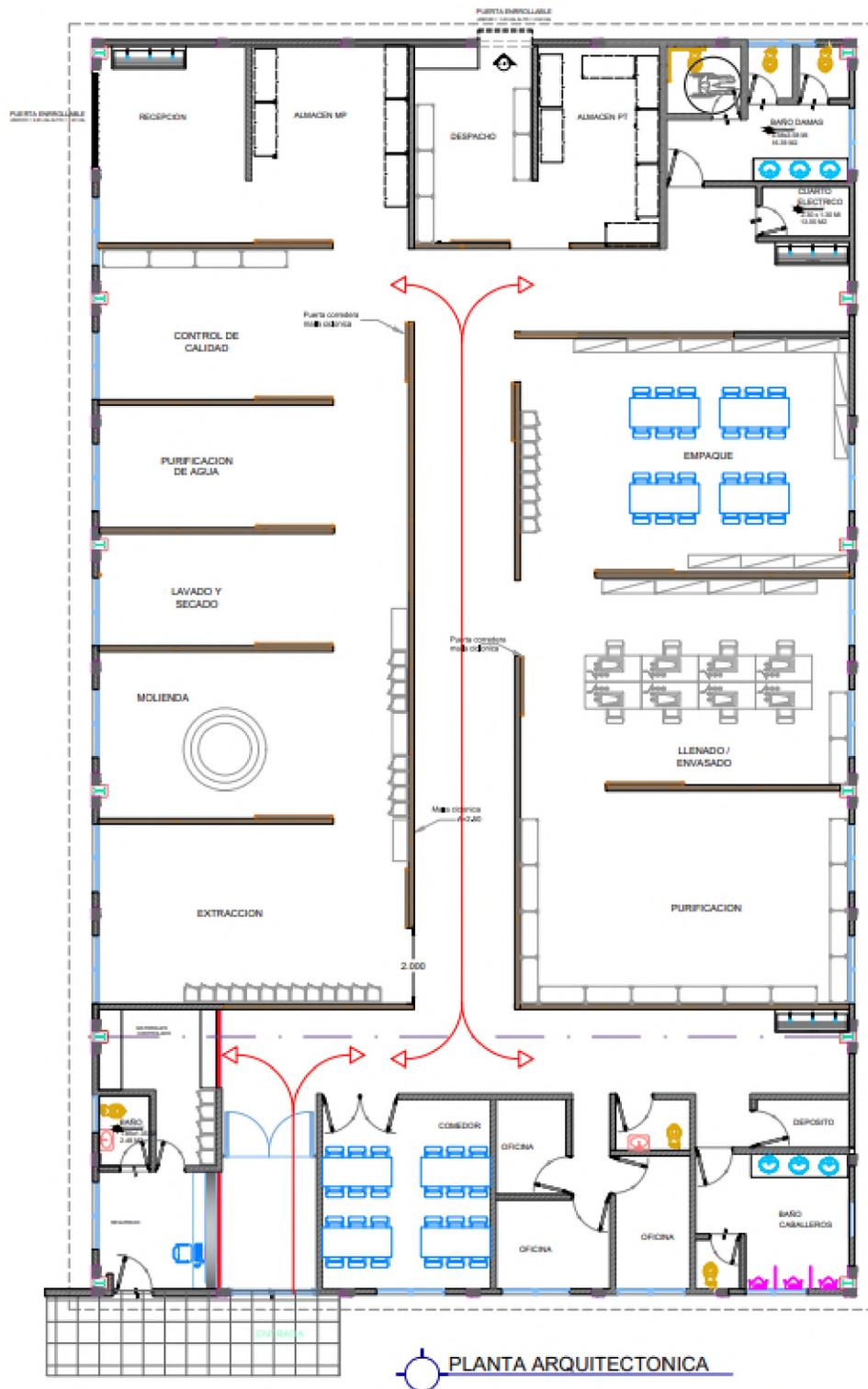
Fuente. Mercado Libre (2023)

VIII. 5 DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

Se tiene en cuenta el factor más importante, siendo este la seguridad y el espacio suficiente entre cada una de las áreas al momento de realizar la organización.

La nave cuenta con dos áreas de almacenaje, una para producto terminado y una para los insumos y materias primas utilizados en la producción, cada área de almacén se compone por 3 hileras de 5 estanterías cada una, adicional a esto cuenta con un área de recepción, despacho y control de calidad, además de la zona administrativa, un cuarto de seguridad y un comedor. El resto de las áreas son divididas para cada una de las etapas del proceso de producción: lavado y secado, molienda, extracción y purificación, envasado y empaque.

Figura 24. Distribución nave industrial



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

CAPÍTULO IX: PLAN DE PRODUCCIÓN

IX. 1 MATERIA PRIMA

Las cantidades y proporciones de los reactivos se determinan a partir de la experimentación realizada. Estos reactivos se pueden comprar a distribuidores del país. [Anexo 2]. Indiferentemente del lugar de procedencia, teniendo en cuenta que ahorrar en gastos es lo más importante, se determina que las entregas de todos los reactivos se realizan en un período de 7 a 15 días. Las cantidades de todos se determinan a través de la demanda proyectada. Debido a las grandes cantidades de agua requerida se decide invertir en purificadores de agua, para hacer uso de esta en ciertas partes del proceso de producción. Además, como la tecnología que se emplea para la extracción permite recuperar grandes cantidades del solvente utilizado (más del 90%), los costos de materia prima disminuyen considerablemente.

Tabla 17.

Costo de materias primas y material de empaque

Costos de materia prima y materiales de empaque mensual						
Reactivos y Materiales	Cantidad de insumo/Oz de producto terminado	Total de insumos al mes	Cantidad por artículo	Cantidad de artículos por mes	Precio artículo comprado (RD\$)	Costo (RD\$) mensual según el insumo
Hexano grado comercial (L)	0.472	1,966.6	0.4720	4,166.6	\$840.00 (3.78 L)	\$437,022.00
Hipoclorito de sodio al 10% (L)	0.0118	49.16	0.0118	4,166.6	\$11,210.0 (208.2 L)	\$2,646.9
Hidróxido de Sodio líq 50% (L)	0.00006	0.25	0.00006	4,166.6	\$7,054.63 (15 L)	\$117.60
Ácido fosfórico 75% (L)	0.00003	0.12	0.00003	4,166.6	\$3,804.50 (4 L)	\$114.14
Semillas de guanábana (Kg)	0.118	491.7	0.118	4,166.6	-	-
Frasco gotero (Und)	1	4,166.6	1	4,166.6	\$3.80 (1 unidad)	\$16,083.08
Caja plegadiza (Und)	1	4,166.6	1	4,166.6	\$3.65 (1 unidad)	\$15,208.09
Caja de cartón corrugado (Und)	0.8	166.0	0.8	4,166.6	\$45.9 (1 unidad)	\$7,619.400
Onzas de producto al mes	Cuota diaria (Oz)		Costo (RD\$/Oz de producto)		Total mensual	\$478,820.32
4,166.6	208.33		\$114.92		Total anual	\$5,745,843.84

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 2 MANO DE OBRA

La cantidad de operarios se determina tomando en cuenta las recomendaciones de cada maquinaria. Todos los demás puestos se seleccionan con el fin de optimizar la planta y cumplir con otras responsabilidades administrativas. Para la jornada laboral se estipula un turno administrativo de 8 horas, 5 días a la semana, para la parte operativa (operarios y oficiales de seguridad) los empleados tendrán un turno especial de 12 horas, modalidad 4x4 (4 días libres por cada 4 días laborados), luego de considerar otras opciones que no justifican el aumento en el pago de sueldos. El monto total a pagar, luego de incluir el ARL (1.1%), el SFS (7.09%), el AFP (7.1%) y el 1% de Infotep, se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Aportes nominales del empleador a la Tesorería de Seguridad Social (TSS)

Aportes del empleador a la TSS				
ARL (1.1%)	SFS (7.09%)	AFP (7.1%)	INFOTEP (1%)	TOTAL (RD\$)
\$5,159.00	\$33,252.10	\$33,299.00	\$4,690.00	\$76,400.10

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 2. 1 COSTO DE MANO DE OBRA

Tabla 19.

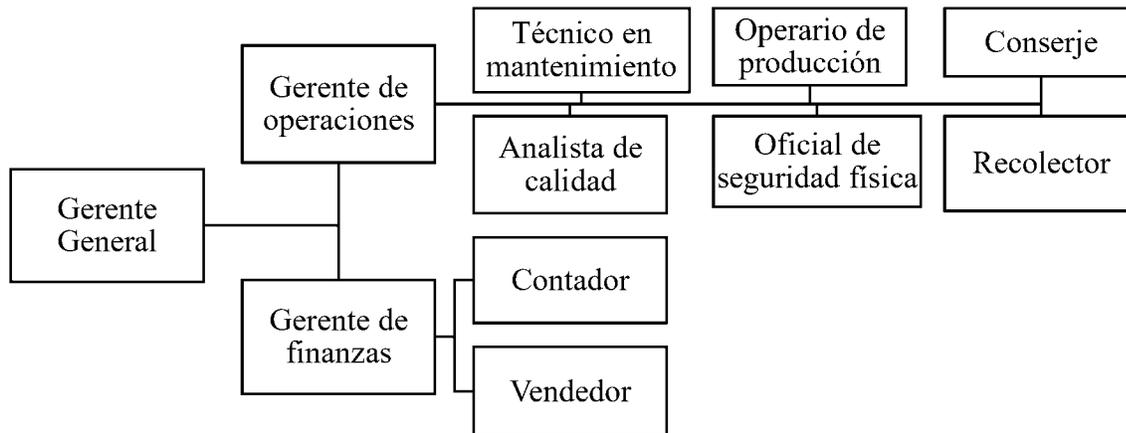
Costo de la mano de obra.

Nómina					
Puesto	Cantidad	Salario individual mensual por puesto (RD\$)	Sub-total mensual por puesto	AFP (2.87%) Individual	SFS (3.04%) Individual
Recolector	2	\$9,000.00	\$18,000.00	\$258.30	\$273.60
Gerente de operaciones	1	\$40,000.00	\$40,000.00	\$1,148.00	\$1,216.00
Operarios de producción	8	\$15,000.00	\$120,000.00	\$430.50	\$456.00
Gerente de finanzas	1	\$35,000.00	\$35,000.00	\$1,004.50	\$912.00
Vendedor	2	\$20,000.00	\$40,000.00	\$574.00	\$1,064.00
Analista de calidad	1	\$20,000.00	\$20,000.00	\$574.00	\$608.00
Contador	1	\$30,000.00	\$30,000.00	\$861.00	\$912.00
Oficial de seguridad física	4	\$13,000.00	\$52,000.00	\$373.10	\$395.20
Conserje	3	\$13,000.00	\$39,000.00	\$373.10	\$395.20
Gerente General	1	\$55,000.00	\$55,000.00	\$1,578.50	\$1,672.00
Técnico en mantenimiento	1	\$20,000.00	\$20,000.00	\$574.00	\$608.00
Total	25	\$270,000.00	\$469,000.00	\$7,749.00	\$8,512.00

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 2. 2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 25. Organigrama de la empresa.



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 2. 3 DESCRIPCIONES DE PUESTOS

○ Gerente General

Ejecutivo que tiene la responsabilidad de conducir la organización de una empresa, liderando al equipo de trabajo y coordinando las actividades de otras gerencias con el fin de cumplir con los objetivos estratégicos establecidos en el plan de trabajo. Diseñar la estrategia y fijar objetivos para el crecimiento de la empresa, toma de decisiones críticas, especialmente cuando se trata de asuntos centrales o vitales para la organización.

○ Gerente de operaciones

Principalmente se encarga de implementar los procesos y prácticas correctas en la organización. Dentro de sus labores específicas están formular estrategias, diseñar estrategias para mejorar el rendimiento de los procesos, comprar material y recursos y asegurar el cumplimiento de las normas aplicables.

- **Gerente de finanzas**

Es el responsable de planear y dar seguimiento a la gestión financiera de la empresa y suministrar oportunamente información válida y confiable sobre el rendimiento de las operaciones que permita la toma de decisiones, a fin de cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa, además de garantizar el buen funcionamiento administrativo de la oficina y óptimo estado de las instalaciones físicas de la empresa.

- **Técnico en mantenimiento**

Sus tareas incluyen llevar a cabo procedimientos de mantenimiento rutinarios y ayudar a solucionar y reparar con rapidez cualquier problema mecánico o eléctrico que surja en los procesos de fabricación y en los equipos, así como en los sistemas de apoyo de las instalaciones de la empresa.

- **Operario de producción**

Es el responsable de operar los equipos durante las diferentes etapas del proceso productivo, y todo lo que esto conlleva: alimentación de equipos, pesada de materias primas y reactivos, limpieza y sanitización de maquinarias, entre otras.

- **Analista de calidad**

Responsable de la revisión de los procesos que impliquen aspectos administrativos y de control en el interior de la empresa, y mantener los procedimientos necesarios del Sistema de Gestión de Calidad; de acuerdo con los requisitos de la norma vigente aplicable y los Programas de Mejora de la Gestión de las áreas involucradas en el proceso.

- **Contador**

Sus funciones incluyen analizar y registrar en el sistema todos los movimientos y transacciones contables que se realicen en la empresa, así como preparar reportes y estados financieros acordes a los principios de contabilidad generalmente aceptados en el país.

- **Vendedor**

Encargado de la atención al cliente, cotización, venta y coordinación de entrega del producto a los clientes particulares y mayoristas. Elaborar reportes de ventas, así como también diseñar proyectos y planes de ventas.

- **Oficial de seguridad física**

Encargado de detectar cualquier comportamiento sospechoso y prevenir actos de vandalismo, robos u otros comportamientos delictivos dentro de las instalaciones de la empresa. Debe llevar un control de entrada y salida de todo personal, material u objeto que entre y salga de la planta, así como monitorear las cámaras de vigilancia.

- **Conserje**

El conserje se encarga de mantener las instalaciones de la empresa limpias y ordenadas. Así como de velar porque las áreas de uso común dígase: comedor, baños, pasillos, oficinas, se encuentren debidamente equipadas con materiales gastables (papel, servilletas, jabón, sanitizante de manos, bebederos de agua, entre otros).

- **Recolector**

Personal destinado para recoger y transportar las semillas desechadas de guanábana desde las plantas procesadoras hasta la planta de extracción. Es necesario tener vehículo propio (camión) para el transporte. La empresa cubre gastos de combustible.

IX. 3 PROCESO DE PRODUCCIÓN Y FACTOR LIMITANTE

Mediante la matriz de la tabla 20 se determina el número de maquinarias necesarias por cada etapa. Adoptando la producción diaria mínima y las capacidades de varios mecanismos, teniendo en cuenta la duración de la jornada laboral y el número de ciclos de cada mecanismo que se puede hacer durante el día. Se observa que el factor limitante es el proceso de purificación.

Tabla 20.

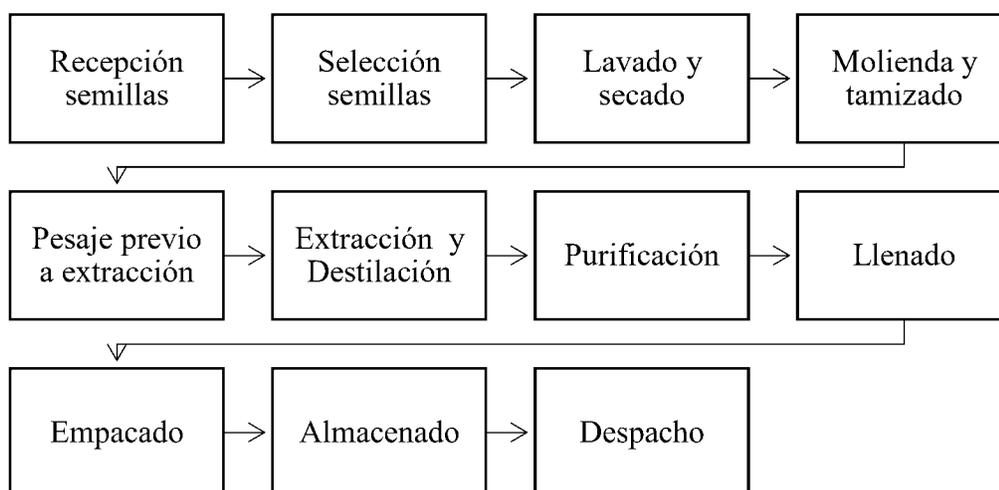
Matriz de etapas proceso de producción de aceite vegetal de semillas de guanábana.

Producción de aceite				
Actividad	Capacidad individual	Cantidad de máquinas	Duración del ciclo (horas)	Número de ciclos por día
Lavado	200 Kg/h	1	2.00	6
Secado				
Molienda	60 Kg/h	1	0.4	30
Tamizado				
Pesaje	No definido	1	0.08	150
Extracción	50 L	1	2.00	6
Destilación				
Purificación	30 Kg/h	1	4.00	3
Envasado	600 unidades/h	1	0.35	34

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

En la figura 26 se presenta el diagrama de flujo por etapas del proceso de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana.

Figura 26. Diagrama de flujo proceso extracción aceite vegetal de semillas de guanábana



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 4 MAQUINARIA

La maquinaria se selecciona en base a la experimentación realizada. Además de esto, se toman en cuenta factores tales como: la capacidad de cada maquinaria individual, el consumo eléctrico, el espacio total que ocupa y, por supuesto, el costo.

Tabla 21.

Características máquinas y equipos

Maquinaria	Cantidad	Peso (Kg)	Capacidad	Maquinarias y equipos				Costo individual (RD\$)	Costo sub-total (RD\$)
				Consumo (Kw-h)	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m ²)		
Extractor/ Destilador Industrial Soxhlet	1	160	50 L	3.5	1.8	1.925	3.465	\$821,967.00	\$821,967.00
Purificador de aceite	1	500	30 Kg/h	6	1.5	1.35	2.025	\$357,646.25	\$357,646.25
Molino Industrial	1	150	60 Kg/h	4	0.96	0.65	0.624	\$330,135.00	\$330,135.00
Lavadora y secadora de semillas	1	500	200 Kg/h	1.5	2	3	6	\$220,090.00	\$220,090.00
Llenadora de frascos	1	600	10 - 50 und/min	1.5	2.5	1	2.5	\$924,378.00	\$924,378.00
Montacargas	1	4130	2000 Kg	11	2.375	1.15	2.73125	\$550,581.00	\$550,581.00
Báscula de suelo industrial	2	13	60 Kg	N/A	0.087	0.025	0.002175	\$ 23,847.00	\$47,694.00
Balanza de precisión de laboratorio	2	5	100 g	N/A	0.006	0.006	0.000036	\$12,667.00	\$25,334.00
Purificador de agua	2	500	1000 L/h	1.9	0.75	0.9	0.675	\$450,500.00	\$ 901,000.00
Total								\$ 3,691,811.25	\$ 4,178,825.25

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 5 COSTO DE MOBILIARIO

Los diversos muebles necesarios para el montaje del espacio de trabajo se detallan a continuación. Estos van acompañados de su precio, su cantidad y en algunos casos de la superficie que ocupa o del consumo eléctrico necesario para su puesta en marcha. En el caso de la zona de estanterías, se han dispuesto 5 entre cada fila, en paralelo, para el paso viable. En el caso de escritorios, el área incluye todo lo necesario para otros elementos que uno esperaría encontrar allí, incluidas sillas, archiveros y computadoras.

Tabla 22.

Costo y cantidad de mobiliarios requeridos.

Mobiliarios				
Mueble	Cantidad	Precio (RD\$)	Costo sub-total (RD\$)	Área (m ²)
Escritorios	8	\$5,000.00	\$40,000.00	15.84
Archiveros	4	\$10,000.00	\$40,000.00	0.99
Mesa de cafetería de 4 sillas	3	10,461.00	\$31,383.00	9.8
Estanterías ajustables de almacenamiento	30	\$19,400.00	\$970,000.00	316.8
Mesas de acero inoxidable	2	2,752.00	5,504.00	2.4
Mesa de trabajo laboratorio	1	9,910.00	9,910.00	1.6
Sillas de oficina	10	\$3,500.00	\$35,000.00	6.45
Mobiliarios eléctricos				Consumo (kW-h)
Computadoras	8	\$30,000.00	\$240,000.00	2.2
Aires acondicionados	6	\$43,000.00	\$258,000.00	6
Total			\$1,629,797.00	

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 6 GASTOS EN SERVICIOS

Entre los servicios se encuentran los servicios telefónicos y el de la energía eléctrica. Este último se calcula a partir del consumo individual de cada maquinaria y las horas de uso.

Tabla 23.

Costos de servicios.

Servicios			
	Consumo energético diario (Kw)	Precio Kw-h	Sub-total
Energía eléctrica	414.8	\$8.59	\$71,262.64
Servicios telefónicos/internet	-	-	\$20,000.00
		Total	\$91,262.64

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

IX. 7 OTROS GASTOS

Entre estos otros gastos, se tienen en cuenta distintos factores posibles que puedan ser necesarios en cualquier momento, tales como, arreglos al inmobiliario y equipos de oficina, divisiones entre escritorios, estudios de mercado, publicidad, entre otros.

- Arreglos al inmobiliario: Estos constan de la instalación de un pozo de agua subterránea para amortizar el costo del agua en reactivos y servicios, pintura, divisiones entre escritorios, arreglos al comedor, instalación de desagües y tuberías de alimentación para los distintos equipos, entre otros.

- Estudios de mercado: Estos se realizarán cada 3 años con el objetivo de determinar y conocer que tan precisas han sido las proyecciones realizadas en el pasado, reconocer oportunidades de crecimiento y mejoras en el mercado y para estar preparados para enfrentar cualquier cambio que tenga el mercado objetivo.
- Publicidad: Debido a que inicialmente se estableció un número deseado de ventas, la demanda será proporcional a la captación que tenga nuestro producto en el mercado, el invertir en la publicidad del producto a largo plazo es conveniente.
- Gastos para constitución formal de compañía: Estos son los gastos que conlleva la creación de una compañía según las normas de las Instituciones pertinentes del país, estos gastos se muestran en la tabla 24.

Tabla 24.

Gastos de constitución de compañía

Constitución de compañía		
Requisito	Institución encargada	Costo
Certificado Nombre Comercial	Oficina Nacional de la Propiedad Intelectual (ONAPI)	\$4,755.00
Registro Industrial	Proindustria	\$0.00
Registro Sanitario	Ministerio Salud Pública (MSP)	\$1,000.00
Registro RNC	Dirección General de Impuestos Internos (DGII)	\$220,000.00
Registro Mercantil	Cámara de Comercio y Producción	\$23,000.00
Total		\$ 248,755.00

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

CAPÍTULO X. PLAN FINANCIERO

La evaluación financiera de este proyecto se realiza en base a la evaluación preliminar de las partidas consideradas en el presupuesto de recursos estimados para todos los procesos que conlleva de extracción del aceite vegetal de guanábana, desde la recolección y manipulación de las semillas de la fruta hasta la obtención del aceite como producto final.

Las cantidades consideradas son estimaciones preliminares de los costos de los trabajos a ejecutarse y de la adquisición de los equipos necesarios para el logro de la eficiente operación. Para la evaluación financiera de la inversión, los costos totales han sido divididos en costos de constitución de la empresa, costos de mano de obra, costos de equipos y maquinarias que se utilizan para la producción del aceite, costos de mobiliario y costos de compra de materias primas (inventario).

En el plan estratégico y operativo queda planteado que el tiempo definido para la evaluación de la planta de producción y del desarrollo de sus labores será de 5 años, iniciando a principios del año 2024 hasta la finalización o cierre del año 2028. Resulta oportuno destacar que el plan financiero desarrollado se rige por las normativas e indicadores del sistema de políticas fiscales, monetarias y cambiarias de la República Dominicana.

Para fines de este estudio financiero, se toma como referencias fundamentales los valores de las estadísticas, indicadores y normativas establecidas, y publicadas, por el Banco Central de la República Dominicana y el Ministerio de Hacienda, a través de la Dirección General de Impuestos Internos (DGII), por ser los principales órganos rectores del sistema administrativo y económico del gobierno dominicano.

Tabla 25.

Indicadores económicos y financieros

Indicadores	Valores
Crecimiento económico esperado período 2023	4.5%
Inflación Interanual Junio 2023	4.00%
Inflación Anualizada Junio 2022 - Junio 2023	5.33%
Inflación Meta 2024 del programa Macroeconómico 2021-2025	4.00%
Tasa de Interés preferencial comercio PYMES	16.5% Anual
Tasa de Interés certificados financieros a más de 360 días	7.00%
Tasa de Impuestos Sobre la Renta	27.00%
Tasa Impuesto sobre Transferencia de Bienes Industrializados y Servicios (ITBIS)	18.00%

Nota. Elaborado por Sandoval, Y. (2023). Con datos del Banco Central y la Dirección General de Impuestos Internos (DGII)

X. 1 INVERSIÓN

El coste de inversión necesario para equipar la planta e iniciar su operación, es de un total de RD\$ 18,089,519.71, este monto está dividido en costos de constitución formal de la empresa, alquiler y adecuación de infraestructura física, inventario, costo de mano de obra y adquisición de maquinarias, equipos y mobiliarios.

X. 2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Para la instalación y puesta en marcha de la planta para la extracción de aceite de guanábana, se solicita un crédito por un monto de RD\$ 22,000,000.00 con una tasa de interés fija de 16% a un plazo de 60 meses.

X. 3 INGRESOS POR VENTA

Este proyecto contempla que los ingresos operacionales provendrán de la venta del aceite vegetal de semillas de guanábana.

El precio de venta del producto final se fija en \$640.00 pesos por cada frasco conteniendo 1 onza de aceite vegetal de guanábana, el mismo está determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Precio de Venta} = \frac{\text{Costo estimado}}{1 - \% \text{ rentabilidad esperado}}$$

Tabla 26.

Determinación precio de venta

Determinación precio de venta	
Costo estimado	\$114.86
Rentabilidad esperada	82%
Precio venta	\$638.11

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Para fines de este estudio se determina una cuota de venta de un 90% del aceite producido el primer año, con el supuesto de que los siguientes años, las ventas aumentarán al menos un 5% cada año, como se observa en la tabla a continuación:

Tabla 27.

Proyección ventas aceite de guanábana 2024-2028

Proyección de ventas de aceite de guanábana				
Año	Unidades Producidas	Unidades Vendidas	Precio de Venta (RD\$)	Ingresos Totales (RD\$)
2024	50,000.00	45,000.00	\$ 640.00	\$ 28,800,000.00
2025	50,000.00	47,250.00	\$ 640.00	\$ 30,240,000.00
2026	50,000.00	49,612.50	\$ 640.00	\$ 31,752,000.00
2027	52,500.00	52,093.13	\$ 640.00	\$ 33,339,600.00
2028	55,125.00	54,697.78	\$ 640.00	\$ 35,006,580.00
Total				\$ 159,138,180.00

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Para poder atender el incremento de las ventas anuales, se requiere incrementar por igual la cantidad de unidades producidas a partir del tercer año operativo (2026). A sabiendas que la capacidad de producción total de la planta es suficiente para satisfacer la demanda inicial (50,000 unidades de producto terminado al año), es necesario incurrir en equipamiento y personal adicional, a pesar de que se contemple una jornada laboral extendida.

CAPÍTULO XI. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

XI. 1 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

Tabla 28.

Cronograma de inversiones

Cronograma de inversiones						
Fase	Pre-operativa			Operativa		
Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos operacionales	-	\$28,800,000.00	\$30,240,000.00	\$31,752,000.00	\$33,339,600.00	\$35,006,580.00
Ingresos no operacionales	\$22,000,000.00	-	-	-	-	-
Inversión fija						
Compra y mantenimiento de maquinaria	-\$4,387,766.51	-\$131,633.00	-\$131,633.00	-\$131,633.00	-\$131,633.00	-\$131,633.00
Mobiliario	-\$1,629,797.00	-	-	-	-\$500,000.00	-
Arreglos al mobiliario	-\$800,000.00	-	-	-\$300,000.00	-	-
Total inversión fija	-\$6,817,563.51	-\$131,633.00	-\$131,633.00	-\$431,633.00	-\$631,633.00	-\$131,633.00
Inversión diferida						
Estudio de mercado	-\$250,000.00	-	-	-\$300,000.00	-	-
Permisos y licencias	-\$248,755.00	-	-	-	-	-
Pago préstamo	-	-\$6,419,967.12	-\$6,419,967.12	-\$6,419,967.12	-\$6,419,967.12	-\$6,419,967.12
Publicidad	-\$200,000.00	-\$206,000.00	-\$212,180.00	-\$218,545.40	-\$225,101.76	-\$231,854.81
Total inversión diferida	-\$698,755.00	-\$6,625,967.12	-\$6,632,147.12	-\$6,938,512.52	-\$6,645,068.88	-\$6,651,821.93
Capital circulante						
Alquiler nave industrial	-\$4,028,400.00	-\$4,028,400.00	-\$4,431,240.00	-\$4,874,364.00	-\$5,361,800.40	-\$5,897,980.44
Coste de personal	-\$6,544,801.20	-\$6,544,801.20	-\$6,544,801.20	-\$6,544,801.20	-\$6,544,801.20	-\$6,544,801.20
Materia prima	-	-\$5,745,843.84	-\$6,033,136.03	-\$6,334,792.83	-\$6,651,532.48	-\$6,984,109.10
Servicios	-	-\$1,095,151.68	-\$1,117,054.71	-\$1,139,395.81	-\$1,162,183.72	-\$1,185,427.40
Total capital circulante	-\$10,573,201.20	-\$17,414,196.72	-\$18,126,231.95	-\$18,893,353.84	-\$19,720,317.80	-\$20,612,318.14
Gasto total anual	\$18,089,519.71	-\$24,171,796.84	-\$24,890,012.07	-\$26,263,499.36	-\$26,997,019.68	-\$27,395,773.07
Flujo neto	\$3,910,480.29	\$4,628,203.16	\$5,349,987.93	\$5,488,500.64	\$6,342,580.32	\$7,610,806.93

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

XI. 2 FLUJO DE CAJA

El propósito principal de la elaboración del estado de flujo de caja es identificar rápidamente las disminuciones o incrementos de efectivo durante el horizonte de planeación del proyecto. Los ingresos operacionales provienen de los productos vendidos. Por su parte, los egresos considerados parten de las estimaciones realizadas para el primer año operativo (2024) y los ajustes a los mismos presentados en los supuestos anteriormente expuestos. Además, se toman en consideración los gastos financieros, como es el pago de interés.

Tabla 29.

Flujo de caja de la industria

Período	Flujo de caja					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de ingresos	-	\$28,800,000.00	\$30,240,000.00	\$31,752,000.00	\$33,339,600.00	\$35,006,580.00
Flujo de egresos	-\$18,089,519.71	-\$24,171,796.84	-\$24,890,012.07	-\$26,263,499.36	-\$26,997,019.68	-\$27,395,773.07
Flujo de efectivo neto	-\$18,089,519.71	\$4,628,203.16	\$5,349,987.93	\$5,488,500.64	\$6,342,580.32	\$7,610,806.93

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

XI. 3 DETERMINACIÓN DEL VAN, TIR Y PAYBACK

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de retorno (TIR) son indicadores de evaluación de proyectos que se usan para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión.

Tabla 30.

Indicadores para cálculo de VAN, TIR y PAYBACK

Año	Flujo de efectivo neto	Tasa de descuento	Saldo	Tasa de interés
0	-\$18,089,519.71	-\$2,894,323.15	-\$18,089,519.71	16%
1	\$4,628,203.16	\$740,512.51	-\$13,461,316.55	
2	\$5,349,987.93	\$855,998.07	-\$8,111,328.61	
3	\$5,488,500.64	\$878,160.10	-\$2,622,827.97	
4	\$6,342,580.32	\$1,014,812.85	\$3,719,752.35	
5	\$7,610,806.93	\$1,217,729.11	\$11,330,559.27	

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

La tabla anterior se realiza calculando las tasas de descuento para cada valor de flujo de efectivo neto de la tabla 29, utilizando una tasa de interés o rentabilidad esperada de un 16%. Con estos datos se calcula el VAN y el TIR los cuales nos indican la factibilidad y viabilidad para este proyecto en específico. Luego, se calculan los saldos para cada período y con estos valores, se procede a calcular el período de recuperación o Payback, que se refiere al tiempo en que se recupera la inversión inicial

Los indicadores que se han calculado a partir de los datos de la tabla 30 están plasmados en la tabla 31.

Tabla 31.

Determinación del VAN, TIR y PAYBACK.

VAN	\$519,028.09
TIR	17%
PAYBACK	3.52

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

CUARTA PARTE
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

CAPÍTULO XII. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados correspondientes a las pruebas realizadas con el fin de cumplir con los objetivos.

XII. 1 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN

El rendimiento de extracción se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{W_{AE}}{W_{MV}} \times 100$$

Donde W_{AE} corresponde al peso en gramos del aceite obtenido y W_{MV} al peso en gramos de la materia vegetal fresca empleada.

Sustituyendo los valores numéricos en la misma tenemos:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1.0}{5.0} \times 100$$

Resolviendo la misma:

$$\% \text{ Rendimiento} = 20.00$$

Tabla 32.

Rendimiento de la semilla en gramos por el método de extracción Soxhlet

	Resultado
Peso del aceite obtenido (W_{AV})	1.0 g
Peso de la materia vegetal fresca (W_{MV})	5.0 g
% Rendimiento	20.00 %

Nota. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

XII. 2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE EXTRAÍDO

Los resultados analíticos de determinación de composición de aceite vegetal extraído a partir de semillas de guanábana se muestran a continuación:

Tabla 33.

Composición del aceite de guanábana extraído por el método de Soxhlet

Determinación	Resultado (%)
Ácidos grasos esteres metílicos	
Ácido mirístico	0.14
Ácido palmítico	18.93
Ácido palmitoleico	0.88
Ácido esteárico	4.53
Ácido oleico	45.85
Ácido vaccénico	0.38
Ácido linoleico	27.77
Ácido araquídico	0.43
Ácido eicosenoico	0.11
Ácido linolénico	0.99
Total ácidos grasos saturados	24.03
Total ácidos grasos monoinsaturados	47.22
Total ácidos grasos poliinsaturados	28.76
Total	100.01

Nota. Elaborado por Sandoval, Y. (2023). Con datos del Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (2020)

CAPÍTULO XIII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Dados los resultados que se muestran en el capítulo anterior de las diferentes pruebas realizadas para el desarrollo del presente trabajo de grado, procedemos a detallar y analizar dichos resultados.

XIII. 1 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN

Las muestras de aceite vegetal de semillas de guanábana se enviaron al Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI) para análisis dando como resultado un rendimiento aceptable en porcentaje, visible en la tabla 32, por lo que el método de extracción seleccionado es recomendable para extraer aceite vegetal a partir de semillas de guanábana.

XIII. 2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA DEL ACEITE EXTRAÍDO

Para obtener el perfil de ácidos grasos, el aceite extraído se envió al Laboratorio de Cromatografía del Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI).

En la tabla 33 del capítulo anterior podemos verificar y encontrar los resultados obtenidos. En una forma general, el perfil graso de la muestra de aceite vegetal de semillas de guanábana contiene 24.03% de ácidos grasos saturados, 47.22% de ácidos grasos monoinsaturados y 28.76% de ácidos grasos poliinsaturados.

QUINTA PARTE
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los análisis realizados a los resultados obtenidos en este trabajo de grado se puede concluir lo siguiente:

Se puede extraer aceite a partir de semillas de guanábana utilizando métodos tradicionales. El método de Soxhlet escogido para esta investigación resulta conveniente debido a que ofrece muy buenos rendimientos de extracción, además de tratarse de un equipo sencillo, de fácil operación y muy funcional; el mismo no solo realiza la función de extracción, sino que también opera como destilador, para separar el aceite del solvente, pudiéndose de esta forma recuperar más del 90% del solvente utilizado.

El método de Soxhlet para la extracción de aceite de las semillas de guanábana resulta ser eficiente presentando un buen rendimiento de extracción comparado con los resultados de otros métodos consultados en fuentes bibliográficas (prensado en frío: 16.34% y extracción con CO₂ supercrítico: 12.9%), siendo de un 20% para el método Soxhlet.

Como se ve resaltado en el certificado de análisis (Anexo 2), el aceite vegetal de las semillas de las guanábanas tiene una composición lipídica rica en ácidos grasos entre ellos el linoleico, oleico y palmítico; los dos primeros vitales en la dieta humana y presentes en productos lácteos, cárnicos y aceites de cocina por lo que puede ser aplicado en la industria de alimentos. El ácido palmítico por su parte, se utiliza en la elaboración de jabones, detergentes y cosméticos, además se utiliza como excipiente en la industria farmacéutica.

En la evaluación de factibilidad de la puesta en marcha de la planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana se determina que el proyecto es viable y factible. El VAN es positivo, y da un valor alto debido a la magnitud de la inversión. El TIR es de 17%, un valor también alto, lo que da cierta flexibilidad a la hora de realizar la inversión. Con estos datos se puede concluir en que el proyecto es muy rentable, la inversión se recupera antes del cuarto año operativo, por lo que es factible. Además, como el TIR es muy cercana a la tasa de interés y el $VAN \gg 0$, el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

1. Para la extracción de aceite se recomienda utilizar frutos en su estado de madurez adecuado, teniendo en cuenta que la fruta esté intacta sin deformaciones en la epidermis, esto ayuda a la obtención de semillas apropiadas lo que garantiza un buen rendimiento y calidad del aceite.
2. Evaluar el rendimiento de la obtención de aceites de semillas de guanábana manipulando la variable de temperatura, esto para ver si se incrementa el rendimiento de extracción sin afectar la composición de ácidos grasos del aceite.
3. El aceite extraído de las semillas de guanábana presenta gran cantidad de ácidos grasos insaturados y monoinsaturados con presencia de ácido linolénico (omega 3), ácido linoleico (omega 6) y ácido oleico (omega 9), sin embargo, se recomienda realizar un análisis toxicológico del aceite obtenido por la posible presencia de acetogeninas.
4. Evaluar el uso del ácido palmítico contenido en el aceite vegetal de semillas de guanábana, con la intención de que este sea utilizado en la industria farmacéutica para la elaboración de cremas, utilizando el aceite anteriormente mencionado en lugar de las grasas y/o aceites comúnmente utilizados para la elaboración de este tipo de productos.
5. Para el plan de producción se recomienda tomar en cuenta, para estimaciones de costos de materia prima, el valor o precio que pudiesen adquirir las semillas de guanábana una vez se dé a conocer la utilidad que pueden llegar a tener al ser empleadas para la generación de nuevos productos.

REFERENCIAS

- 50l-500l Ultrasonic Assisted Solvent Extraction Machine For Agilawood Oud Tambac Agarwood Oil For Pharmaceutical Use - Buy Solvent Extraction Machine, Vacuum Concentration Machine, Agarwood Oil Machine Product on Alibaba.com. (s.f.). [Video]. https://www.alibaba.com/product-detail/50L-500L-Ultrasonic-assisted-solvent-extraction_1600350196989.html
- Alcántara, K. (2022). República Dominicana declara la guerra a una epidemia silenciosa: los residuos sólidos. Periódico elDinero. <https://eldinero.com.do/196958/republica-dominicana-declara-la-guerra-a-una-epidemia-silenciosa-los-residuos-solidos/>
- Badrie, N., y Schauss, A. G. (2010). Soursop (*Annona muricata* L.): Composition, Nutritional Value, Medicinal Uses, and Toxicology. En: Ronald Ross Watson y Victor R. Preedy (Eds), *Bioactive Foods in Promoting Health*. Oxford: Academic Press (Editorial).
- Bailey, A. (1984). *Aceites y grasas industriales*. Barcelona: Reverté.
- Bailey, J. (1984). *Principles of wildlife management*. New York: Wiley.
- Benitez, M. (2012). Nayarit, cabeza de producción de guanábana en México y mundo - Info Rural. [en línea] Info Rural. Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/nayarit-cabeza-de-produccion-de-guanabana-en-mexico-y-mundo/> [Accessed 6 Jul. 2018].
- Bomfim, R. R., Oliveira, J. P., Abreu, F. F., Oliveira, A. S., Corrêa, C. B., De Jesus, E., Alves, P. B., Santos, M. B. D., Grespan, R., & Camargo, E. A. (2022). Topical Anti-inflammatory Effect of *Annona muricata* (graviola) Seed Oil. *Revista Brasileira De Farmacognosia*, 33(1), 95–105. <https://doi.org/10.1007/s43450-022-00292-4>
- Cámara de Comercio y Produccion de Santo Domingo. (2022, December 1). Tarifa Registro Mercantil - Cámara de Comercio y Producción de Santo Domingo. Cámara De Comercio Y Producción De Santo Domingo. <https://www.camarasantodomingo.do/tarifario-registro-mercantil/>

- Compositional analyses of the seed of sour sop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed supplement. (2008, September 12). Academic Journals. Consultado el 11 Julio 2023, desde https://academicjournals.org/article/article1380535248_Fasakin%20et%20al%20Pdf.pdf
- Cuota de préstamo - ProUsuario. (s.f.). <https://prouuario.gob.do/educacion-financiera/calculadoras-financieras/cuota-de-prestamo/>
- Descuentos de nómina en República Dominicana: SFS, AFP e ISR. (2017, diciembre20). <https://www.toptrabajos.com/blog/do/descuentos-de-nomina-sfs-afp-isr/>
- De Lima Souza, J. R. C., Villanova, J. C. O., Da Silva De Souza, T., Maximino, R. C., & Menini, L. (2021). Vegetable fixed oils obtained from Soursop Agro-industrial waste: extraction, characterization and preliminary evaluation of the functionality as pharmaceutical ingredients. *Environmental Technology and Innovation*, 21, 101379. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101379>
- Diario, L. (2008). La guanábana es una fruta de gran potencial exportable. [online] listindiario.com.
- Disponible en: <https://www.listindiario.com/economia/2008/02/29/49826/la-guanabana-es-una-fruta-de-gran-potencial-exportable> [Accedido el 8 Jun. 2018].
- elDinero, R., & elDinero, R. (2023). Banco Central: Inflación interanual acumulada fue de 7.83% en 2023. Periódico elDinero. <https://eldinero.com.do/218620/banco-central-inflacion-interanual-acumulada-fue-de-7-83-en-2023/>
- Fasakin, Fehintola, E. O., Obijole, O. A., & Oseni, O. A. (1992). Compositional analyses of the seed of sour sop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed supplement
- Funcionalidades y Ventajas del Extractor Soxhlet. (2020, diciembre 9). Tecnilab. <https://www.tecnilab.es/soxhlet-automatico/>
- Gennaro, A. (2003). Remington farmacia. 20th ed. Argentina: Panamericana.

- Guanábana fruto poco conocido y con grandes beneficios para la salud. – Medicina y nutrición Ortomolecular. (s. f.). <https://www.medicinaortomolecular.com.mx/guanabana-fruto-poco-conocido-y-con-grandes-beneficios-para-la-salud/>
- Larson, E. (2023). Soursop benefits for skin, hair and overall health. Beautyologie. <https://beautyologie.com/blogs/skin-care-ingredient-checker/soursop-benefits-for-skin-and-hair>
- Marshall, C. ., Marshall, C., Grace, J., Grace, J., & C, M. (1992). Fruit and seed production: Aspects of Development, Environmental Physiology and Ecology. Cambridge University Press.
- Martínez López, José Bayardo y Zúñiga Herrera, German Antonio (2018) Extracción de aceite de la semilla de guanábana *annona muricata* L a nivel de laboratorio, aplicando los métodos de extracción soxhlet y arrastre con vapor de agua. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Morrison, R. (1999). Química Orgánica. 5th ed. Pearson.
- Mskcc.org. (s.f.). Graviola | Memorial Sloan Kettering Cancer Center. [en línea] Available at: <https://www.mskcc.org/cancer-care/integrative-medicine/herbs/graviola> [Accedido el 16 Jul. 2018].
- Mundial, B. (2013). Agricultura en la República Dominicana: muy vulnerable, poco asegurada. World Bank. Available at: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/04/26/Agricultura-Republica-Dominicana-desastres-naturales>
- Perfil, V. (s.f.). ¿Qué son las acetogeninas?. [en línea] Graviola-informacion.blogspot.com.
- Disponible en: <http://graviola-informacion.blogspot.com/p/que-son-las.html> [Accedido el 16 Jul. 2018].
- Proexpansion.com. (2014). ¿A qué países debemos exportar nuestras guanábanas?. [en línea] Disponible en: <http://proexpansion.com/es/articles/931-a-que-paises-debemos-exportar-nuestras-guanabanas> [Accedido el 6 Jul. 2018].

- Radius, & Radius. (2020, 26 abril). Todo acerca de las Guanabanas | Guanabana | Green J's produce. HandOnFruits. <https://handonfruits.com/todo-acerca-de-las-guanabanas/>.
- Restrepo, J y Vinasco, L. (2010). Evaluacion fisicoquimica de la fraccion lipidica de las semillas de guanabana (*Annona muricata*) y la chirimoya (*Annona cherimolia*).
- Revistalideres.ec. (2016). El productor de guanábana busca mercados en el país. [en línea] Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-guanabana-mercados-exportacion.html> [Accedido el 26 Jul. 2018].
- Rohman, A. R. (2014, January 1). Rice Bran Oil's Role in Health and Cooking. ScienceDirect. Retrieved February 23, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124017160000374>
- S.A., I. (s.f.). Historia de los Aceites Esenciales. [en línea] Portuguese Copper Alembic Stills & Moonshine Distillers. Disponible en: <https://www.copper-alembic.com/es/pagina/historia-de-los-aceites-esenciales> [Accedido el 16 Jul. 2018].
- Salgar, F. (s.f.). Aceite de guanábana con grandes cualidades /AUPEC / Universidad del Valle / Calli, Colombia. [en línea] Aupec.univalle.edu.co. Disponible en <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2003/diciembre/guanabana.html> [Accedido el 12 Jul. 2018].
- Saucier, N. (2017). Estamos haciendo los primeros envíos de guanábanas colombianas a Europa. [en línea] Freshplaza.es. Disponible en: <http://www.freshplaza.es/article/103867/Estamos-haciendo-los-primeros-env%C3%ADos-de-guan%C3%A1banas-colombianas-a-Europa> [Accedido el 6 Jul. 2018].
- Sector monetario y financiero. (s.f.). <https://www.bancentral.gov.do/a/d/2536-sector-monetario-y-financiero>
- Ubulom, P. M. E., Umohata, I. A., Thomas, P. G., Ekpo, N. D., & Jamabo, R. (2019). Efficacy of the Seed Oil, Leaf Extract and Fractions of *Annona muricata* as Repellent and Larvicide against *Anopheles gambiae*. Annual Research & Review in Biology. <https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v34i130141>

- Vega, M. (2015). La guanábana se extingue en muchos campos dominicanos. [online] www.diariolibre.com. Disponible en: <https://www.diariolibre.com/noticias/la-guanbana-se-extingue-en-muchos-campos-dominicanos-GGDL972271> [Accedido en Jul. 2018].
- Yajid, A. I., Ab Rahman, H. S., Wong, M., & Wan Zain, W. Z. (2018). Beneficios Potenciales de *Annona muricata* en la lucha contra el Cáncer: Una Revisión. *The Malaysian journal of medical sciences* [en línea] Disponible en: <https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.1.2> [Accedido el 12 Jul. 2018].

ANEXOS

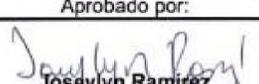
ANEXOS ILUSTRATIVOS

Anexo 1. Pesaje de aceite luego de la destilación



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 2. Reporte de resultados caracterización aceite vegetal de guanábana emitido por el IIBI

INSTITUTO DE INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA E INDUSTRIA Calle Olof Palme Esq. Núñez de Cáceres, Tels. 809-566-8121/29, Apartado Postal No. 329-2, Santo Domingo, D.N. -RNC:430-00016-7		Solicitud No.36170		
		2020	10	20
INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA		Año	Mes	Día
Datos del Solicitante				
Nombre del Cliente o Empresa: YANNIBEL SANDOVAL BAUTISTA			Tel.: (829) 512-8887	
Nombre del Contacto: Yannibel Sandoval Bautista				
Dirección: Calle Amin Abel Jasbun No. 16				
Datos del Servicio				
Fecha de recibo: 2020-10-13		Fecha de inicio: 2020-10-16		Fecha de entrega: 2020-10-20
Tipo de muestra: Semilla de Guanábana			Muestra(s) No.: 36170-(2/2)	
Condiciones de la(s) muestra(s): Bolsa de Ziploc				
Muestra aportada por: El Cliente			Tipo de muestreo: N/A	
Resultado(s): En la(s) muestra(s) analizada(s)				
DETERMINACIÓN		RESULTADO		
ÁCIDOS GRASOS ESTERES METILICOS (%)		Muestra(s) Identificada(s) Como: Semilla de Guanábana		
Acido Mirístico (C14:0)		0,14		
Acido Palmítico (C16:0)		18,93		
Acido Palmitoleico (C16:1 cis-9)		0,88		
Acido Esteárico (C18:0)		4,53		
Acido Oleico (C18:1 cis-9)		45,85		
Acido Vaccénico (C18:1 cis-11)		0,38		
Acido Linoleico (C18:2 cis-9,12)		27,77		
Acido Araquídico (C20:0)		0,43		
Acido Eicosenoico (C20:1 cis-11)		0,11		
Acido Linolénico (C18:3 cis-9,12,15)		0,99		
Total ácidos grasos saturados		24,03		
Total ácidos grasos monoinsaturados		47,22		
Total ácidos grasos poliinsaturados		28,76		
Total		100,01		
"DEBAJO DE ESTA LINEA NO HAY MAS RESULTADOS DE ESTE ENSAYO"				
Los resultados que se indican en este informe se refieren exclusivamente a la muestra analizada y no establece juicio alguno sobre la calidad del lote al que pertenece, ni la producción de la empresa.				
Metodología(s): ISO 12966-2:2017, AOCS Ce 2-66				
Material(es) de Referencia: Supelco 37 Components FAME Mix				
Equipo(s) utilizado(s): Balanza, Vortex, Centrifuga, Cromatógrafo de gas con detector FID				
Firmas:				
Realizado por:		Aprobado por:		Verificado por:
 Domingo Montesino		 Joseilyn Ramirez		 Carlos Gomez
Analista(s)		Encargado del Laboratorio		Supervisor Técnico
NOTA: Este informe no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la previa autorización del IIBI				
Ejemplar No.1: Cliente		Ejemplar No.2: Servicio al Cliente		Ejemplar No.3: Supervisión Técnica
DEBAJO DE ESTA LINEA NO HAY MAS DATOS DE ESTE INFORME				

A nuestros clientes:

- 1) Las cifras de mil se separarán con un espacio Ej. 10,000 o 1,428 se expresarán como 10 000 o 1 428 respectivamente.
 - 2) El marcador decimal es sustituido por una coma Ej. 0.25 y 28.30 se expresarán 0,25 y 28,30 respectivamente.
- Este cambio es atendiendo a los procedimientos del Ente de Acreditación.

Fuente: Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI) (2020)

Anexo 3. Cotización de reactivos químicos



AGENCIA QUIMICA DOMINICANA, SRL
Calidad, Precio y Esmero en el servicio
 Av. Roberto Pastoriza # 860, Ens. Gulaqueya, Sto. Dgo
 Teléfonos: (809) 472-3750/3468/3560
 RNC 101770767

COTIZACION

FECHA	No. COTIZACION
20/6/2023	1034123341

CLIENTE:
GENÉRICO Yanibel Sandoval

ENVIAR A (en caso de ordenar):
GENÉRICO Yanibel Sandoval

Cotizado por:	Ref / Proyecto	Tipo Pagos:	Tiempo de Entrega:
EF		PAGO CONTRA E...	INMEDIATA

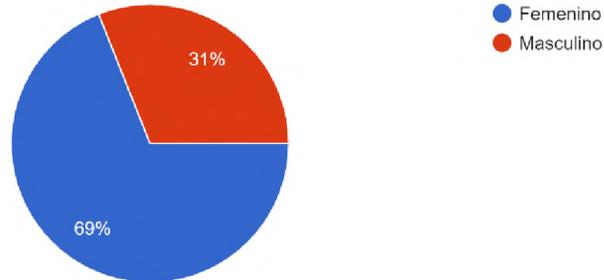
Items	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub-Total
GENÉRICO1	HEXANO 85% AR 4L. LOBA-CHEMIE	1	3,900.00	3,900.00T
CL10	CLORO AL 10%, TANQUE DE 5AGLS	1	9,500.00	9,500.00T
AD01	AGUA DESTILADA, GL	1	110.00	110.00
SUB-TOTAL				\$13,510.00
(18.0%)				\$2,412.00
Total				\$15,922.00

* Validez de la oferta: treinta (30) días.
 * Revisar cotización, se les facturará conforme a la misma.
 * No se aceptan devoluciones luego de los 48 hrs de entrega.
 * Método de pagos: Efectivo, transferencia y cheques (aceptamos cargo a est. la Será compr.). No aceptamos tarjetas de crédito.

Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 4. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 1

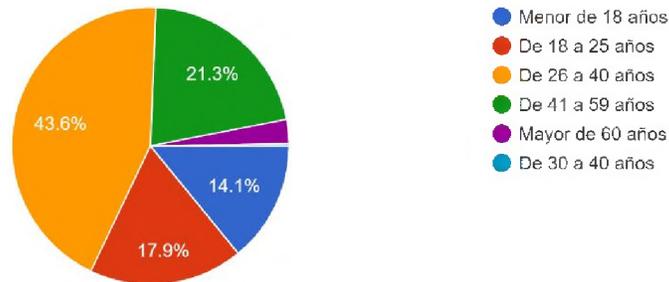
Sexo
390 respuestas



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 5. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 2

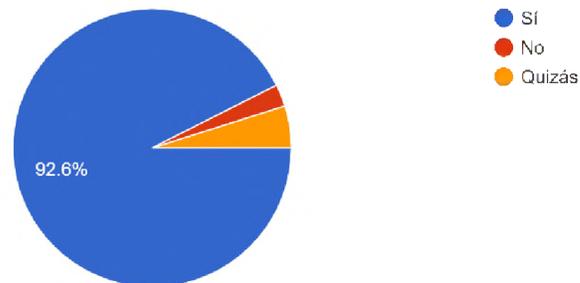
Edad
390 respuestas



Fuente: Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 6. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 3

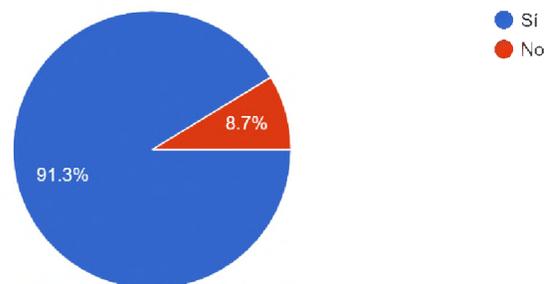
¿Sabe usted lo que es un aceite vegetal?
390 respuestas



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

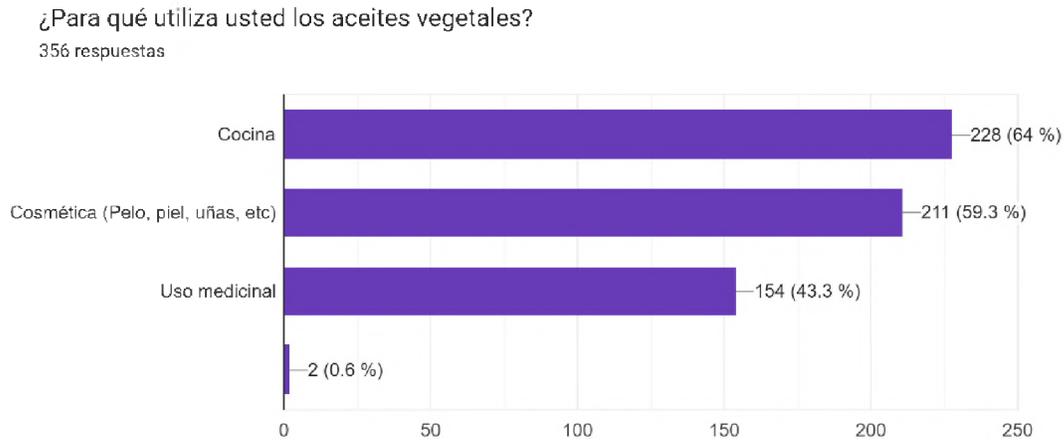
Anexo 7. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 4

¿Utiliza usted o ha utilizado algún aceite vegetal?
390 respuestas



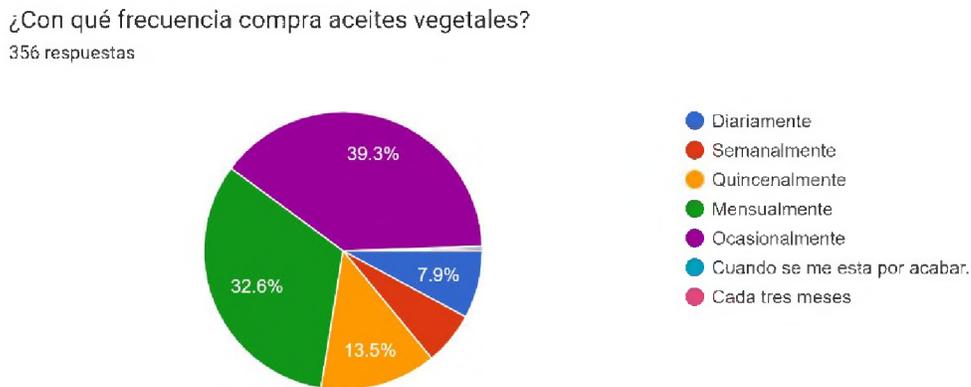
Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 8. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 5



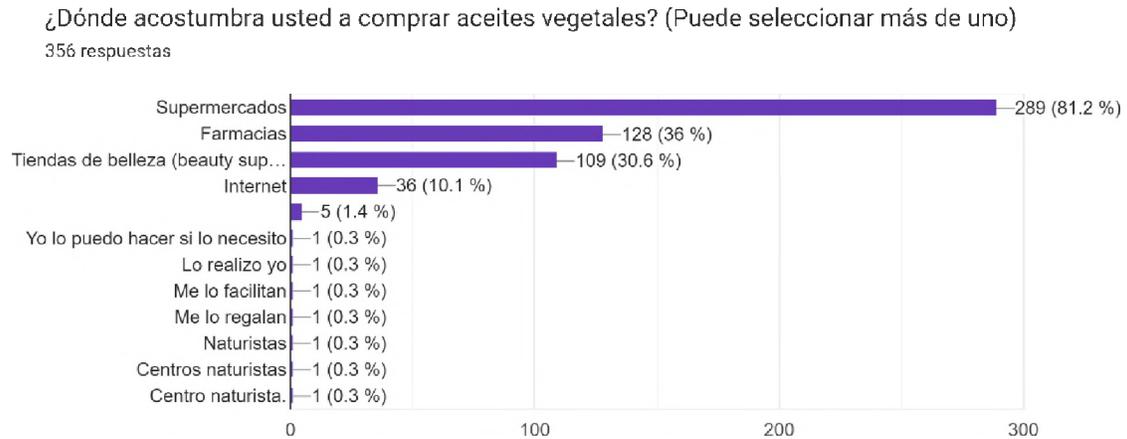
Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 9. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 6



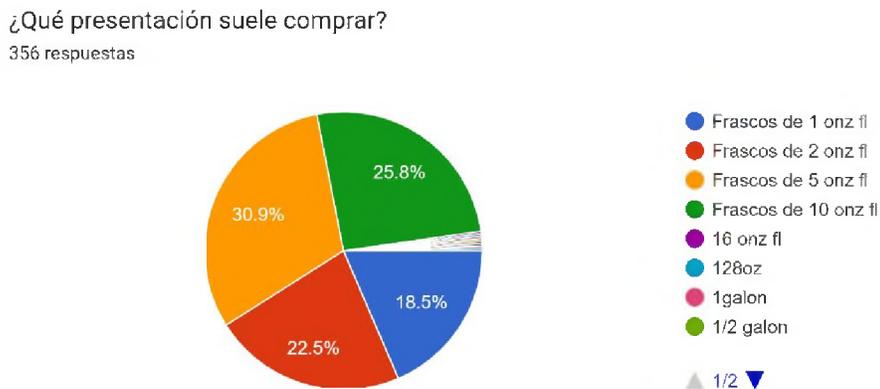
Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 10. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 7



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 11. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 8

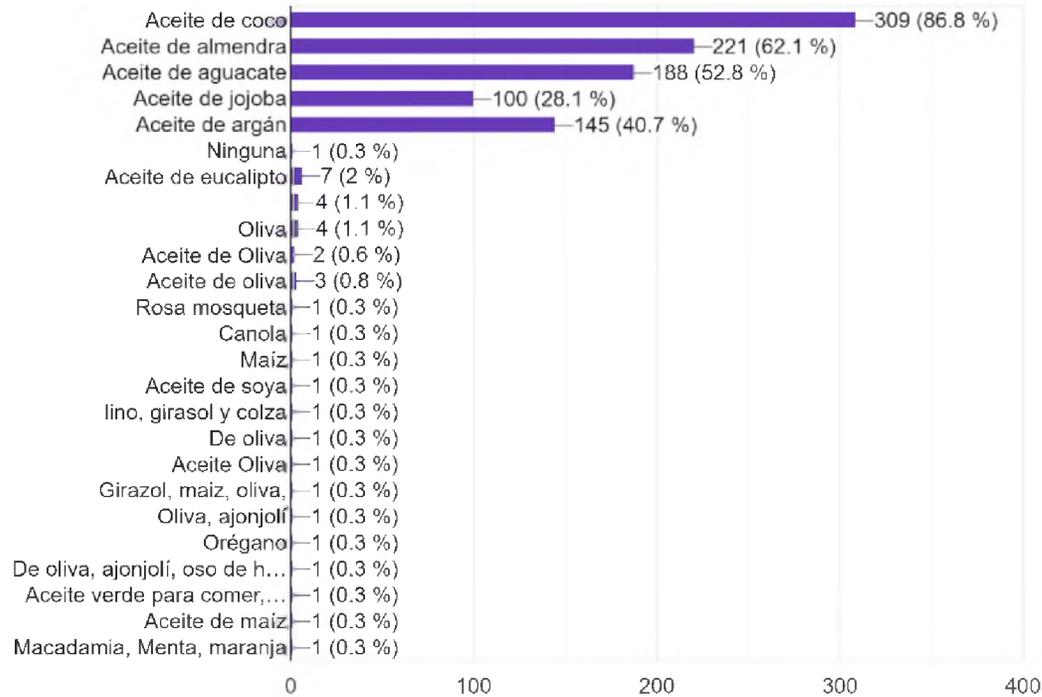


Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 12. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 9

De los siguientes aceites vegetales, ¿cuáles conoce o ha utilizado? (Puede seleccionar más de uno)

356 respuestas

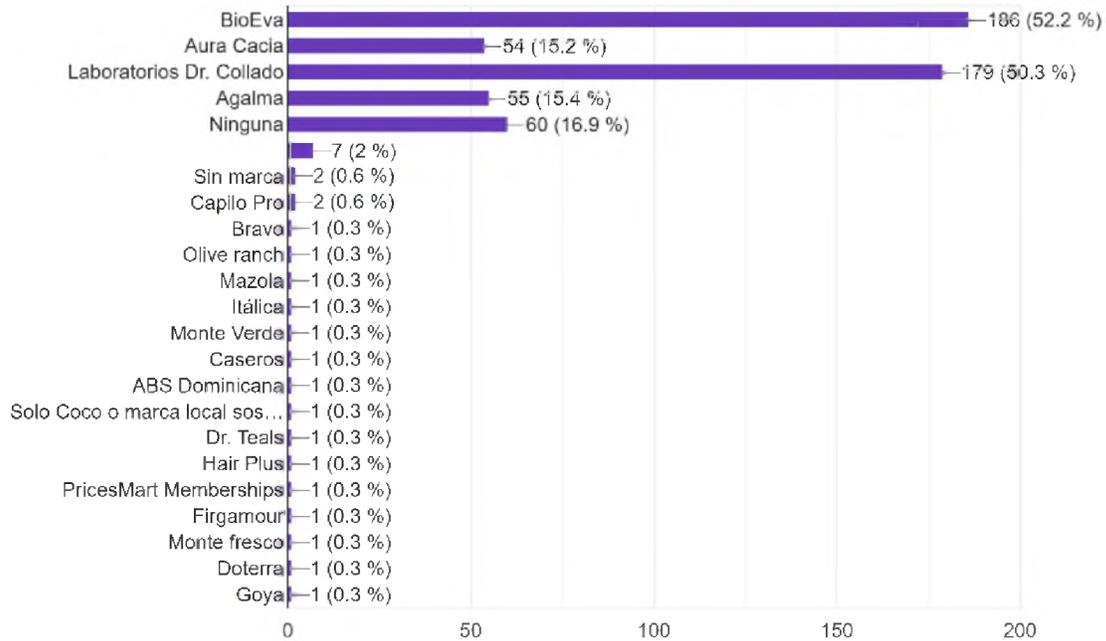


Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 13. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 10

¿Cuáles de las siguientes marcas de aceites vegetales conoce o ha utilizado? (

356 respuestas

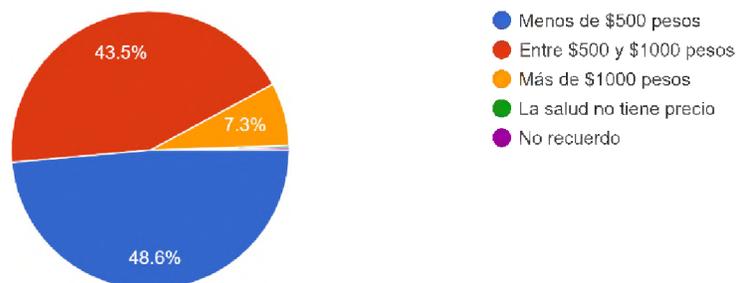


Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 14. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 11

¿Cuál es su presupuesto para comprar aceites vegetales?

356 respuestas

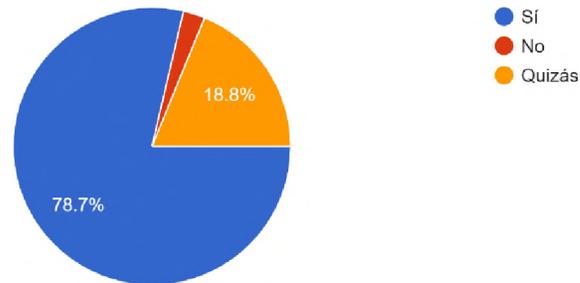


Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 25. Pregunta y resultados encuesta, pregunta 12

¿Compraría usted un aceite vegetal extraído a partir de semillas de guanábana, destinado para uso estético y/o medicinal?

356 respuestas



Fuente. Sandoval, Y. (2023). Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta de extracción de aceite vegetal a partir de semillas de guanábana (*Annona muricata*) en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.