



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



**CRIA Norte
Cadena de chile Cahabonero**

“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE OLEORRESINA DE CHILE CAHABONERO (*Capsicum annuum forma cobanensis*) COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO, DIRIGIDO A LOS PRODUCTORES DE SANTA MARÍA CAHABON, ALTA VERAPAZ”

Investigador principal: Hermes Enmanuel Bol Kloth

Investigador Auxiliar: Mario Bartolomin Sacan

Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, mayo de 2022.



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



CRÉDITOS INSTITUCIONALES Y PERSONALES

INSTITUTO TECNOLÓGICO MAYA DE ESTUDIOS SUPERIORES

Unidad Académica No. 31 de la Universidad de San Carlos de Guatemala

MsC. Pablo Ernesto Oliva Soto, Rector Magnífico en funciones

Sr. José Us Vicente, Presidente del Consejo Directivo

Arq. MBA. Carlos Baltazar Us Hernández, Director

Asociaciones y comités de producción, participantes en el estudio

Asociación *Ch'abil Ik Chik'ajb'om*

Equipo de Investigación

Administración y ejecución (CRIA – IICA)

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Mtra. María Febres Huaman, Coordinadora del Programa

Inga. Claudia Lucía Calderón, Oficial de Monitoreo y Evaluación

Lic. Melvin Barillas, Director Financiero

Investigadores:

Hermes Enmanuel Bol Kloth

Mario Bartolomin Sacan

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	6
Índice de gráficos.....	8
Índice de imágenes.....	8
Índice de ilustraciones	9
Índice de Anexos	9
Índice de figuras en Anexos.....	9
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Importancia de los chiles o ajíes.....	3
2.2 Morfología de los chiles	4
2.3 Características del chile Cahabonero.....	4
2.4 Usos del género <i>Capsicum</i> en diferentes culturas	5
2.5. Contenidos químicos y fito-químico del género <i>Capsicum</i>	6
2.6. Compuestos bioactivos de <i>Capsicum</i> y sus concentraciones	7
2.7. Principales usos del género <i>Capsicum</i>	9
2.8 Pungencia y capsaicina en el género <i>Capsicum</i>	11
2.9 Propiedades físicas y químicas de la capsaicina	12
2.10 Oleorresina capsica para Industria Alimentaria	12
2.11 Determinación de la pungencia y extracción de oleorresinas capsicas	15
2.12 Proceso de extracción de oleorresinas.....	15
2.13. Pungencia del chile Cahabonero (<i>Capsicum annum forma cobanensis</i>)	16
3. OBJETIVOS	18
General.....	18
Específicos.....	18
4. METODOLOGÍA.....	19
5. RESULTADOS	20
5.1 Estudio de Mercado	20
5.2 Estudio Técnico	51
5.3 Estudio Ambiental y Legal	88
5.4 Estudio Económico-Financiero.....	111



CRIA



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

6. PRINCIPALES HALLAZGOS 126

7. CONCLUSIONES 128

8. RECOMENDACIONES 131

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 133

10. ANEXOS 136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Lista de acrónimos.....	10
Cuadro 2 Compuestos bioactivos que se encuentran en la placenta de Capsicum	7
Cuadro 3 Nuevos fitoquímicos descubiertos en capsaicinoides.....	8
Cuadro 4 Empresas dedicadas a la importación o exportación de aceites esenciales y oleorresina en Guatemala	30
Cuadro 5 Oferta del aceite esencial y oleorresina	31
Cuadro 6 Datos proyectados de la oferta del aceite esencial y oleorresina.....	31
Cuadro 7 Lugares poblados de Santa María Cahabón tomados como referencia para el muestreo.....	33
Cuadro 8 Código arancelario para el aceite esencial y oleorresinas	40
Cuadro 9 Consumo nacional aparente del aceite esencial y oleorresina	41
Cuadro 10 Consumo nacional aparente del aceite esencial y oleorresina.....	41
Cuadro 11 Demanda potencial insatisfecha de aceite esencial y oleorresina 2006-2025	48
Cuadro 12 Análisis comparativo de precios de la oleorresina	50
Cuadro 13 Equipo básico de procesamiento	52
Cuadro 14 Herramientas y equipo básico para procesamiento	54
Cuadro 15 Herramientas y equipo básico de laboratorio	56
Cuadro 16 Herramientas e insumos de protección personal y limpieza	58
Cuadro 17 Resumen de la inversión en maquinaria y equipo para la industria de OC de Chile Cahabonero.....	60
Cuadro 18 Inversión en herramientas y equipo de procesamiento.....	60
Cuadro 19 Inversión en herramientas y equipo de laboratorio	60
Cuadro 20 Inversión en herramientas e insumos para protección personal y limpieza	61
Cuadro 21 Diseño experimental para evaluación del rendimiento extractivo	70
Cuadro 22 Resultados sobre rendimientos de extracción.....	72
Cuadro 23 Análisis estadístico	72
Cuadro 24 Análisis de varianza.....	73
Cuadro 25 Tabla y curva de calibración para estándares de capsaicina.....	74
Cuadro 26 Tabla y curva de calibración para estándares para dehidrocapsaicina	75
Cuadro 27 Resultados obtenidos para capsaicina	76
Cuadro 28 Resultados obtenidos para dehidrocapsaicina	77
Cuadro 29 Integración de sumas para la concentración de C y DHC, ppm y SHU	77
Cuadro 30 Datos de los resultados de las extracciones a nivel de planta piloto	79
Cuadro 31 Costo de insumos del experimento.....	79
Cuadro 32 Resultados de análisis HPLC para ensayos de planta piloto extraídas con acetona	80
Cuadro 33 Ficha técnica del producto: Oleorresina capsica de Chile Cahabonero	80
Cuadro 34 Tabla de análisis inferencial de carotenoides en µg para las muestras L1 y L2 obtenidas en planta piloto, con base en barridos espectrofotométricos.....	84
Cuadro 35 Instrumento ambiental categoría C para el Proyecto: Producción, comercialización, transformación e industrialización del Chile Cahabonero	89
Cuadro 36 Método cualitativo por puntos para análisis de la ubicación de la unidad productiva de oleorresina de Chile Cahabonero.....	109



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 37 Costo de materia prima del proyecto extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero	112
Cuadro 38 Costo de insumos para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero	112
Cuadro 39 Costo de mano de obra para para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.....	113
Cuadro 40 Costos totales para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.....	114
Cuadro 41 Inversión en equipo para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.....	115
Cuadro 42 Inversión en herramientas y equipo de procesamiento para la extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.....	115
Cuadro 43 Inversión en herramientas y equipo de laboratorio para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero	116
Cuadro 44 Inversión diferida para el proyecto extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.....	117
Cuadro 45 Ingresos por comercialización de OC de chile Cahabonero.....	118
Cuadro 46 Comercialización de chile seco ahumado.....	119
Cuadro 47 Producción y comercialización de salsa tipo dip con chile Cahabonero.....	120
Cuadro 48 Ingresos totales del Proyecto por OC comercializada y productos secundarios de chile Cahabonero	120
Cuadro 49 Estado de resultados proforma para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero	121
Cuadro 50 Flujo neto de efectivo actualizado para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero.....	122
Cuadro 51 Flujo neto de efectivo actualizado para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero.....	123
Cuadro 52 Tasa interna de retorno para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero	124

Índice de gráficos

Gráfica 1 Tenencia de la tierra	34
Gráfica 2 Pago de uso del suelo	35
Gráfica 3 Destino de la producción de chile	35
Gráfica 4 Forma de comercialización.....	36
Gráfica 5 Aspectos de calidad	36
Gráfica 6 Identificación de mercado	37
Gráfica 7 Preparación de costos de producción	37
Gráfica 8 Producción en qq de chile por cuerda.....	39
Gráfica 9 Producción en qq de chile por manzana	39
Gráfica 10 Uso de oleorresinas en sus procesos.....	44
Gráfica 11 Tipo de oleorresina que utilizan	44
Gráfica 12 Procedencia de la oleorresina que utilizan	44
Gráfica 13 Aplicación de la oleorresina en su industria.....	44
Gráfica 14 De que especie de Capsicum proviene la oleorresina	45
Gráfica 15 Cuantificación de unidades ASTA de la oleorresina que utilizan	45
Gráfica 16 Porcentaje de carotenoides totales contenidos en la oleorresina	45
Gráfica 17 Nivel de pungencia en SHU	45
Gráfica 18 Presentación del tipo de oleorresina que utilizan	46
Gráfica 19 Precio sobre la presentación consumida.....	46
Gráfica 20 Época de adquisición y cantidades	46
Gráfica 21 Prospectiva de demanda de OC de chile Cahabonero	46
Gráfica 22 Características de color ASTA y SHU que debería tener la OC de chile Cahabonero.....	47
Gráfica 23 En que presentaciones adquiriría la OC de chile Cahabonero	47
Gráfica 24 Curva obtenida con los datos de los estándares de capsaicina	75
Gráfica 25 Curva obtenida con los datos de los estándares de dehidrocapsaicina	75
Gráfica 26 Estructura química de los carotenoides analizados	86

Índice de imágenes

Imagen 1 Encuesta aplicada a empresas del medio nacional	43
Imagen 2 Resultados de la encuesta	43
Imagen 3 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019	102
Imagen 4 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019	103
Imagen 5 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019, nuevo nombre de proyecto.	104
Imagen 6 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019, con nuevo nombre de proyecto.	105

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Diagrama de flujo para la extracción de la OC del chile Cahabonero	63
Ilustración 2	Diagrama de recorrido de la maquinaria.....	63
Ilustración 3	Diagrama de operaciones	64
Ilustración 4	Distribución general en planta de áreas para la unidad productiva	65

Índice de Anexos

Anexos 1	Procesamiento de la muestra y extracción de O,.....	136
Anexos 2	Extracción de la oleorresina de chile Cahabonero en LIEXVE/USAC y los resultados obtenidos.	138
Anexos 3	Resultados de HPLC en pruebas de laboratorio (IQB de la UMG).	147
Anexos 4	Resultados HPLC, pruebas a nivel de planta piloto.	170
Anexos 5	Análisis Físicoquímico de extracto de Capsicum annum realizado por INLASA.	172

Índice de fotografías en Anexos

Fotografía 1	Preparación del material y extracción de oleorresina en laboratorio.....	136
Fotografía 2	Concentración de la miscela y recuperación del solvente a nivel laboratorio.	137
Fotografía 3	Muestras de oleorresina obtenidas con hexano, acetato de etilo, acetona, etanol.	137
Fotografía 4	Preparación de las muestras para cuantificación de capsaicinoides en HPLC.	138
Fotografía 5	Extracción de oleorresina en planta piloto, LIEXVE, FII, USAC.	138
Fotografía 6	Oleorresina obtenida a nivel de planta piloto.	139
Fotografía 7	Muestra de oleorresina para análisis en laboratorio.	139

Índice de figuras en Anexos

Figura 1	Resultados de datos obtenidos del rendimiento de extracción de oleorresina de chile Cahabonero.....	140
Figura 2	Resultados de extracción sólido-líquido usando la técnica Soxhlet.	145
Figura 3	Resultados de extracción de oleorresina mediante lixiviación con maceración dinámica.....	147

Cuadro 1 Lista de acrónimos

Lista de Acrónimos	
ASTA	<i>American Spice Trade Association</i> (Asociación Estadounidense de comercio de especias)
BANGUAT	Banco de Guatemala
BPF	Buenas Prácticas de Fabricación
BPM's	Buenas Prácticas de Manufactura
C	Capsaicina
CNA	Consumo Nacional Aparente
CRIA	Consortios Regionales de Investigación Agropecuaria
CUNOR	Centro Universitario del Norte
DHC	Dehidrocapsaicina
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> (Administración de Medicamentos y Alimentos)
FNE	Flujo neto de efectivo
GRAS	<i>Generally recognized as safety</i> (Generalmente reconocido como Seguro)
HPLC	<i>High performance liquid chromatography</i> (Cromatografía líquida de alta eficacia)
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
ITMES	Instituto Tecnológico Maya de Estudios Superiores
LIEXVE	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINECO	Ministerio de Economía
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
OC	Oleoresina capsica
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano
SAC	Sistema Arancelario Centroamericano
SHU	<i>Scoville Heat Units</i> (Unidades de calor de <i>Scoville</i>)
TIR	Tasa interna de retorno



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento
UMG	Universidad Mariano Gálvez
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> (Departamento Agricultura de los Estados Unidos)
VAN	Valor actual neto

RESUMEN

El municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, destaca por ser uno de los principales productores de chile Cahabonero *Capsicum annum forma cobanensis*, “Según los datos del BANGUAT (2020), se exportó chile a El Salvador, el principal cliente el año pasado que efectuó la compra de US\$652 mil 939; Estados Unidos, US\$71 mil 757; Honduras US\$353 y Nicaragua con US\$531” (B. Lix y G. Muñoz, El Periódico, 2021).

El chile Cahabonero es indispensable para la economía del municipio y hay múltiples posibilidades para su industrialización, las más importantes son la producción de salsas y aderezos y la obtención de oleorresina. Este último es un componente empleado a nivel industrial como colorante natural en la industria cosmética, avícola y como ingrediente pungente en la industria alimenticia. También destaca en la industria láctea y de embutidos.

Se realizó el estudio de pre factibilidad para analizar los factores más importantes que serían de interés para implementar una unidad productiva para beneficio de los socios de la Asociación *Chabil Ik*. Dada la complejidad del proceso y los desafíos técnicos para atender satisfactoriamente los factores que determinan su calidad, no se profundizan a nivel de factibilidad los detalles meramente técnicos para su implementación, sin embargo, se aportan y exponen los elementos necesarios para sentar las bases y enmarcar el camino hacia su implementación en el Municipio de Santa María Cahabón.

Con relación al análisis de mercado, tanto los datos teóricos reportados por la literatura como la encuesta de campo realizada demuestran que, de cumplir con las especificaciones técnicas y legales, la comercialización del producto es viable. Para el año 2021 las proyecciones indican que el consumo nacional aparente (aceite esencial y oleorresinas) es de 3,892.14 Kg/año (276,449.76 millones de quetzales) y para el año 2025 de 4 297,90 Kg/año (303,164.94 millones de quetzales). Así mismo, la encuesta de campo confirma que el 35% de las empresas seleccionadas consume algún tipo de oleorresina y de este el 5% estaría dispuesto a consumir la oleorresina del chile Cahabonero, sin embargo, existen desafíos de mercado en cuanto a la demanda de pungencia que deberán ser tomados en cuenta en estudios posteriores para su comercialización.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

En el estudio técnico de pre factibilidad, se determinó a nivel de laboratorio que la acetona es el solvente recomendado para extraer oleorresina de chile Cahabonero. La combinación de acetato de etilo/etanol como solvente extractivo, el acetato de etilo y el hexano son superiores en cuanto a los rendimientos obtenidos con acetona en un tiempo de 2.5 horas, siendo estos del 11.86%; 9.494%; 8.95% y 8.59%, según el orden mencionado. Sin embargo, al analizar una producción a escala industrial, los aspectos legales y de controles aduaneros, el manejo y la seguridad industrial de los operadores, el rendimiento de oleorresina y capsaicina obtenido, la accesibilidad del solvente, el precio, entre otros; es la acetona el solvente indicado para extraer oleorresina. Además, está reconocido para su uso en la industria alimentaria y aprobado por la FDA. El acetato de etilo es técnicamente mejor que la acetona según los resultados de laboratorio, sin embargo, tampoco se recomienda porque es un solvente estrictamente controlado y de difícil acceso, además su precio es muy elevado y restaría la posibilidad de obtenerse rentabilidad, con el hexano es similar pero su peligrosidad para el manejo es mucho más crítica.

Por otra parte, con base a los análisis respectivos se determinó que la localización de la unidad productiva puede ser en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, el empaque de la oleorresina de acuerdo al tipo de producto alimentario es recomendable que sea en bidones de polipropileno de ½ y 2 Kg. A nivel de planta piloto se obtuvo un rendimiento de oleorresina con acetona de 9.12% y nivel de pungencia de 265,720 SHU.

En el estudio legal se realiza una reseña de los procesos legales y sanitarios para la instalación de la unidad productiva y las normativas básicas que se deberán atender. Uno de los puntos importantes que se analiza es el tema de la legalidad del uso del solvente acetona, el cual se ha propuesto en este estudio y desde el punto de vista legal y sanitario es el más conveniente para la producción de oleorresina de chile Cahabonero.

La representación legal y presidencia de la junta directiva de la Asociación *Chab'il ik* están vigentes para el Sr. Emmanuel Argueta Fraatz y consta en el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida No. 411, folio 411, del libro 72 de nombramientos. A su vez, la Asociación *Chab'il ik*, está inscrita en el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida 356, folio (s) 356 del libro 7 de Asociaciones Civiles.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

El centro de acopio de la Asociación inicialmente contaba con una resolución del MARN, que se especificaba para su construcción e implementación de equipos, para lo cual fue solicitada la ampliación de la resolución, indicando la Delegación que es procedente aprobar la modificación de la descripción y nombre del proyecto. Queda el nuevo proyecto con el nombre de: Producción, comercialización, transformación e industrialización de chile Cahabonero. Con el énfasis en la extracción de OC de chile Cahabonero buscando incursionar en el mercado de las oleorresinas para la industria de alimentos y bebidas a nivel nacional. Para el caso de este proyecto se generó un Instrumento Ambiental Categoría C el cual fue autorizado y generada la resolución por parte de la Delegación Departamental de Alta Verapaz del MARN.

En cuanto a la viabilidad económica-financiera del proyecto, la extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero por si sola en un horizonte de 5 años y a un volumen de extracción en 100 quintales de materia prima en el año inicial no genera rentabilidad de acuerdo a una tasa mínima aceptable de rendimiento. Los costos totales para la extracción de OC de chile Cahabonero ascienden a Q 7,337,725.05 en un periodo de 5 años y es la materia prima y los solventes orgánicos de extracción los que generan más gastos en este proceso. El proyecto tiene una inversión fija de Q 388,959.00, mientras la inversión diferida es de Q 37,850.00, para una inversión total de Q 426,809.00. Por otro lado, el ingreso total por extracción, procesamiento y comercialización de OC de chile Cahabonero es de Q 2,256,393.61. en 5 años. Es necesario hacer un estudio más detallado a nivel de factibilidad de nichos de mercado, así como, un análisis más detallado en lo económico-financiero para la ampliación del horizonte de evaluación.

El proyecto es viable cuando se incorporan productos secundarios para los cuales la Asociación tiene experiencia en producir y comercializar. En un horizonte de 5 años proyectados los ingresos estimados en el período suman Q 7,752,018.15. Para el proyecto es importante el apalancamiento financiero que le brindará la comercialización de chile seco ahumado y la producción de salsa tipo *dip* con chile Cahabonero al 1 %. En el estado de resultados del proyecto se toma en consideración la inflación tanto en los costos como en los precios de venta. Para el proyecto el flujo neto de efectivo o de fondos suma Q 294,905.60 y el

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

flujo neto de efectivo actualizado es igual a Q 48,411.04. Con el resultado del flujo neto de efectivo actualizado el proyecto es viable considerando la extracción de OC de chile Cahabonero como producto principal y como productos secundarios la comercialización de chile seco ahumado y la producción y comercialización de salsa tipo *dip* con chile Cahabonero. La VAN del proyecto es positiva y mayor que cero. En relación con la tasa interna de retorno el proyecto con su producto principal y secundarios es viable económica y financieramente, con una tasa de rendimiento de 18.60 % que es superior a la tasa promedio de costo de dinero y a la tasa mínima aceptable de rendimiento, por lo que es recomendable invertir en el proyecto enfocados en un producto principal y varios productos secundarios derivados de chile Cahabonero para el desarrollo de la cadena de valor del chile Cahabonero y fortalecimiento de la Asociación *Chab'íl ik*.

Palabras clave: Chile Cahabonero, oleorresina capsica, carotenoides, pre-factibilidad, extracción, SHU, ficha técnica, VAN y TIR.

ABSTRACT

The town of Santa María Cahabón, Alta Verapaz, stands out for being one of the main producers of Chile Cahabonero¹, *Capsicum annuum forma cobanensis*, "According to data from BANGUAT (2020), this chili was exported to El Salvador, the main customer last year that imported US\$ 652,939; the United States, US\$71,757; Honduras US\$353 and Nicaragua US\$531" (B. Lix and G. Muñoz, El Periódico, 2021).

Chile Cahabonero is essential for the economy of this town and there are multiple possibilities for its industrialization, the most important is the production of dips, dressings and the obtainment of oleoresin. The obtainment of oleoresin is a component used in industries as a natural cosmetic colorant, poultry food industries and as a pungent ingredient and dairy and sausage industry.

The prefeasibility study was carried out to analyze the most important factors that would be implemented in a productive unit for the benefit of the members of the *Chab'il Ik* Association. Given the complexity of the process and the technical challenges to address the factors that determine its quality satisfactorily, the technical details for its implementation are not delved into at the feasibility level, however, the key elements are provided towards its implementation in the town of Santa María Cahabón.

In relation to the market analysis, both the theoretical data reported by the literature and the survey show that, if the technical and legal specifications are met, the commercialization of the product is viable. In 2021, the projections indicate that the national consumption (essential oil and oleoresins) is 3,892.14 Kg/year (276,449.76 million of quetzales) and in 2025 it is 4,297.90 Kg/year (303,164.94 million of quetzales). Likewise, the survey confirms that 35% of the selected companies consume some type of oleoresin and of this 5% would be willing to consume the oleoresin from chile Cahabonero, however, there are market challenges in terms of pungency demand that should be taken into account in other studies for their commercialization.

¹ Chili from Cahabon town.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

In the technical prefeasibility study, acetone was determined in the laboratory as a recommended solvent to extract oleoresin from chile Cahabonero the combination of ethyl acetate/ethanol as extractive solvent, ethyl acetate and hexane are superior in terms of the yields obtained with acetone in a time of 2.5 hours, these are 11.86%; 9.494%; 8.95% and 8.59%, in the order mentioned. However, when analyzing production on an industrial scale, the legal aspects and customs controls, the management and industrial safety of the operators, the yield of oleoresin and capsaicin obtained, the accessibility of the solvent, the price, and others; acetone is the indicated solvent to extract oleoresin. In addition, it is recognized for use in the food industry and approved by the FDA. Ethyl acetate is technically better than acetone according to laboratory results, however, it is not recommended either because it is a strictly controlled solvent and difficult to access, in addition its price is very high and it would reduce the cost effectiveness, with hexane it is similar but its danger for handling is much more critical.

On the other hand, based on analyses, it was determined that the location of the production unit will be the town of Santa María Cahabón, Alta Verapaz, and the packaging process of the oleoresin will be carried out in ½ and 2 Kg polypropylene drums. At the pilot plant level, the oleoresin with acetone had a performance of 9.12% and a pungency level of 265,720 SHU was obtained.

In the legal study, a review of the legal and sanitary processes for the installation of the productive unit and the basic regulations that must be met is carried out. One of the important points to analyzed is the issue of the legal use of the acetone solvent, which has been proposed in this study and from the legal and sanitary point of view it is the most accurate for the production of oleoresin from chile Cahabonero.

The legal representation and the board's president of directors of the *Chab'il ik* Association are in force for Mr. Emmanuel Argueta Fraatz and is recorded in the Registry of Legal Entities under the No. 411, page 411, of book 72 of appointments. The *Chab'il ik* Association is registered in the Registry of Legal Entities under item 356, page 356 of book 7 of Civil Associations.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

The Association's collection center initially had a resolution from MARN, which specified for its construction and implementation of equipment, so an extension of the resolution was requested, indicating to the Delegation that it was necessary to approve the modification of the description and project's name. The new project name is: Producción, comercialización, transformación e industrialización de chile Cahabonero². The major emphasis on the extraction of OC from chile Cahabonero, with the vision to enter in the oleoresin market of food and beverage industry at the national production. In the case, a Category C Environmental Instrument was generated, which was authorized and the resolution was generated by the Local Delegation of Alta Verapaz of MARN³.

Regarding to the economic and financial viability of the project, the extraction, production and commercialization of OC from chile Cahabonero of 5 years and an extraction volume of 100 quintals of raw material in the initial year does not generate profit according to a minimum acceptable rate of return. The total costs for the extraction of OC from chile Cahabonero are Q 7,337,725.05 for a period of 5 years and it is the raw material and the organic solvents for extraction that generate the most expenses in this process. The project has a fixed investment of Q 388,959.00, while the deferred investment is Q 37,850.00, for a total investment of Q 426,809.00. The total income from the extraction, processing and commercialization of OC of chile Cahabonero is Q 2,256,393.61 in 5 years. It is necessary to carry out a more detailed study at the feasibility level of market niches, as well as a more detailed economic and financial analysis to extend the analysis.

The project is viable when second products from the Association experience in producing and marketing are incorporated. In a projection of 5 years, the estimated income in the period adds up to Q 7,752,018.15. For the financial appeacement that will be provided by the commercialization of smoked dry chili and the production of dip-type sauce with Cahabonero chili at 1% is important. In the income statement of the project, inflation is consideration in both costs and sales prices. For the project, the net cash flow or funds adds up to Q 294,905.60 and

² Production, commercialization, transformation and industrialization of chile Cahabonero

³ Environmental entity of Guatemala's government.



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



the updated net cash flow is equal to Q 48,411.04. With the result of the updated net cash flow, the project is viable considering the extraction of OC from chile Cahabonero as the main product and as secondary products the commercialization of smoked dry chili and the production and commercialization of dip-type sauce with chile Cahabonero. The net present value (NPV) of the project is positive and greater than zero. In relation to the internal rate of return, the project with its main and secondary products is economically and financially viable, with a rate of return of 18.60%, which is higher than the average rate of cost of money and the minimum acceptable rate of return, it is advisable to invest in the project focused on a main product and several secondary products derived from chile Cahabonero and its development of the chili value chain and strength the *Chab'il 'ik* Association.

Keywords: Chile Cahabonero, oleoresin from chile Cahabonero, carotenoids, prefeasibility, extraction, SHU, data sheet, net present value, internal rate of return.

1. INTRODUCCIÓN

La oleorresina capsica es utilizada como ingrediente activo en la industria alimentaria en productos tales como aderezos, salsas, confitería, aromas, sabores, refrescos y bebidas gasificadas, esencias naturales y condimentos artificiales, embutidos entre otros. Estas y otras aplicaciones farmacéuticas y agroindustriales de la oleorresina le brindan su importancia a nivel mundial, en especial por su contenido de productos fotoquímicos y su uso como colorante natural.

Se ha determinado desde el punto de vista técnico que la oleorresina de Chile Cahabonero se encuentra en la categoría de oleorresinas con un nivel de pungencia muy aceptable para su comercialización llegando a las 252,916 Unidades *Scoville* (pruebas a nivel de laboratorio) y 265,720 Unidades *Scoville* (pruebas en planta piloto) cuando se extrae con acetona, el cual, es uno de los solventes más aceptados en la industria de las extracciones. La categoría de oleorresinas consideradas como capsicas se encuentran a partir del rango ≥ 3000 SHU motivo por el cual, en este estudio se determinaron altas posibilidades para su industrialización y comercialización.

En el presente estudio de pre-factibilidad se analizaron los factores técnicos, legales, financieros y de mercado más importantes que afectarían la implementación de una unidad productiva en el municipio de Santa María Cahabón, tomando en cuenta la ubicación, la disponibilidad de la materia prima, los aspectos de precios y rendimientos de la oleorresina, así como la legalidad del uso de solventes y sus aplicaciones en la industria alimenticia. Se aporta un trabajo teórico y de campo, información relevante previo a tomar la decisión de pasar a estudios de factibilidad para determinar si la producción de oleorresina es viable a escala industrial, y que pueda ser adoptada por los productores de Chile Cahabonero en su práctica productiva. Esto es primordial para la economía del municipio para fortalecer la cadena de valor de la producción.

La producción de Chile Cahabonero en el municipio de Santa María Cahabón es una actividad primordial para la economía de las familias del municipio, sin embargo, el precio del producto sufre variaciones inesperadas por factores del mercado, por la calidad de la

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

producción y la actividad comercial de los intermediarios quienes se quedan con la mayor parte de las utilidades afectando así a los que deberían ser los beneficiarios directos.

La falta de estudios sobre alternativas de industrialización del chile Cahabonero mantiene este ciclo de producción en niveles tradicionales, no estandarizado lo cual hace que la calidad varíe en cada ciclo productivo y como consecuencia los precios son manejados y dirigidos por intermediarios que a su vez deciden sobre el valor de la mercadería.

En el municipio se están buscando alternativas de transformación para añadir valor agregado al chile Cahabonero, se evalúa la posibilidad de llevar a cabo la producción de oleorresina tomando como referencia primaria los resultados de la investigación titulada “Obtención de Capsaicina y Dehidrocapsaicina del chile Cahabonero (*Capsicum annuum* var. ceraciforme), como alternativa de transformación para los productores de Sta. María Cahabón”. Se analiza en términos de pre-factibilidad la posibilidad de llevar a cabo el proyecto de establecimiento de una unidad productiva de oleorresina de chile Cahabonero, en Santa María Cahabón, A.V.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia de los chiles o ajíes

Para González y Azurdia citados por Tello (2018), la especie de chiles más importante de Guatemala es *Capsicum annuum*, y la mayor parte de los chiles cultivados en el país son de esa especie. Para Azurdia y Martínez citados por Tello (2018), de las 104 especies consideradas como originarias, el 48 % de las mismas se encuentran en Guatemala.

Según Jäger (2012), en respuesta a la creciente demanda de alimentos e ingredientes diferenciados de alto valor, orientándose a ajíes domesticados y silvestres, se debe potencializar la cadena de valor de estos materiales locales.

De acuerdo con Krishna citado por Jäger (2012), los chiles nativos y los comerciales no nativos pertenecen al género *Capsicum* y a la familia botánica Solanácea. Este es un grupo muy diverso encontrándose desde pimientos, pimentones dulces, chiles hasta paprika y dentro de los chiles desde dulces hasta muy picantes. Muchas especies y variedades de *Capsicum* son comercialmente útiles a la industria alimenticia, química y médica, no solo por su diversidad de colores, formas y tamaños, sino también por su aroma, sabor y por la presencia de aceites esenciales, oleorresinas, carotenoides y otros compuestos químicos.

Según Eshbaugh y Moscone, citados por Jäger (2012), de las más de 30 especies del género *Capsicum*, solo 5 especies han sido domesticadas: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinnense* Jaq, *Capsicum frutescens* L. y *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.

De acuerdo con Thampi citado por Jäger (2012) la especie más cultivada en el mundo es *Capsicum annuum* L.

Para Bosland citado por Jäger (2012) durante milenios los chiles han sido uno de los cultivos alimenticios más populares y el principal condimento para los pobladores de las Américas, habiéndose difundido por todo el mundo. Siendo importantes para el sector culinario en diferentes partes del mundo y para la industria de alimentos.

2.2 Morfología de los chiles

De acuerdo con Tello (2018), el género *Capsicum* conforma todas las plantas semi-arbustivas perennes y que se consideran un cultivo anual. La altura que alcanzan esta entre 0.3 y 1.5 m, situación que varía según el material genético, las condiciones del ecosistema y la nutrición de la planta. Sus inflorescencias están formadas por flores hermafroditas, pentabuladas, con cinco anteras soldadas y un estigma. Para el caso de variedades silvestres el estilo es más largo que los estambres y en domesticadas es más corto.

Según Zevada citado por Tello (2019) el tallo es erecto, herbáceo y leñoso en la base, estriado, muy ramificado, y por lo regular lampiño de color verde oscuro. Con hojas pecioladas, alternas, lisas y brillantes de hasta 15 cm de largo, alargadas en algunas especies y anchas, ovaladas en otras.

Para Smith y Heiser citados por Bridgemohan (2018), la especie *Capsicum annum* solía dividirse en dos categorías; pimientos dulces o suaves y chiles picantes. Luego con la intervención del fitomejoramiento moderno se ha eliminado esa distinción, ya que ahora se cultivan variedades tipo campana y jalapeños dulces. Los frutos de *Capsicum* son considerados vegetales, pero botánicamente son bayas. Los frutos de pimiento se clasifican por características de la fruta, es decir si es picante, su sabor y uso.

De acuerdo con Mohamed citado por Bridgemohan (2018), La especie *Capsicum annum*, es difícil de separar del *Capsicum chinense* cultivado (el chile de prueba) y *Capsicum frutescens* (chile Tabasco) y sus características morfológicas pueden superponerse. las variedades y cultivares de *Capsicum annum* se clasifican en función de la forma de sus frutos.

2.3 Características del chile Cahabonero

Es una hortaliza nativa, ampliamente utilizada en la gastronomía local, además de ser ya una referencia para varios productos desarrollados por la industria alimentaria. Comúnmente se le denomina chile cobanero.

Según Ayala citado por Tello (2019), el chile Cahabonero se cultiva en el Departamento de Alta Verapaz, específicamente en los Municipios de Lanquín, Santa María Cahabón y Senahú, sin embargo, actualmente hay plantaciones en la Franja Transversal del Norte, Cobán Norte y Sur del Petén, debido al crecimiento de la demanda.

Según Azurdia y González citados por Tello (2019), el departamento de Alta Verapaz es importante en la producción de chile Cahabonero, genera un impacto importante en las economías locales, principalmente a aquellas comunidades de origen *q'eqchi'* que se dedican a la producción del chile Cahabonero, encontrándose el producto en los mercados locales, principalmente de cultivares provenientes de Santa María Cahabón.

2.4 Usos del género *Capsicum* en diferentes culturas

Para Srinivasan citado por Bridgemohan (2018) las especias son complementos alimenticios esotéricos que se han utilizado como aromatizantes y colorantes, como agentes y como conservantes durante miles de años. Su historia y comercio ha estado definida por guerras, invasiones, innovación, emprendimiento, política y comercio. Situación a la que no ha escapado las especias del género *Capsicum*.

Según Palevitch citado por Bridgemohan (2018) de todas las especias principales, los pimientos o chiles picantes ocupan el segundo lugar después de la pimienta negra tanto en volumen como en valor comercial. Representan algunos de los productos básicos de especias más importantes del mundo.

Para Palevitch citado por Bridgemohan (2018) el género *Capsicum* sp., tiene una larga historia de cultivo y utilización. Fue consumida por los pueblos indígenas de América del Sur y Central ya desde el 7000 a. C., y la planta se cultivó en campos unos 2000 años después.

De acuerdo con Teksburyetal citado por Bridgemohan (2018), como especia ancestral, los chiles rojos con frutos comestibles y picantes, derivados de cualquier variedad del género *Capsicum*.

Como lo indica Loizzo et al., citado por Bridgemohan (2018) el uso de *Capsicum* en todo el mundo ha aumentado debido a sus beneficios medicinales muy aclamados y además de ser una especia culinaria.

Para Srinivasan citado por Bridgemohan (2018), el avance de la tecnología química y la farmacología de las especias ha generado un efecto beneficioso para la salud, ha generado más investigación a fondo en las últimas décadas. Hay avances considerables en el uso y desarrollo de productos derivados de *Capsicum*, generando importancia económica para algunos sitios, pero también para la salud y la nutrición. Los *Capsicum* no dejan de ser alimentos ancestrales con una gran historia de domesticación y utilización, para convertirse en hortalizas ampliamente cultivadas y utilizadas en el mundo.

2.5. Contenidos químicos y fito-químico del género *Capsicum*

Para Hoffman et.al., citado por Bridgemohan (2018) el picor de los chiles se deriva de la presencia de los capsaicinoides y los compuestos alcaloides que se encuentran solo en el género de plantas *Capsicum*.

Para Topuz y Ozdemir citado por Bridgemohan (2018), el capsaicinoide más comúnmente presente, poderoso y estable es la capsaicina, que no se ve afectada por el frío o el calor, y puede conservar su potencial original con el tiempo, a pesar de que puede cocinarse o congelarse. No cuenta con sabor, color ni olor, y la cantidad de capsaicina presente en los chiles solo se puede medir mediante HPLC. La capsaicina ($C_{18}H_{27}NO_3$) es similar a la piperina ($C_{17}H_{19}NO_3$) que le da a la pimienta negra su sabor distintivo. Los capsaicinoides identificados en los frutos de *Capsicum* son vainililamidas de ácidos grasos ramificados, con 9 y 11 carbonos. Los dos compuestos capsaicinoides más picantes son la capsaicina (vainililamida del ácido 8-metilnontrans-6 enoico) y la dihidrocapsaicina (DHC) (vainililamida del ácido 8 metilnonanoico) y detectables por el paladar en diluciones de 17 millones. Los otros capasaicinoides se presentan en cantidades pequeñas que incluyen la opsaicina, nordihidrocapsaicina (NDHC), nonordihidrocapsaicina, homocapsaicina (HC) y homodihidrocapsaicina (HDHC).

Según Brigdemohan (2018), los capsaicinoides se producen en la glándula de la placenta del fruto. Las semillas no son la fuente de la pungencia, pero pueden absorber la capsaicina debido a su proximidad a la placenta. Existe una relación lineal positiva entre el tamaño específicos de la placenta y el volumen de aceites fijos que contienen todos los componentes de la capsaicina.

Para Lindsay y Bosland citados por Brigdemohan (2018) el contenido de capsaicinoides en la fruta de los chiles puede variar de acuerdo con el cultivar, las condiciones climáticas, el crecimiento fenológico, la fructificación y las prácticas de manejo agrícola.

2.6. Compuestos bioactivos de *Capsicum* y sus concentraciones

Según Topuz y Ozdemir (2007), además, de capsaicinoides los pimientos o chiles son una fuente muy importante de compuestos relacionados con la salud, tales como ácido ascórbico o vitamina C (0.63 a 0.65 mg/g), carotenoides o provitamina A (1-89 µg / g), tocoferol o vitamina E 723.49 +- 54.10 mg/ 100g y flavonoides. Estos antioxidantes dietéticos y compuestos fenólicos incluyen flavonoides como la quercetina y varios compuestos relacionados con el sabor, las cantidades de capsaicinoides y fenoles también están influenciadas por la etapa de madurez y el color del fruto.

Cuadro 2 Compuestos bioactivos que se encuentran en la placenta de *Capsicum*

COMPUESTOS	CONCENTRACIÓN
Capsaicinoides	0.471-0.688 mg/g
Vitamina A	2.18 – 2.43 µg RAE/g
Vitamina C	0.63 – 0.64 mg/g
B Caroteno	0 -166 µg/g
Carotenoides	1 – 896 µg/g ; 2.31 – 2.39 mg/g
Total carotenoides	2 a 739 µg/g
Γ Tocoferol (Vitamina E)	723.49 +- 54.10 mg/ 100 g
Fenólicos	720.5 – 852.0 mg/100 g
Antioxidantes	3030 mg/ 100 g

RAE: *retinol activity equivalents*.

Cuadro 3 Nuevos fitoquímicos descubiertos en capsaicinoides

FITOQUÍMICOS	CANTIDAD
Capsantina	58.33 + - 3.91 mg/ 100 g
L Acido ascórbico	1987.25 + - 19.64 mg/ 100 g
Luteína	16.91 + - 14.58 mg / 100 g
Clorofila	2136.71 + - 21.11 mg / 100 g
Quercentina	186 µg/g
Zeaxantina	10 µg/g
Γ Tocoferol	723.49 + - 54.10 mg/ 100 g
Actividad antioxidante	55.23 + - 6.77 µg / mL

Para Topuz y Odemir (2007) el análisis de la composición de carotenoides, capsaicinoides y ácido ascórbico en frutos maduros de *Capsicum annuum* reveló la presencia de siete carotenoides principales, cinco análogos de capsaicinoides y ácido ascórbico.

Según Materska y Perucka citados por Bridgemoha (2018), el contenido de fenoles y actividad antioxidante viene determinado por el estudio del aislamiento de dos fracciones de fenoles, flavonoides (con ácidos fenólicos) y capsaicinoides, del pericarpio del fruto del chile en dos etapas de crecimiento; verde y rojo, se estudiaron por su capacidad antioxidante. Ambas fracciones de frutos rojos tuvieron una mayor actividad que la de los frutos verdes. Una comparación de una parte capsaicinoide con las fracciones de flavonoide y ácido fenólico y la actividad antioxidante dio resultados similares para ambas etapas de crecimiento.

Para Bunnell y Bauernfield citados por Bridgemohan (2018), los carotenoides controlan el color de la vaina de los frutos y para ello se incluyen cetocarotenoides, capsantina, capsorrubina y criptocapsina, que son carotenoides únicos de *Capsicum*. El color rojo principal de los chiles proviene de los carotenoides capsantina y capsorrubina, mientras que el color amarillo-anaranjado proviene de la β-caroteno y la violetaxantina. El carotenoide capsantina presente en frutos maduros aporta hasta el 60 % del total de los carotenoides, con lo cual juega un papel importante como fuente de color.

Según Harkay-Vinkler citado por Bridgemohan (2018) la capsantina y la capsorrubina aumentan a medida que avanza la madurez de los frutos, siendo la capsantina la más estable de las dos.

De acuerdo con Tundisetal citado por Bridgemohan (2018), las diferentes etapas de madurez o de maduración de los frutos puede incidir en el contenido total de fenoles, flavonoides, carotenoides, capsaicina y dihidrocapsaicina, así como, las actividades antioxidantes e hipoglucemiantes varían para frutos inmaduros y maduros. Los fenoles pueden alcanzar su concentración máxima en frutos inmaduros y luego conforme maduran los frutos declina la concentración, mientras la concentración de carotenoides y capsainoides aumentan a medida que los chiles alcanzan la madurez.

Según Suwatronnakorn citado por Brigdemohan (2018), existe un potencial para el uso de extractos de *Capsicum* como nutraceuticos para promover la salud endotelial y posteriormente reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

2.7. Principales usos del género *Capsicum*

La importancia que tiene el género *Capsicum* en la industria alimenticia, en la medicina, industria en general, en la salud, en el control de plagas y en la dieta, implica también la importancia que tendría a futuro la transformación del chile Cahabonero *Capsicum annum forma cobanensis*, como alternativas a su comercialización en fresco. Los principales usos del género *Capsicum* se detallan a continuación:

2.7.1. Medicina

Según Topuz y Ozdemir (2007), los chiles frescos son muy ricos en vitamina A (2.18 -2.43 μg equivalentes de actividad del retinol por gramo) y vitamina C (94 mg/g, en comparación con las naranjas que contienen 37 mg/g, lo que lo convierte en un poderoso agente antioxidante y antiinflamatorio.

Por su parte Carmichael citado por Brigdemohan (2018), indica que además del uso medicinal general, pueden usarse como antibacterianos, carminativos y digestivos, además, pueden actuar con estimulante cardiovascular debido a la presencia de capsainoides. La industria farmacéutica utiliza la capsaicina (trans8-metil-nvanillyl-6-nonenamida) en muchos analgésicos y medicamentos para aliviar el dolor.

Para Caterina et al., citados por Pozo y Mejía (2014), la capsaicina es un analgésico tópico para una variedad de condiciones reflejadas por el dolor, las cuales no responden a

analgésicos comunes, y se debe fundamentalmente a su modo de acción. La capsaicina disminuye el contenido del neurotransmisor conocido como sustancia P que actúa en las terminaciones nerviosas que se encuentran en la piel y membranas mucosas. Funciona como un anti sensibilizante facilitando su uso como un analgésico auxiliar para el tratamiento de artritis y osteoartritis.

2.7.1.1. Beneficios para la salud por uso de *Capsicum*

La importancia que tiene el uso de los componentes del *Capsicum* para el cuidado de la salud. Se conoce su uso etno médico y de pueblos de América de forma empírica, sus principales usos están orientados al ser incluidos en la dieta o como medicamento, siendo estos:

- a. Propiedades antiinflamatorias.
- b. Mucilago.
- c. Propiedades quimio preventivas.
- d. Propiedades cardiovasculares.
- e. Propiedades antioxidantes.
- f. Propiedades hipoglucémicas.
- g. Inmunología.
- h. Neuropatía diabética.
- i. Fibromialgia.

Según Yeager citado por Yáñez, Balseca, Rivadeneira y Larenas (2015), indican que el consumo moderado de frutos de *Capsicum* spp. ayuda a bajar el índice de colesterol lipoproteico de baja densidad (LDL), cuya presencia está asociada con derrames cerebrales, hipertensión y enfermedades cardíacas.

Aunque parezca contradictorio hay indicios de que el consumo de ají no agrava las úlceras estomacales, sino que las previene; al parecer la Capsaicina estimula la producción de jugos digestivos que protegen las paredes estomacales de los ácidos y del alcohol que causan las úlceras. Esta circunstancia ha llevado a especular que la Capsaicina podría servir como agente protector del estómago.

2.7.2. En la industria de alimentos y bebidas

En la industria alimentaria y de bebidas son muchos los casos donde se usa los productos y subproductos de los frutos de *Capsicum*, especialmente para dar sabor, aroma y color a diferentes preparaciones alimenticias y bebidas. Su uso es amplio en salsas, sopas, preparaciones alimenticias, snacks, confitería, sazoadores, condimentos, bebidas preparadas e industriales, saborizantes, carnes y ensaladas. Además de utilizarse en cocina gourmet donde actualmente marca tendencias. En grandes concentraciones se utiliza para prevención de delitos y como protección personal por medio del gas pimienta.

2.8 Pungencia y capsaicina en el género *Capsicum*

Para Bosland y Walker citados por Chahpekar (2016), una de las características esenciales de los chiles, pimientos o ajíes, es la presencia de capsaicinoides que se encuentran en los frutos siendo un producto especial y económico, de los cuales se han estudiado ampliamente. Esta característica del *Capsicum* es debido a la presencia del complejo capsaicinoide (formado por la combinación de capsaicina y dihidrocapsaicina). En frutos de chile se encuentran más de 22 diferentes capsaicinoides, los cuales se sintetizan y acumulan en la placenta de los frutos. Los principales son la capsaicina y dihidrocapsaicina que se presentan en concentraciones más altas. La capsaicina es un derivado amida de vanililamina y ácido 8-metilnon-trans-6-enoico.

Según Nuñez et al., citados por Yanéz et. al. (2015), la capsaicina es una sustancia de naturaleza alcaloide, concretamente un protoalcaloide con fórmula empírica $C_{18}H_{27}NO_3$. En la actualidad se sabe que la capsaicina no es un compuesto simple, si no que se trata de una mezcla de varias amidas, que son comúnmente conocidas como capsaicinoides, siendo la Capsaicina la más importante entre ellas.

Para Halikowsky citado por Caballero et al., (2017) la pungencia es uno de los atributos más importantes en la calidad organoléptica de los ajíes, lo cual es atribuido al contenido de capsaicinoides, que varían en torno a los 0.1 y 1 % de acuerdo con la especie.

De acuerdo con Bennett y Kirby citados por Chahpekar (2016), en la biosíntesis de la capsaicina están involucradas dos vías; la primera de un ácido graso metabolizado, que

determina los ácidos grasos de la molécula y segundo; un fenilpropanoide, que determina la estructura fenólica.

Según como indican Kosuge y Pruthi citados por Chahpekar (2016), los capsaicinoides causan el sabor picante (pungencia) del fruto del chile. Esta pungencia se debe al complejo capsaicinoide de la capsaicina (insaturada y amidas saturadas) y dihidrocapsaicina.

Para Tewksbury citado por Chahpekar (2016), lo que diferencia de chiles picantes de chile dulces está en función de la presencia o en su efecto la ausencia de rasgos picantes en los frutos. En la naturaleza solo los frutos de chiles sintetizan capsaicinoides que de alguna manera puede servirle como protección contra los insectos y patógenos.

Para Molina citado por Pozo y Mejía (2014), el consumo de ají se debe a su sabor pungente causado por la presencia de capsaicinoides que son un grupo de amidas ácidas obtenidas de la vainillilamina.

2.9 Propiedades físicas y químicas de la capsaicina

Según López Pacheco (2017), la expresión molecular de la capsaicina es 8-metyl-N-Vanillyl-trans-6-nonamida y la fórmula química $C_{18}H_{27}NO_3$, que es irritante al contacto con cualquier parte del organismo humano y además cuenta con una función que es antibacteriana. En su estado puro no puede ser ingerida o inhalada. En su estado puro es granulosa y de apariencia cristalina, es inodora y de color blanco. Para el caso de su estado natural la oleorresina proveniente de *Capsicum* es una oleorresina de color marrón oscuro. Posee un peso molecular de 305.42 g/mol. Su estado de ebullición es de 200° C y su estado de fusión es a los 65° C. La capsaicina además es hidrofóbica, sus solventes naturales son la acetona y el etanol por mencionar algunos químicos.

2.10 Oleorresina capsica para Industria Alimentaria

Para La Comisión de las Comunidades Europeas citado por Restrepo (2006), las oleorresinas son extractos de naturaleza oleosa, obtenidos de especias o diferentes plantas, que le dan a los productos algún grado de color, sabor y percepción de picante. Tienen múltiples formas de manejo, dosificación, estandarización, almacenamiento y control

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

microbiológico que protege el producto. Según la Unión Europea las oleorresinas son extractos de especias a las que se les ha evaporado el disolvente de extracción, dejando una mezcla del aceite volátil y el material resinoso de la especia o del chile. En general las oleorresinas se aplican en el mundo como ingrediente que aporta sabor y aroma a los alimentos. Variando la solubilidad, se aumenta la posibilidad de diversificar las aplicaciones y se usan también en la industria cosmética, farmacéutica, alimentación animal y para uso agrícola.

Según la *Farm Direct Foods* Latinoamérica citado por Restrepo (2006), Las oleorresinas de ají picante, ajo, jengibre y paprika puede ser utilizadas como saborizantes, aromatizante, colorantes para quesos, salchichas, mortadelas, chorizos, diferentes caldos, salsas, snacks, entre otros. Así mismo, se han desarrollado productos innovadores denominados fitofarmacéuticos. Las oleorresinas presentan diferentes ventajas con respecto a las presentaciones de otros aditivos alimentarios, estas ventajas son:

- a. Económicas: puede presentarse una tasa de reemplazo de hasta 100 kg del producto en polvo, por uno o dos kg de oleorresina, dependiendo de la concentración de esta.
- b. Uniformidad: los ingredientes activos, color, sabor y propiedades físicas pueden estar estandarizadas.
- c. Natural: es un producto natural libre de residuos de solvente y otras materias contaminantes.
- d. Pureza: son productos libres de impurezas y materias extrañas.
- e. Esterilidad: no presentan contaminación microbiana, por su efecto sobre estos organismos vivos.
- f. Especificaciones: cuenta con el cumplimiento de las especificaciones de la FDA y se clasifican como GRAS (*generally recognise as safe*), lo que les da la posibilidad de poder utilizarse o adicionarse a cualquier formulación.
- g. Vida de anaquel prolongada: la concentración de las oleorresinas y como están libres de agua, tienen una baja degradación por oxidación o pérdida de sabor y elimina la presencia de plagas y microorganismos.
- h. Dilución: el extracto concentrado puede ser diluido para obtener diferentes concentraciones de tal manera que se adecuan las condiciones de la oleorresina a las necesidades del producto.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Para Salazar citado por Baldeon y Hernández (2017) indica que los frutos del género *Capsicum* tienen diferentes formas de comercialización y una específicamente se refiere a las oleorresinas. La oleorresina de *Capsicum* últimamente ha mostrado más interés para su uso y venta. La oleorresina es una mezcla de derivados capsaicinoides, carotenoides, ácidos grasos y aceites esenciales. La oleorresina es un aceite que se obtiene por extracción con solventes orgánicos polares como la acetona y el alcohol y no polares como el diclorometano, hexano, éter, entre otros. Los cuales son evaporados para obtener un extracto aceitoso concentrado. Esta oleorresina es de naturaleza oleosa, viscosa, de color rojo intenso y con un aroma característico de acuerdo con la procedencia del chile.

Existe una gran variedad de oleorresinas, entre las que se encuentran:

- Ajo
- Capullo de clavo
- Cardamomo
- Cebolla
- Curry
- Enebro
- Extracto de romero
- Extracto de vainilla
- Hierbas cítricas
- Jengibre
- Jengibre rojo
- Cúrcuma
- Nuez moscada
- Pimienta blanca
- Pimienta negra
- Semilla de apio
- Semilla de cilantro
- Semilla de comino
- Semilla de hinojo
- Semilla de perejil

2.11 Determinación de la pungencia y extracción de oleorresinas capsicas

Según Meckelmann et al., citado por Caballero et al. (2017), el grado de pungencia generado por los capsaicinoides, se expresa por la escala *Scoville Heat Units* (SHU), como prueba organoléptica, sin embargo, actualmente, se utilizan métodos cuantitativos, como los de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), donde 1mg/100g de producto fresco equivale a 161 unidades SHU, para capsaicina o dihidrocapsaicina y, a 93 unidades SHU, para nordihydrocapsaicina.

2.12 Proceso de extracción de oleorresinas

De acuerdo con Cardona et al. citado por Restrepo (2006), considerando su carácter oleoso, es lógico pensar que las técnicas más apropiadas son aquellas que utilizan solventes y efectivamente es lo que se usa actualmente. Se utiliza principalmente la lixiviación con solventes orgánicos como el hexano, acetato de etilo, acetona, con rendimientos en el orden de los 2.9 %, 4.2 % y 6.1 % respectivamente.

Para Csictuznadi citado por Restrepo (2006) existen otras técnicas que emplean tecnología de microondas combinada con solventes como acetona, dioxano, etanol, metanol y tetrahidrofurano controlando la temperatura en un máximo de 60° C para prevenir la degradación de los carotenos y encontrando diferencias de selectividad dependiendo de los solventes.

Otras técnicas emplean tecnología de microondas combinada con solventes como acetona, dioxano, etanol, metanol y tetrahidrofurano controlando la temperatura en un máximo de 60° C para prevenir la degradación de los carotenos y encontrando diferencia de selectividad dependiendo de los solventes. Otros trabajos realizados en cuanto a extracción de oleorresinas han empleado una tecnología libre de solventes orgánicos y empleando bajas temperaturas, se trata de la extracción con fluidos supercríticos, específicamente con dióxido de carbono supercrítico (ScCO₂), se logró trabajar a 40°C, una presión de 120 bares con un tiempo de 4 horas de extracción; los resultados se evaluaron frente a extracciones tradicionales con solventes como n-hexano y arrojaron resultados más satisfactorios en cuanto a pureza, integridad de los carotenoides y concentración de los mismos en la oleorresina obtenida.

Para Cerrud y Delgado (2017) en su estudio sobre obtención de oleorresinas de ají usando el método *Dean Stark*, sistema directo a reflujo y *Soxhlet*, a nivel de laboratorio, realizando la extracción de oleorresinas presentes en el ají picante y pimentón empleando los tres sistemas antes mencionados, para comprobar la eficiencia de los mismos. Se obtuvo un % de humedad de 78% en la cáscara del ají picante, además se determinó que el sistema *Soxhlet* es más eficiente para extraer oleorresinas ya que de acuerdo con el solvente empleado en este caso una mezcla de metanol-hexano permite arrastrar con mayor proporción los metabolitos volátiles y no volátiles que se requiere extraer.

2.13. Pungencia del chile Cahabonero (*Capsicum annuum forma cobanensis*)

De acuerdo con los resultados de Bol y Bartolomin (2018), que desarrollaron el estudio denominado: Obtención de capsaicina y dehidrocapsaicina del chile Cahabonero (*Capsicum annuum* var. *ceraciforme*), como alternativa de transformación para los productores de Santa María Cahabón, A.V., donde se compararon 4 solventes orgánicos y su efectividad para la recuperación de capsaicina y dehidrocapsaicina por medio de 4 sistemas extractivos: acetato de etilo-etanol-agua (82.2:9.7:8), acetato de etilo-etanol (93.9:6.1), acetato de etilo: Acetonitrilo (50:50) y acetonitrilo (100%). Los primeros 2 solventes orgánicos se aplicaron en método de extracción continua *Soxhlet* y los dos últimos en maceración dinámica.

Se determinó que los mayores rendimientos de oleorresinas se obtienen con los solventes del método *Soxhlet* con valores porcentuales de 12.69% en comparación a la maceración dinámica con valores promedios de 6.57%. La concentración de capsaicinoides (capsaicina y dehidrocapsaicina) presentes en oleorresinas de chile Cahabonero ronda entre las 236.7099 y 817.1642 ppm evidenciando que se obtiene un mayor porcentaje de capsaicinoides con los solventes de la maceración dinámica (6.21%) y menores concentraciones con los solventes del método *Soxhlet* (2.51%). Se determinó que el nivel de pungencia para el chile Cahabonero según los resultados obtenidos en HPLC ronda entre las 3,787-13,074 SHU.

Es una oleorresina de moderada pungencia, si existe la posibilidad de que el producto pueda incursionar en el rango de oleorresinas con un nivel de pungencia mayor o igual a

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

3000 SHU tomando en cuenta que, para la producción a escala, se debería seleccionar el sistema extractivo en base a un análisis entre el rendimiento de oleorresina obtenido y la concentración de capsaicinoides reportados por los métodos y solventes evaluados. En dicha categoría las oleorresinas no necesariamente compiten por esta característica de pungencia sino también por sus otras múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, como la presencia de carotenoides y otros compuestos orgánicos.

3. OBJETIVOS

General

Determinar a nivel de prefactibilidad si es conveniente la producción de oleorresina del chile Cahabonero (*Capsicum annum forma cobanensis*) a escala industrial, en función de las capacidades y recursos, así como los beneficios hacia los productores de Sta. María Cahabón.

Específicos

1. Identificar el mercado potencial para el consumo de oleorresina de chile Cahabonero en Guatemala mediante una encuesta de campo y el análisis teórico de la oferta y la demanda.
2. Evaluar el solvente extractivo más conveniente en cuanto a porcentaje de rendimiento, precio, seguridad y legalidad para la extracción de oleorresina mediante pruebas de laboratorio y planta piloto.
3. Enlistar el tipo de maquinaria y equipo necesario para la unidad productiva, sus precios y especificaciones en función del proceso técnico productivo y los parámetros de calidad de la oleorresina del chile Cahabonero.
4. Generar la ficha técnica de la oleorresina del chile Cahabonero; abarcando los aspectos químicos, fisicoquímicos y microbiológicos que determinan su calidad.
5. Analizar los componentes financieros más importantes para la producción a escala industrial de oleorresina.
6. Analizar los aspectos legales y ambientales, para la producción de oleorresina de chile Cahabonero utilizando acetona como solvente extractivo.

4. METODOLOGÍA

El estudio de prefactibilidad para la producción de oleorresina de chile Cahabonero comprendió diferentes estudios, que conjuntamente darían los elementos para indicar si la actividad es factible para los agricultores de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, estos estudios son: Estudio de Mercado, Estudio Técnico, Estudio Financiero y Estudio Legal Ambiental. Cada estudio fue desarrollado con una metodología específica que permitió hacer una evaluación de la potencialidad de la actividad productiva industrial. En resumen, se identificaron, determinaron y calcularon los elementos suficientes para la propuesta de implementación de la unidad productiva comunitaria de extracción de oleorresina capsica de chile Cahabonero, siendo la primera experiencia de ese tipo en el Norte de Guatemala que sumados a productos secundarios derivados de chile Cahabonero puede ser una unidad productiva e industrial rentable.

En cuanto a la metodología para cada estudio esta se presenta al inicio de cada uno, es importante mencionar que los sitios de estudio fueron en Santa María Cahabón, Cobán y Región Metropolitana, donde se realizó cada uno de los estudios correspondientes y que permitieron obtener los resultados generales del estudio.

5. RESULTADOS

5.1 Estudio de Mercado

Para este estudio se tomó en consideración el análisis del mercado mundial de oleorresinas, la situación de los países que más producen, comercializan y demandan estos productos, empresas comercializadoras, características del producto, análisis de oferta y demanda, situación de precios, industrias nacionales que consumen OC, productores de materia prima, la cadena de proceso. Para determinar la oferta de materia prima se realizó un muestreo de los productores rurales de Chile Cahabonero para determinar volúmenes disponibles de materia prima, posteriormente se encuestaron empresas del medio nacional, empresas que están en la industrialización de alimentos, bebidas, producción de snacks, salsas, transformación de derivados cárnicos, concentrados, cosméticos, jabones, detergentes, embutidos y jugos.

En la encuesta aplicada a empresas ubicadas en los departamentos de; Guatemala, Chimaltenango y Sacatepéquez, se consultó inicialmente si utilizaban oleorresina capsica, tipo de oleorresina capsica utilizada, fuente de la materia prima, aplicación, si usan como fuente de carotenoides, contenido de pungencia que requieren, cantidades utilizadas, presentación empleada en sus procesos, precio de la oleorresina que utilizan y finalmente se indagó sobre si tenían el interés de utilizar una oleorresina nacional extraída de Chile Cahabonero.

Seguidamente se analizaron empresas importadoras de oleorresina capsica contrastada con información o registros de importaciones consolidadas por el BANGUAT con su respectivo código aduanero y partida arancelaria.

Se analizó la demanda y oferta de oleorresina capsica con información proveniente de fuentes primarias y secundarias, los posibles precios de venta en Guatemala y se proyectó la demanda insatisfecha nacional. Cabe mencionar que la información en relación con la OC en Guatemala es muy escasa, las empresas del sector agroalimentario no brindan información ampliamente lo que induce a obtener información de fuentes secundarias.

Analizadas las variables importantes de mercado y comercialización se procedió a definir, describir y caracterizar el principal producto a producir, mencionándose también los

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

productos secundarios del proyecto y las opciones identificadas para que pueda ser factible la industrialización rural de la oleorresina capsica de Chile Cahabonero.

Finalmente se determinó con toda la información si es factible el proyecto a nivel de mercado.

5.1.1. Generalidades del mercado internacional de oleorresinas y su comportamiento

Según el Mercado Potencial de oleorresinas de Europa (2020), las oleorresinas son las formas o productos concentrados de hierbas y especias. Son resinosas, semi sólidas con aceites esenciales o grasas. En muchos casos cuentan con pungencia y aroma lo que apoya a la mejora del sabor de los productos alimenticios. Su extracción es por medio de un solvente orgánico, por lo general la extracción se hace por filtración de los disolventes con la presencia de la materia prima seca y molida.

Las oleorresinas por sus características también están libres de contaminación microbiológica y de enzimas. Son sujetas a estandarización para el sabor y cuentan con una larga vida útil. Comparado con los aceites esenciales se pierden menos notas de sabor bajo la destilación que los aceites. Tienen la facilidad de poder disolverse en grasas o aceites y algunas oleorresinas tienen importantes notas de sabor que no están presentes en los aceites esenciales. Es más acentuado el sabor en los aceites esenciales. Las propiedades de las oleorresinas son muy variadas. Por ejemplo, la oleorresina de la pimienta negra aporta sabor y además, tiene propiedades antioxidantes, utilizándose en alimentos.

De acuerdo con el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), otra fuente importante de uso de las oleorresinas son los colorantes y conservantes de alimentos debido a sus propiedades antimicrobianas. La oleorresina del pimentón se utiliza como colorante y aromatizante. Las oleorresinas de *Capsicum* tienen un sabor más fuerte que la oleorresina de pimentón y se utilizan para añadir sabor a los alimentos.

Según el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), las oleorresinas de *Capsicum* se producen en India, países de África y China. Las oleorresinas de pimentón se

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

producen en España, India, Marruecos, Estados Unidos, México y Sudáfrica. Son varios los productos que son coloreados con oleorresinas de pimentón, que incluyen salsas, jugos de naranja, quesos, confitería y productos cárnicos procesados.

Según *Food and Drink Europe* (2021) Europa es uno de los mercados de consumo más grandes del mundo. Estos consumidores le están prestando más atención a los ingredientes de sus alimentos y bebidas, por lo que existe una demanda creciente de productos alimenticios y bebidas con componentes naturales. El mercado alimentario europeo es el segundo más grande del mundo. Es el sector manufacturero más grande de Europa y genera casi los 1,2 billones de euros. La comida y bebida ecológica europea, es la segunda más grande del mundo, pasado de 20,900 millones de euros en 2012 a 34,300 millones de euros en 2017.

Para el *Food and Drink Europe* (2021) el uso de oleorresinas en Europa es para fijar sabor y color a los productos alimenticios y bebidas. El mercado europeo de colorantes y sabores alimentarios naturales se valoró en 1,770 millones de USD en el 2,018 según el *Market Data Forecast*. Se prevé que crezca un 6.7% entre 2,018 y 2,023. La creciente demanda de sabores y colores naturales se está incrementando en Europa. Uno de los principales impulsores de ese crecimiento es la popularidad de los productos alimenticios y bebidas con etiqueta limpia, impulsando el uso de componentes naturales contra ingredientes polémicos. Habrá una tendencia positiva a futuro en el uso de aromas y sabores naturales.

Según el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), las importaciones de oleorresinas han estado fluctuando tanto en volumen como en valor. Según los negociantes de la industria, la demanda de oleorresinas está aumentando en el mercado europeo, impulsada por los formuladores de alimentos y bebidas europeos, que cada vez están utilizando oleorresinas debido a sus propiedades y precios relativamente bajos. El mercado mundial de oleorresinas se valoró en 1,44 mil millones de USD en 2,018 de acuerdo con los datos del *Grand View Research*.

De acuerdo el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), este mercado se prevé que crezca a una tasa de crecimiento de 4,7 % hasta el 2,025. Europa constituye un tercio del mercado mundial de oleorresinas. El principal usuario o consumidor es el sector alimentario,

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

que ocupa más de la mitad del mercado europeo de oleorresinas. En el otro extremo la cadena de valor, de las grandes empresas de aromatizantes europeas también están consumiendo sus oleorresinas para sus procesos. Las oleorresinas más populares en Europa son: la pimienta negra, el pimentón y la cúrcuma. Cada una con un uso diferenciado siendo este la industria cárnica, en alimentos procesados debido a su color y sabor, y en alimentos étnicos procesados, respectivamente.

Es importante la dinámica de consumo de las oleorresinas principalmente en el mercado que concentra la industria agroalimentaria del mundo, con las mayores empresas de alimentos del mundo que son originarias de Europa. El papel que juega la producción de oleorresinas por parte de la India y China que por lo general son las materias primas que se utilizan en la industria agroalimentaria en países de América Latina, y la producción de oleorresinas en México que son utilizadas en Centroamérica.

Para el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), los países como el Reino Unido, Alemania, Francia, Países Bajos, Italia y España son los mayores importadores de oleorresinas en Europa. Los mercados más grandes de alimentos están en países del occidente de Europa. La creciente popularidad de la comida étnica ha motivado la importación de diferentes materias primas. Esta es una buena oportunidad a los exportadores de oleorresinas en los países en desarrollo, porque las oleorresinas como la de cúrcuma se utilizan más en alimentos étnicos o naturales.

El Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020) indica que el mercado británico de alimentos orgánicos se valoró en 2,300 millones de euros en 2,018, el sexto mercado más grande de Europa. Los principales importadores de oleorresinas en el Reino Unido son: *British pepper and spice, Phoenix Products, Camstar Herbs Ltd* y *Frutarom*.

El Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), presenta que, para el caso de Alemania, el país tiene el segundo mercado de alimentos y bebidas más grande de Europa. También es el tercer exportador de productos alimenticios del mundo y uno de los principales reexportadores de oleorresinas en Europa. Existe una creciente demanda de oleorresinas

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

orgánicas en Alemania. Los principales importadores de oleorresinas incluyen a *Doehler, Symrise, Henry Lamotte Oils GmbH, Fuchs y Rüter Gewürse GmbH*.

De acuerdo con el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020) la demanda de oleorresinas se debe principalmente a la popularidad de la cocina étnica en Europa. Los consumidores se están familiarizando más con los sabores exóticos y los productos alimenticios étnicos, mientras los fabricantes utilizan más oleorresinas en las fórmulas de sus productos. El mercado de oleorresinas se ve limitado por la oferta inestable de materias primas situación que se espera no cambien en el mediano plazo.

Para fines del proyecto es esencial un suministro adecuado y constante de materias primas, que faciliten su procesamiento y se constituyan en una cadena de valor segura para la extracción y comercialización de oleorresina de Chile Cahabonero.

Finalmente, los datos de Eurostat muestran que la India fue el mayor exportador de oleorresinas a Europa y el Mundo, en términos de volumen en el 2019. La India tiene una industria de producción de oleorresinas comercialmente establecida que representa el 70 % de la producción mundial de oleorresinas, dominando así el mercado mundial de oleorresinas de especias. Seguidamente esta China, como el segundo mayor exportador de oleorresinas.

Según el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020), la oleorresina capsica cuenta con excelentes propiedades nutricionales y farmacológicas. Potencializando su uso como saborizante y colorante para quesos, embutidos, sopas, preparaciones para caldos y salsas. Mejora la estabilidad sensorial de los productos y alimentos, entre otros.

Mientras tanto el Mercado Potencial de Oleorresinas de Europa (2020) indica que la oleorresina de *Capsicum* es un aceite viscoso de color intenso, responde al extracto del fruto seco o fresco de *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* y *Capsicum frutescens*. Contiene una mezcla compleja de aceites esenciales, ceras, materiales o pigmentos naturales y varios capsaicinoides. Contiene también ácidos de resinas y sus esteres, proteínas, aminoácidos, terpenos y productos de oxidación o polimerización de tales terpenos. Su precio de venta de la

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

OC está relacionado con su pureza y con el nivel de pungencia que aporta como unidades de calor de *Scoville* (SHU), o su equivalente en partes por millón de capsaicinoides presentes en el aceite.

En el caso del chile Cahabonero éste se encuentra entre las 260,000 y 265,720 SHU. Por lo que los precios son muy variados, quedando en función de la presentación en que se pueda comercializar, calidad y concentración determinada. La OC de chile Cahabonero es de baja a mediana pungencia, tomando en cuenta que es necesario cuantificar de nuevo la concentración de capsaicinoides que contiene, situación que es resuelta en el Estudio Técnico del presente informe.

Potenciales usos de la oleorresina capsica:

- a. Para productos cárnicos.
- b. Embutidos.
- c. Confitería
- d. Sopas y salsas preparadas; deshidratadas y no deshidratadas.
- e. Consomé.
- f. Pigmentación.
- g. Aderezos.
- h. Bebidas.
- i. Sazonadores.
- j. Snacks y botanas.
- k. Productos lácteos como quesos.
- l. Helados.
- m. Cosméticos.

Existe el Informe de Mercado Global de Oleorresina (2021) que engloba la situación de mercado de diferentes oleorresinas, entre estas las de *Capsicum* y las clasifica por tipo, ya sea oleorresina de *Capsicum* soluble en agua y oleorresina de *Capsicum* soluble en aceite, por aplicación, por empresa y por mercados clave. Es un informe que brinda el escenario de competencias, tendencias y pronósticos. Es un informe que requiere de una membresía para su adquisición. A la fecha del informe no existe ninguna referencia de empresas guatemaltecas que produzcan oleorresina capsica para el consumo nacional.

Algunas de las empresas que a nivel mundial procesan y comercializan oleorresina capsica y otros productos derivados son:

- a. Bos Natural Flavours (P) LTD, origen India.
- b. PT Mitra Ayu Adi Pratama, origen Indonesia
- c. Sinthithe Industries, origen India.
- d. AVT Natural Products, origen India.
- e. Chenguang Biotech Grupo, origen China.
- f. Zhongda Henyuan, origen China
- g. San-Ei Gen F.F.I. Inc, origen Japón.
- h. Henan Products, origen China
- i. Yunnan Hongly Inc., origen China
- j. Bayer, origen Alemania.
- k. Naturite Agro Products Ltd, origen India.
- l. Alps Pharmaceutical Ind, Co. Ltd, origen Japón.
- m. AOS Products Private Limited, origen India.
- n. Lonza Pharma & Biotech, origen Suiza.
- o. Tiajin Shennong International, Trading Company, Ltd, origen China.

Existe la oportunidad de encontrar espacios dentro del mercado con la oleoresina capsica del chile Cahabonero, los costos de materia prima que luego es desechada pueden motivar la producción de OC y comercializarla como producto final.

Equivalente en el mercado mexicano al contenido de SHU que tiene el chile puya, chile chipotle, chile de árbol y chile serrano,⁴ que van desde las 5,000 a 50,000 SHU.

Según Martínez Guzmán (2007) el mercado de la OC está liderado en exportaciones por Brasil, India, USA, Francia, Inglaterra, Singapur, Alemania, Austria, Marruecos e Irán. Mientras que los mayores importadores de OC son: India, Inglaterra, Brasil, Francia y Alemania.

Se estima que el mercado de esta OC es de entre 120 y 200 toneladas al año. Y es la India el principal proveedor en el mundo, seguido de la China que participa como un país procesador de diferentes *Capsicum* del mundo o como comercializador para diferentes industrias en el mundo. En cuanto a valores en USD el negocio de las OC está entre los 246 a 500 millones por año.

⁴ Según información obtenida de CAPSINATURA, capsicums flavors extractives & solutions. Con la marca NaturaExtracta; next keys for a healthy life. México.

El crecimiento de la demanda de las OC se ubica en 8.8 % según Martínez citando a Worku (2,005).

5.1.2 Características y definición del producto del proyecto

Las siguientes son las características y la definición del principal del producto del proyecto, tomando en cuenta que será la OC de chile Cahabonero el principal producto, seguido de los carotenoides como una alternativa secundaria, para este último se requiere su determinación exacta y su cuantificación industrial.

5.1.2.1 Características

La oleorresina capsica del chile Cahabonero consistente en el extracto de *Capsicum annum forma cobanensis* que ha sido previamente molido y tamizado es un producto homogéneo, rojo intenso, de aspecto aceitoso el cual ha sido extractado del chile Cahabonero seco mediante un proceso de separación, llamado destilación, de sustancias que componen una mezcla líquida. No presenta riesgos para la salud, es natural y no contiene ningún aditivo con una actividad antimicrobiana. Cuenta entre 3,787 a 13,074 SHU, determinadas por HPLC, en un primer estudio y de forma actualizada con 265,720 SHU. Es una oleorresina de moderada pungencia, si existe la posibilidad de que el producto pueda incursionar en el rango de oleorresinas con un nivel de pungencia mayor o igual a 3000 SHU. Hay que tomar en cuenta que entraría en el rango de algunos chiles mexicanos como el chile puya, chile chipotle, chile de árbol y chile serrano, que van desde las 5,000 a 50,000 SHU.

La oleorresina pertenece a la partida arancelaria “aceites esenciales, excepto agrios (cítricos)” según la clasificación del BANGUAT.

Tiene un aroma y sabor más intenso que el chile en polvo, es estable, de fácil manejo y almacenamiento y resistente a las alteraciones microbiológicas.

Puede ser liposoluble o hidrosoluble, ambos presentados como un fluido viscoso; o, como páprika saponificada de aspecto sólido presentado bajo una formulación. Está compuesto principalmente por aceites esenciales, ceras, materiales coloreados y varios capsaicinoides. También contiene ácidos de resina, ésteres, proteínas, aminoácidos, terpenos y productos de

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

oxidación o polimerización de tales terpenos. Su clasificación arancelaria es 1301.1 y su código según tipo de mercancía corresponde al 3301.29.00 de la subclasificación 1301.2.

Además, de la extracción y producción de OC de Chile Cahabonero existe la posibilidad de que sea una fuente importante de carotenoides, que son compuestos utilizados en la industria alimentaria como colorantes. De acuerdo con antecedentes y en la determinación realizada en este estudio se identificaron los siguientes carotenoides: Licopeno, γ -caroteno, Zeaxantina, α -caroteno, Neoxantina y Auroxantina.

5.1.2.2 Forma de uso

La oleorresina es un colorante para mantequillas, margarinas y quesos. Se utiliza en patatas fritas, chips, aperitivos, cereales en hojuelas, En helados, pastas, aceites, mayonesas, aderezos, etc.

También en conserva de pescado en aceite, algunos tipos de sopas y comida congelada. En fabricación de salsas, ensaladas, embutidos (salchichas, chorizo, mortadela, morcilla), conservas, comidas preparadas, jamones. Cuando se precisa un color brillante y vivo en la fabricación de alimentos líquidos o viscosos.

5.1.2.3 Ventajas de la OC y productos sustitutos

Dentro de sus principales ventajas se pueden mencionar: su economía, uniformidad, es un producto natural, su pureza y esterilidad.

Los productos que podrían cubrir las mismas necesidades que la oleorresina de Chile Cahabonero para uso como fuente de pungencia o colorante son las oleorresinas importadas de Paprika principalmente, y oleorresinas de otros tipos de *Capsicum* por su contenido de capsaicinoides provenientes de los países líderes en la producción, como el caso de la India, China y México.

5.1.3. Elasticidad del producto

La elasticidad es una medida de la sensibilidad de la cantidad demandada de un bien ante un cambio en su precio. La elasticidad busca medir el impacto, o el grado de las variaciones de las demandas o las ofertas de los productos dadas diversas variaciones de precios. Por lo tanto, en este estudio y considerando la exclusividad que la oleorresina tiene en la industria, se esperaría que un cambio de precio pueda afectar considerablemente la demanda del producto en un nivel superior al cambio del precio, por su utilidad como materia prima en la fabricación en diversos productos. Los productos que tienen algún grado de industrialización o valor agregado por lo general son elásticos, en consecuencia, se asume que la OC de Chile Cahabonero es un producto elástico, por la actividad industrial que implica su extracción y que en volumen su rendimiento es bajo en relación con la materia prima extraíble.

5.1.4 Situación del mercado y sus características

Se ha determinado que uno de los conglomerados más implicados en la utilización de la OC y los carotenoides, es la industria alimenticia, principalmente el sector que produce distintos tipos de salsas y productos embutidos. Por otro lado, en la industria cosmética y de piensos también es utilizada. En este caso, al segmentar el mercado al cual está dirigido el proyecto se podría realizar de la siguiente forma:

Segmento A: Destinado a la industria alimentaria, salsas y aderezos, preparaciones alimenticias, embutidos y algunas bebidas naturales o gasificadas.

Segmento B. Destinado a la industria de piensos.

5.1.4.1 Áreas de influencia de proveedores y mercado

El espacio geográfico y/o territorial cuya población está predispuesta a adquirir la OC de Chile Cahabonero y dentro de la cual su comercialización se hace factible y que puede generar algún tipo de ganancias; es la ciudad de Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez y Chimaltenango que son los departamentos donde se concentra el sector agroalimentario del país. La distancia y el tiempo consumido en el traslado son variables clave que aumentarán o disminuirán los beneficios obtenidos. A diferencia de trasladar materia prima, al área industrial se trasladarán OC envasada.

5.1.4.2 Análisis de la oferta

En la actualidad la oferta de OC no ha sido estudiada en las empresas importadoras o comercializadoras de Guatemala en forma específica, sin embargo, existe un grupo de empresas reportadas por la literatura (2002-2007) y registradas por la SAT que se dedican a ofrecer aceites esenciales y oleorresinas, que son las que satisfacen el mercado nacional y especialmente el sector agroalimentario. Como ejemplo, es el caso de la Distribuidora y Droguería del Caribe y otras, que son productoras e importadoras de este tipo de productos.

Cuadro 4 Empresas dedicadas a la importación o exportación de aceites esenciales y oleorresina en Guatemala

Código Régimen	Razón Social	Domicilio Comercial
23	CUATRO ROSAS, S.A.	11 avenida 1-47 zona 1
22	AROMAS NATURALES, S.A.	4ta. calle 23-40, zona 7 kaminaljuyu I
22	EXTRACT, S.A.	30 av. 10-10 zona 11
23	AROMAS NATURALES S.A.	4 calle 23-40 zona 7 col. kaminaljuyu I
22	UTATLAN	8ta. avenida "a" 8-06, zona 2, Guatemala
22	AGROPECUARIA MARICON S A	av. la reforma 8-60 zona 9 Edif.Galería
23	COSCHEM CENTRO AMERICA	km 8.6 antigua carretera a El Salvador
23	ARMONIA	7a calle "a" 21-60 zona 14
23	ALFREDO HERBRUGER JR & CO LTDA	Carret. Roosevelt km. 14.325 zona 7
22	AROMAS NATURALES, S.A.	4ta calle 23-40 zona 7
22	YAHIL, S.A.	34 av. a 27-33 zona 5
22	UTATLAN, S.A.	8ta av. a 8-06 zona 2
23	AVENTIS PHARMA S.A.	km. 15.5 carretera Roosevelt zona 7
23	CUATRO ROSAS, S.A.	11 avenida 1-47 zona 1
23	LIPO CENTRO AMERICA, S.A.	10av 16-28 zona 10
23	SERTE, S.A.	21 avenida 16-03, zona 10 Concepción
22	DISTRIBUIDORA Y DROGUERIA DEL CARIBE	14 avenida 3-25 zona 1

Fuente: Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), 2016.

En el cuadro anterior el número 22 se refiere a exportadores y el número 23 se refiere a importadores, éstos últimos utilizan parte de lo que importan y ofrecen el producto al mercado nacional después de agregar otros solventes.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Los datos de la oferta del aceite esencial y oleorresina son reportados por Martínez (2018) obtenidas mediante de encuestas no estructuradas realizadas a algunos exportadores tales como Extract, S.A. e importadores como Colorantes y Químicos de C.A (COLQUICA).

Cuadro 5 Oferta del aceite esencial y oleorresina

Años	PIB (Millones de Q)	Oferta(kg)
2006	175 691,20	1 212
2007	186 766,90	1 290
2008	192 894,90	1 300
2009	193 909,60	1 466
2010	199 473,80	2 200
2011	207 776,00	2 322
2012	213 946,60	2 440
2013	221 857,50	2 130
2014	231 118,20	2 245
2015	240 706,80	2 279
2016	243 055,77	2 691

Fuente: Martínez (2018).

En el cuadro anterior se puede notar el aumento de la oferta en términos generales, a partir de estos valores el autor obtuvo la oferta proyectada para los años 2017-2025.

Cuadro 6 Datos proyectados de la oferta del aceite esencial y oleorresina

Años	Oferta(kg)
2,017	2 835,95
2,018	2 980,85
2,019	3 125,75
2,020	3 270,65
2,021	3 415,55
2,022	3 560,44
2,023	3 705,34
2,024	3 850,24
2,025	3 995,14

Fuente: Martínez (2018).

5.1.4.3. Análisis de la oferta de materia prima

Inicialmente se determinó la disponibilidad de materia prima es decir chile Cahabonero seco con los productores rurales de Santa María Cahabón, para luego cuantificar la disponibilidad según la temporada del año, considerando que a la fecha los productores solo

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

realizan una producción anual que establecen en noviembre de cada año y es cosechado el cultivo en mayo o junio del siguiente año, con la tecnología que actualmente cuentan.

Para la fiabilidad de la información obtenida en campo se determinó una muestra con un grado de error del 5 % ($\alpha = 0.05$), tomando en consideración que en el municipio hay 69,359 habitantes que integran alrededor de 7,236 familias y que de estas familias directa o indirectamente están relacionadas al cultivo el 90 % de la población. Se estableció la muestra a un universo de 6,512 familias. Obteniendo una muestra general de 135 unidades a muestrear, a la cual se les realizó la encuesta respectiva.

Para lo cual se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = N * Z_{1-\alpha}^2 * P * Q / d^2 * (N-1) + Z_{1-\alpha}^2 * P * Q$$

donde:

N = Tamaño de la población

α = error alfa de 0.05

Nivel de confianza = $1-\alpha = 0.95$

Z = Z (1- α) = 1.96

P = 0.90

Q = 0.10

Precisión = $\alpha = 0.05$

Los siguientes son los sitios poblados de donde provienen los agricultores muestreados de los cuales se obtuvo la información de la situación de la producción de chile Cahabonero. Este total de lugares representa el 16 % de lugares poblados del municipio, y que son áreas importantes de producción de chile Cahabonero.

Cuadro 7 Lugares poblados de Santa María Cahabón tomados como referencia para el muestreo

Nombre del lugar poblado	Porcentaje (%) de encuestas aplicadas
Champerico	7
Belén	11
Pinares	4
Caserio Chinajuk	2
Central	2
Canihor	3
San Martín Chichaj	2
Barrio la Unión	1
Xalitzul	2
Agua Caliente	9
Tusbilpec	3
Gualibaj II	4
Tzalamtun	3
Tres cruces	1
Santo Domingo Sector I	1
Secanante	1
San Fernando Chinatal	9
El Carmen	1
Tuila	1
Nuevo Agua Caliente	14
Sepoc	2
Chaslau	3
Pequixul	1
Sacta	4
Saq'iha	1
Nueva Esperanza	1
Caserío Miraflores	2
Santa María Rubeltzul	1
Sexoy	1
Chipoc	1
Tamax	2

Fuente: Información de campo para el estudio, 2019.

Las siguientes son las variables analizadas:

a. Tenencia de la tierra y extensión dedicada al cultivo

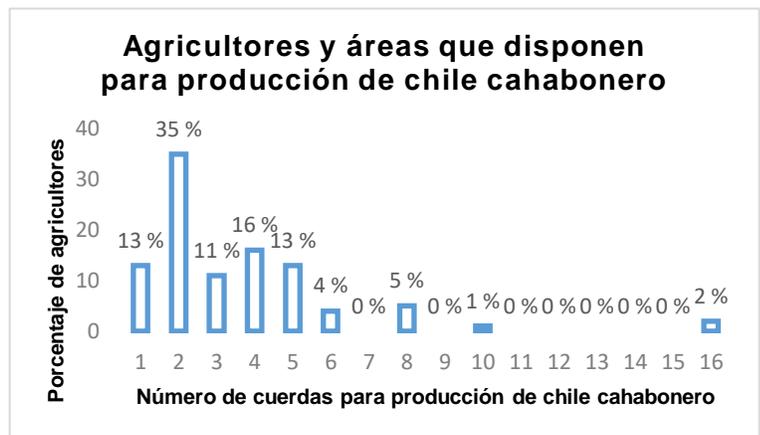
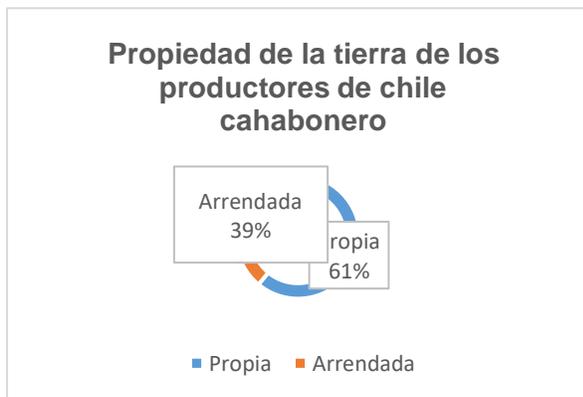
Se determinó la condición de propiedad y uso de la tierra para fines de la producción de chile Cahabonero. Estableciéndose si esta es propia, arrendada, municipal, comunal, en colonato u otra forma de tenencia.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Esta variable es esencial toda vez que la demanda de chile Cahabonero seco se ha incrementado, con destino a industrias a El Salvador y México, así como, también para el mercado interno. En una temporada del año, se presenta escasez en la disponibilidad de chile seco, derivado que no hay incremento considerable de nuevas áreas de cultivo. Debe existir alguna estrategia que apoye el incremento de la producción y disponibilidad de materia prima para diferentes fines.

Gráfica 1 Tenencia de la tierra

Gráfica 2 Área promedio de producción



La forma de posesión de la tierra es en propiedad con un 61%, mientras que la forma en arrendamiento corresponde al 39 % de agricultores. Las cantidades varían, sin embargo, es un buen indicativo de la sostenibilidad futura de la producción de chile Cahabonero. Un hallazgo importante es que no se manifiesta otra forma de posesión de la tierra.

Según FAO (2020), en el municipio de Cahabón se estima que un 41.77 % del territorio del municipio está dedicado a las actividades agrícolas, mientras la cobertura forestal es de un 30.8 % del territorio (equivalente a unas 23,484.51 has). Así también, en cuanto a la calidad del uso de la tierra se especifica que en el municipio el 56.78 % está en un uso adecuado, el 33.85 % está en sobre utilizada y el 8.53 % restante corresponde a tierra sub utilizada.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

b. Extensión de la tierra dedicada al cultivo del chile

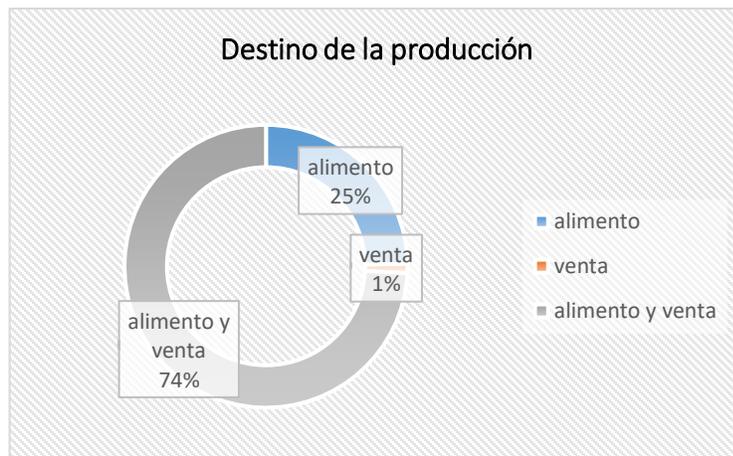
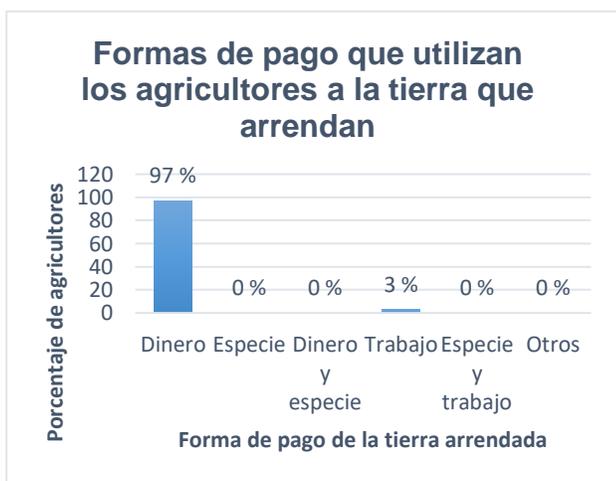
Se determinó la extensión de tierra que dedican los productores de Cahabón a la producción de chile Cahabonero, las unidades productivas por lo general son pequeñas y no superan las cinco cuerdas. El complemento de su espacio para producción lo dedican a maíz y cacao. El 35 % de agricultores utiliza dos cuerdas para producir chile Cahabonero y solo un 2 % utilizan 16 cuerdas. De los datos obtenidos en campo, el 88 % de los agricultores producen entre 1 a 5 cuerdas. Fuentes independientes indican que la producción promedio es de 7 a 8 cuerdas de terreno⁵, motivados por buenos precios de venta, situación que es cambiante en función de la variable precios de venta y oferta de materia prima.

c. Forma de pago de la tierra arrendada

El 39 % de agricultores productores de chile Cahabonero arrendan la tierra que cultivan, de estos el 97 % pagan con dinero el uso de ésta y solo el 3 % pagan con su trabajo. Esa relación microeconómica, permite negociar precios, ubicaciones y disponibilidad de otros recursos esenciales como el hídrico, eso es interesante por la tendencia a que se incrementen nuevas áreas productivas en el futuro, resultado del crecimiento de la demanda de la materia prima.

Gráfica 2 Pago de uso del suelo

Gráfica 3 Destino de la producción de chile



⁵ Entrevista con el Sr. Erick Noel Villatoro Dubón, productor de chile Cahabonero de la comunidad Sesal, Cahabon, A.V.

d. Usos que le dan a su producción de chile Cahabonero

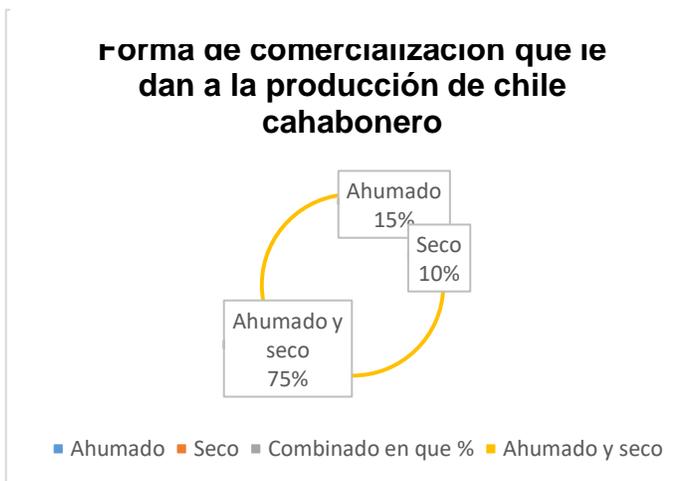
En relación con la variable usos que le dan a la producción del chile, el 74 % de los agricultores destinan una parte de su producción para su consumo y el resto para la comercialización, mientras un 25 % lo utilizan para su consumo y solo el 1 % lo destinan específicamente para la venta.

e. Comercialización del chile Cahabonero

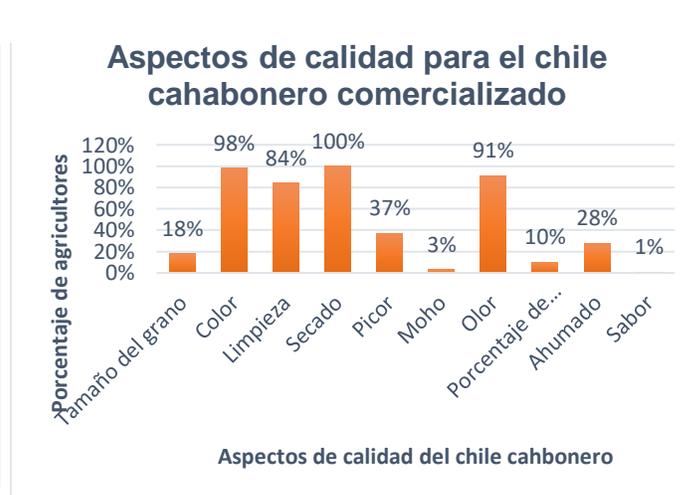
En relación con el destino que le hacen a la producción obtenida, el 75 % de agricultores productores de chile Cahabonero que comercializan su producción; lo hacen en seco y ahumando que es la principal aceptación de mercado. El 15 % de agricultores lo comercializan solo ahumado como una práctica unitaria de conservación, y el 10 % de agricultores solo lo comercializan en seco sin ahumar.

Las prácticas post cosecha son importantes para asegurar la calidad del producto comercializado, y es el ahumado la práctica más adecuada para conservar no solo la calidad sino los sabores característicos del chile Cahabonero. En cuanto a las características organolépticas del producto, el mercado prefiere un producto seco y ahumado.

Gráfica 4 Forma de comercialización



Gráfica 5 Aspectos de calidad



En términos de calidad, es el secado el parámetro más importante, seguido del color, olor y limpieza. Todos los agricultores que procesan su producción toman en cuenta el secado como una variable importante de la calidad del producto, el 98 % toma en consideración el color como un aspecto importante. Así también, el olor es importante para el 91 % de los agricultores, que está relacionado a que el producto debe estar ahumado para su comercialización, el 84 % de agricultores toman en cuenta la limpieza del producto como un elemento importante de calidad.

Otros aspectos de interés en cuanto a calidad son la humedad, el picor, la no presencia de moho y el sabor derivado del ahumado; éstas son características organolépticas importantes del chile Cahabonero que los diferencian de otros chiles. La presencia de moho altera los sabores que se aprecian en el chile ahumado.

f. Análisis de costos de producción

El 93 % de los agricultores no lleva controles de sus costos de producción y solo el 7 % si consideran importante llevar registros de costos.

La importancia de los registros es que puede ser una actividad agrícola controlada y que pueda representar una fuente de ingresos sostenibles, además de proveer a la industria para el procesamiento.

Gráfica 7 Preparación de costos de producción



Gráfica 6 Identificación de mercado



g. Identificación de intermediario

Los productores y comercializadores de chile Cahabonero mostraron una situación no muy clara en cuanto a los canales de comercialización, en primer lugar, los canales no están definidos, hay agentes comercializadores externos y se genera mucha volatilidad de precios. El 81 % de agricultores no toman en cuenta el tipo de intermediario al cual le venden su producto, lo que genera incertidumbre en proveeduría y volatilidad de precios, además afecta la disponibilidad de materia prima.

h. Asistencia crediticia para la producción

El 100 % de los agricultores encuestados indican que no reciben apoyo crediticio a su actividad productiva, en ese sentido utilizan sus propios recursos para su producción. Las entidades crediticias no los tienen como clientes actuales ni como clientes futuros. Es una gran limitante para la producción en áreas de mayor extensión y solo se limitan a la producción de subsistencia.

El 100 % de agricultores trabaja con capital propio. Por lo que la actividad productiva no se ve rentable ni sostenible por el escaso capital externo que se invierte en la actividad. Al contar con una industria procesadora de productos y subproductos del chile Cahabonero habrá condiciones para el crecimiento del cultivo y de una mayor inversión, desde la perspectiva de la Agrocadena.

i. Producción de chile Cahabonero en fresco por cuerda y por manzana

El 60 % de los agricultores están produciendo hasta dos quintales por cuerda, el 30 % de productores 1 quintal de chile en fresco y solo el 10 % producen 3 quintales por cuerda. Los rendimientos son muy bajos dada la tecnología que se aplica en el proceso productivo. Una referencia importante es que el promedio de producción por cuerda es de dos quintales de chile fresco. Por otro lado, el 90 % de agricultores produce en promedio 1.5 quintales por cuerda.

En cuanto a la producción por manzana de chile fresco, el 66 % de los agricultores producen entre 15 a 20 quintales por manzana, el 14 % producen entre 10 a 15 quintales de chile

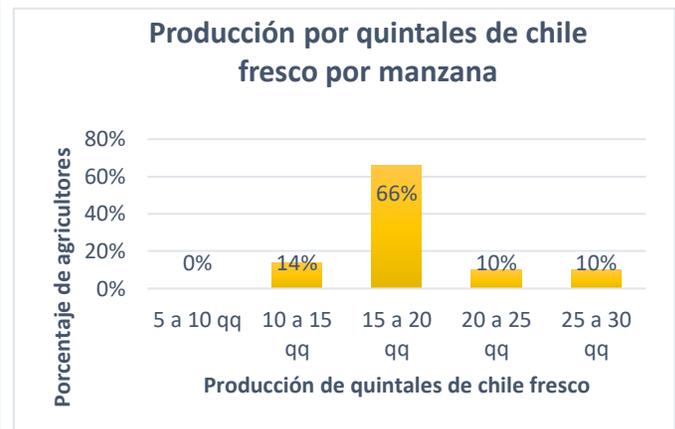
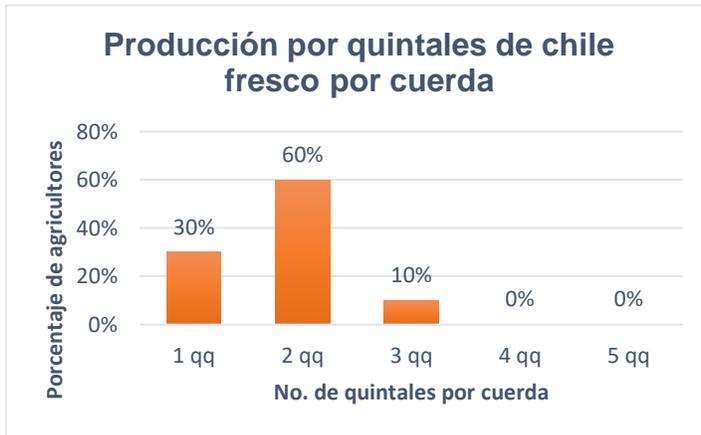
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

por manzana y el 10 % de agricultores producen entre 20 a 25 quintales y finalmente el 10 % de agricultores producen entre 25 a 30 quintales de chile fresco por manzana.

El promedio de producción por manzana es de 17.9 quintales.

Gráfica 8 Producción en qq de chile por cuerda

Gráfica 9 Producción en qq de chile por manzana



De acuerdo con la proyección de producción habría una disponibilidad de 33,159 quintales de chile Cahabonero en fresco equivalentes a 1,659 toneladas de chile fresco. En cuanto a chile seco se tiene un aproximado de 10,943 quintales (547 toneladas), que sería la oferta disponible para la industria extractora de OC, para industrias vinculadas y consumo casero o domiciliar.

j. Meses de mayor producción

En cuanto a las fechas de producción, el 70 % de agricultores consideran que los meses de mayor producción son de agosto a septiembre que es la producción sin tecnología, mientras el 13 % consideran que son los meses de octubre-noviembre, el 12 % en junio-julio y finalmente el 5 % de agricultores consideran que es entre septiembre y octubre. En resumen, los meses más importantes para la producción de chile Cahabonero son de agosto a octubre, bajo las condiciones normales en las cuales desarrollan su proceso productivo. Adicionalmente la producción donde se incorpora tecnología esta prevista para mayo y junio.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.1.4.3. Análisis de la demanda

Para analizar la demanda de oleorresinas, fue necesario recopilar la información sobre la producción nacional, importaciones y exportaciones de dichos productos, información que está disponible en el Sistema Arancelario Centroamericano (SAC), cuya partida de clasificación es la 33.01 “Aceites esenciales incluidos los concretos o absolutos, resinoides, oleorresinas de extracción, aceites grados, fijos, otros” en las cuales se dividen en 3301.1 y en la 3301.2. Estos a su vez están divididas por subpartidas, las cuales detallan con mayor especificación el producto.

El código arancelario utilizado para el aceite esencial y así mismo, la oleorresina del chile Cahabonero es 3301.29.00 (“*Los demás*”) porque no existe asignación de un código específico para el producto en estudio. Este es una identificación importante en el sector aduanero.

Cuadro 8 Código arancelario para el aceite esencial y oleorresinas

Código	Descripción
3301.1	Aceite esencial de agrios (cítricos)
3301.11.00	De bergamota
3301.12.00	De naranja
3301.13.00	De limón
3301.14.00	De lima
3301.19.00	Los demás
3301.2	Aceites esenciales, excepto los agrios (cítricos)
3301.21.00	De geranio
3301.22.00	De jazmín
3301.23.00	De lavanda (espliego) o de lavandín
3301.24.00	De menta piperita
3301.26.00	De espicanardo
3301.29.00	Los demás
3301.30.00	Resinoides
3301.90.00	Los demás

Fuente: Sistema Arancelario Centroamericano (2017).

Para Martínez (2018) quien determinó el cálculo de la demanda o CNA de oleorresina, este se obtuvo para los años 2002-2016 cuyos datos son los actualmente disponibles en el Banco de Guatemala. Debido a que este hallazgo se aplica para oleorresinas en general, y por lo tanto

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

para la oleorresina de chile Cahabonero se presentan los resultados siguientes, toda vez que es la escasa información disponible, sin embargo, es una referencia para este estudio.

Cuadro 9 Consumo nacional aparente del aceite esencial y oleorresina

Años	PIB (Millones de Q)	Consumo Nacional Aparente(kg)
2002	152 660,90	1 744,70
2003	156 524,50	2 036,05
2004	161 458,20	2 217,51
2005	166 722,00	2 284,44
2006	175 691,20	2 413,49
2007	186 766,90	2 196,62
2008	192 894,90	2 101,05
2009	193 909,60	3 389,00
2010	199 473,80	3 148,00
2011	207 776,00	3 198,00
2012	213 946,60	3 245,00
2013	221 857,50	2 889,00
2014	231 118,20	2 987,00
2014	231 118,20	2 987,00
2016	243 055,77	3 384,94

Fuente: Martínez (2018).

Por otro lado, la demanda potencial insatisfecha es de igual manera reportada por Martínez (2018) mediante la proyección para los años 2017-2025 utilizando como base el Consumo Nacional Aparente del cuadro anterior. Esto se aplica para aceite esenciales y oleorresinas en general.

Cuadro 10 Consumo nacional aparente del aceite esencial y oleorresina

Año	PIB (Millones de Q)	Consumo Nacional Aparente (Kg)/año
2017	249 734,57	3 486,38
2018	256 413,36	3 587,82
2019	263 092,16	3 689,26
2020	269 770,96	3 790,70
2021	276 449,76	3 892,14
2022	283 128,55	3 993,58
2023	289 807,35	4 095,02
2024	296 486,15	4 196,46
2025	303 164,94	4 297,90

Fuente: Martínez(2018).

Según Martínez (2018) en Guatemala son pocas las empresas que se dedican a la extracción de aceite esencial y oleorresinas, por ejemplo, se puede mencionar: Extract, S.A., Aromas Naturales, S.A., Colorantes y Químicos de C.A. (COLQUICA). El volumen de extracción y comercialización es creciente, considerando que cada año se amplía la oferta de productos alimenticios que incorporan dentro de sus formulaciones componentes naturales.

Sin embargo, para enfatizar en un análisis de la demanda específicamente para la OC de Chile Cahabonero se realizó una exploración general abarcando industrias alimenticias, de piensos, farmacéutica y cosméticos. Para ello se elaboró una encuesta con preguntas básicas que permitieron conocer en general el uso, consumo, procedencia, volúmenes de oleorresina de *Capsicum* u otras especies, en la industria nacional. Es importante mencionar que la información que existe en el medio es muy limitada, sin embargo, las tendencias están marcando un consumo de componentes, aditivos u otros de origen natural, siendo esencial la importancia que tiene el consumo de la OC.

5.1.4.4 Análisis de la demanda industrial

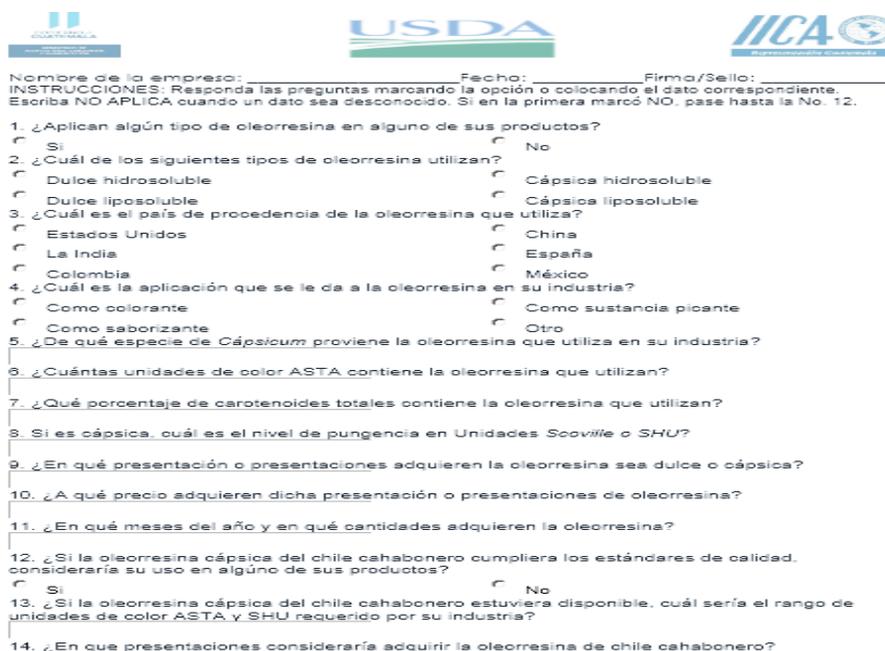
a. Tamaño de la muestra

Se trabajó con el muestreo no probabilístico. En este las muestras de la población se seleccionan solo porque están convenientemente disponibles para el investigador. Existe una inclinación subjetiva (por juicio, opinión o conveniencia) que nos permite percibir una adaptación de nuestro producto a un mercado determinado.

En este estudio, por tener una población relativamente pequeña (21 industrias conformadas por distintos conglomerados) el tamaño de la muestra igual al tamaño de la población, a fin de contar con un estudio 100 por ciento confiable, se distribuyó una encuesta para evaluar la incursión de oleorresinas de *Capsicum* en general en los distintos conglomerados, para aportar información adicional y complementaria al análisis y revisión documental previamente presentado.

b. Modelo de Encuesta

Imagen 1 Encuesta aplicada a empresas del medio nacional



Nombre de la empresa: _____ Fecha: _____ Firma/Sello: _____
 INSTRUCCIONES: Responda las preguntas marcando la opción o colocando el dato correspondiente. Escriba NO APLICA cuando un dato sea desconocido. Si en la primera marcó NO, pase hasta la No. 12.

- ¿Aplican algún tipo de oleoresina en alguno de sus productos?
 Sí No
- ¿Cuál de los siguientes tipos de oleoresina utilizan?
 Dulce hidrosoluble Cápsica hidrosoluble
 Dulce liposoluble Cápsica liposoluble
- ¿Cuál es el país de procedencia de la oleoresina que utiliza?
 Estados Unidos China
 La India España
 Colombia México
- ¿Cuál es la aplicación que se le da a la oleoresina en su industria?
 Como colorante Como sustancia picante
 Como saborizante Otro
- ¿De qué especie de *Capsicum* proviene la oleoresina que utiliza en su industria?
- ¿Cuántas unidades de color ASTA contiene la oleoresina que utilizan?
- ¿Qué porcentaje de carotenoides totales contiene la oleoresina que utilizan?
- Si es cápsica, ¿cuál es el nivel de pungencia en Unidades Scoville o SHU?
- ¿En qué presentación o presentaciones adquieren la oleoresina sea dulce o cápsica?
- ¿A qué precio adquieren dicha presentación o presentaciones de oleoresina?
- ¿En qué meses del año y en qué cantidades adquieren la oleoresina?
- ¿Si la oleoresina cápsica del chile cahabonero cumpliera los estándares de calidad, consideraría su uso en alguno de sus productos?
 Sí No
- ¿Si la oleoresina cápsica del chile cahabonero estuviera disponible, cuál sería el rango de unidades de color ASTA y SHU requerido por su industria?
- ¿En que presentaciones consideraría adquirir la oleoresina de chile cahabonero?

Fuente: Elaboración para el estudio 2020.

Imagen 2 Resultados de la encuesta

No.	NOMBRE DE LA EMPRESA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
1	INCOSA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
2	ACSA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
3	GURMET	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
4	KERNS Y CIA	SI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
5	IMPROLACSA	SI	Cápsica Liposoluble	México	Sustancia Picante	Capsicum J Capsicum annum L	4000-5000 y 6000 UC	N/A	1,000,000-960,000 y 1,040,000	Litro	Q. 500 Kg	Según Producción	SI	1,000,000	Litro
6	ALIMENTOS C & Q	SI	Cápsica	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
7	IMOLINO SANTA ANA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
8	AGRIBRANDS PURINA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
9	FRISA GRUPO PAF	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
10	ARECA GRUPO PAF	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
11	SUPREMA Y LAS PALMAS S.A.	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12	LECLEIRE PARIS	SI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
13	EMBOTELLADORA CENTRAL S.A.	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
14	EMBOTELLADORA LA MARIPOSA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
15	TOLEDO	SI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
16	BREMEN	SI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
17	CARNES PROCESADAS	SI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
19	DROGUERÍA PISA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
20	FARMEN S.A.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
21	GRUPO GÉNESIS S.A.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración para el estudio 2020.

NR: No respondió

Pn: Número de pregunta

NO: Se confirma el no uso de oleoresina

SI: Se confirma el uso de oleoresina

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

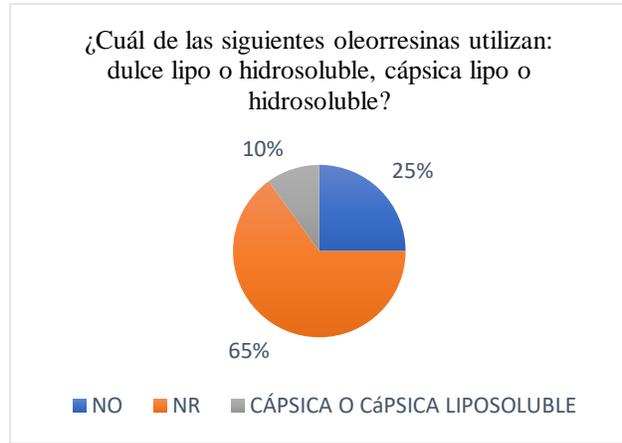
A continuación, se presentan los principales resultados de las encuestas aplicadas a las empresas:

Gráfica 10 Uso de oleorresinas en sus procesos



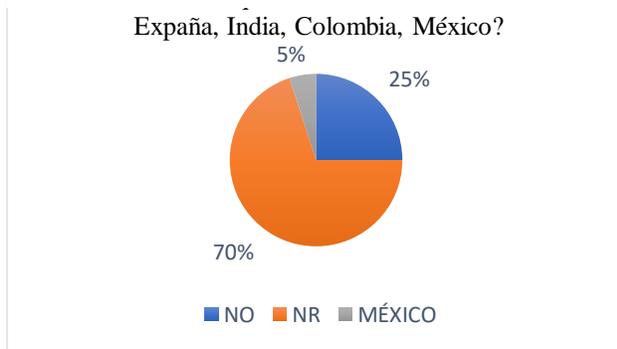
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 40% no respondió la encuesta, sin embargo, dada la naturaleza de sus actividades productivas es muy probable el uso de algún tipo de oleorresina. Y se confirmó el uso de oleorresina en el 35% de las empresas.

Gráfica 11 Tipo de oleorresina que utilizan



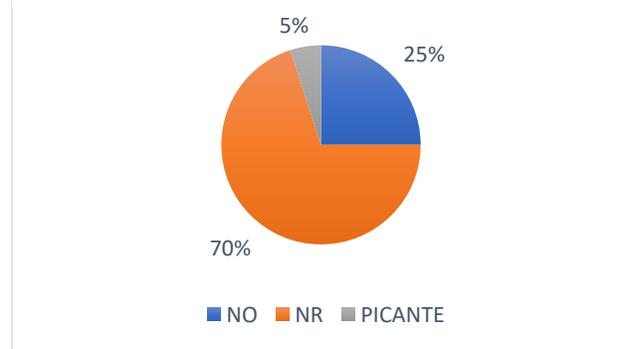
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 65% no respondió la pregunta, el 10% confirmó el uso de oleorresina capsica ó capsica liposoluble en sus procesos.

Gráfica 12 Procedencia de la oleorresina que utilizan



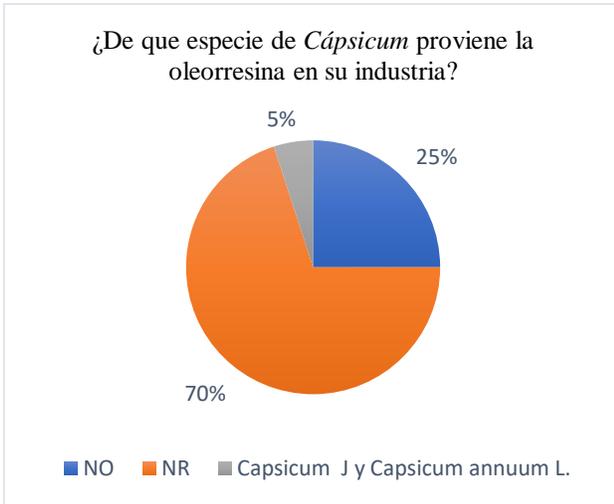
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, el 5% utiliza oleorresina proveniente de México.

Gráfica 13 Aplicación de la oleorresina en su industria



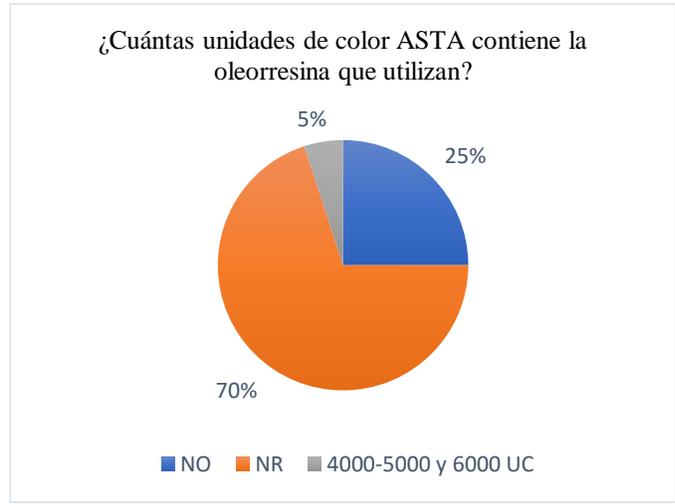
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% utiliza oleorresina para aportar pungencia a los productos respectivos.

Gráfica 14 De que especie de *Capsicum* proviene la oleorresina



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% utiliza oleorresina extraída de *Capsicum J* y *Capsicum annum L.*

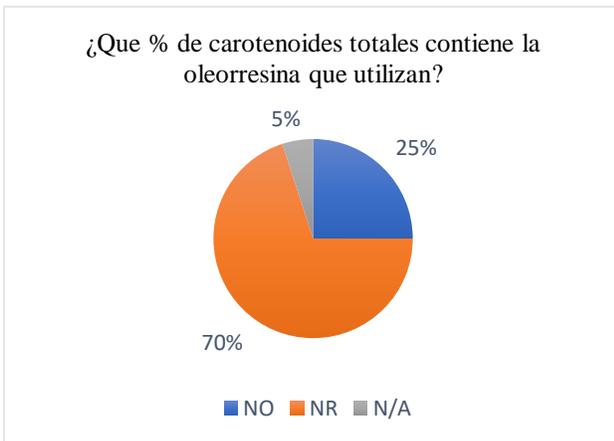
Gráfica 15 Cuantificación de unidades ASTA de la oleorresina que utilizan



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% utiliza oleorresina de 4000, 5000 y 6000 Unidades de Color.

Gráfica 16

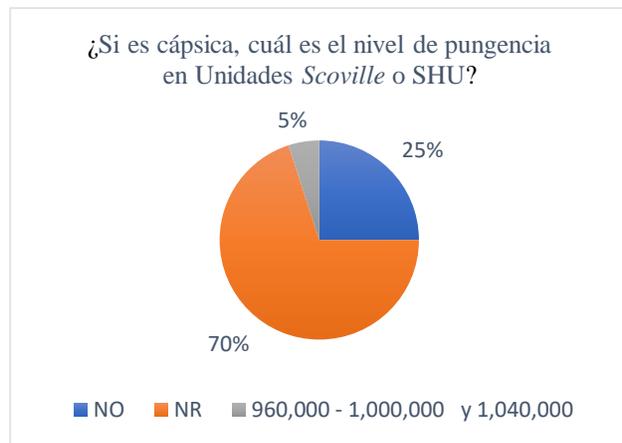
Gráfica 16 Porcentaje de carotenoides totales contenidos en la oleorresina



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% indicó que la respuesta No Aplica probablemente por falta de la especificación técnica.

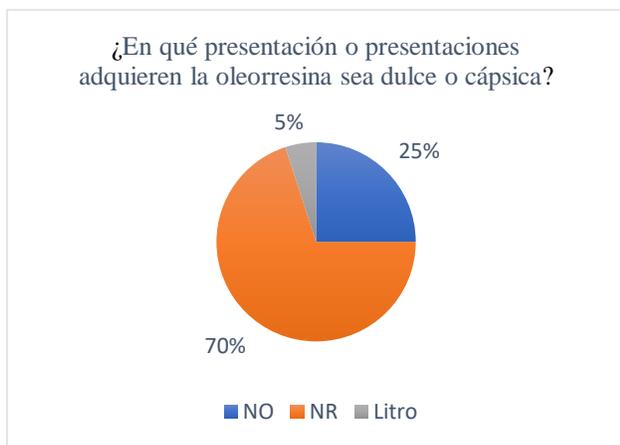
Gráfica 17

Gráfica 17 Nivel de pungencia en SHU



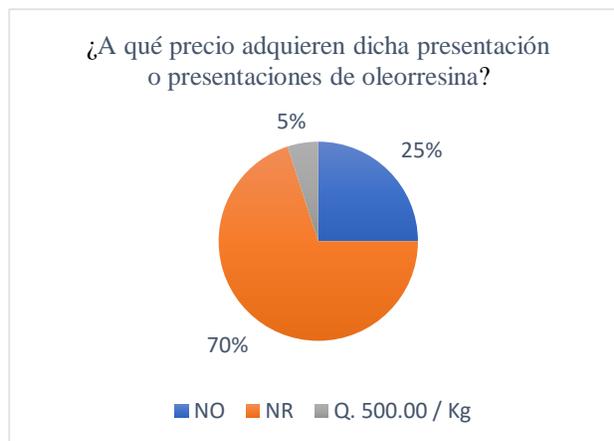
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% indicó que utiliza oleorresina con pungencia de 960000, 1000000 y 1040,000 SHU.

Gráfica 18 Presentación del tipo de oleorresina que utilizan



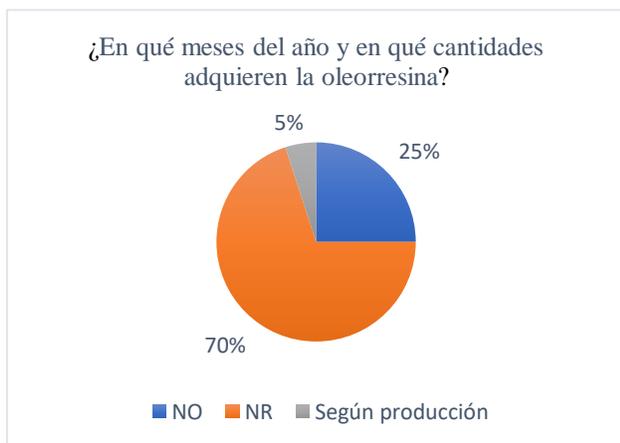
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta y el 5% indicó adquiere la oleorresina en presentación de litro.

Gráfica 19 Precio sobre la presentación consumida



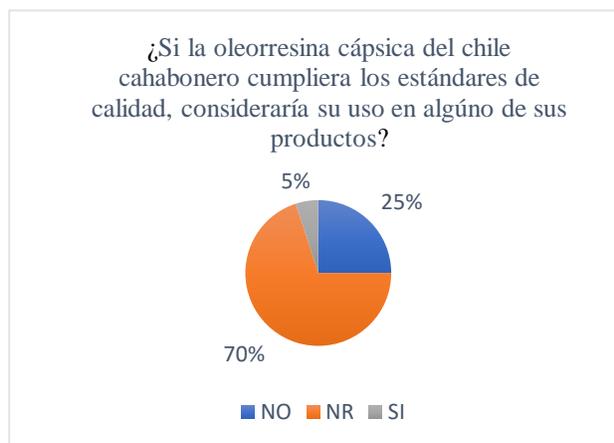
El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta y el 5% indicó que el precio de la oleorresina es de Q. 500.00/ Kg.

Gráfica 20 Época de adquisición y cantidades



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% indicó que según las necesidades de producción realizan el pedido por lo que no se especificó cantidad alguna.

Gráfica 21 Prospectiva de demanda de OC de Chile Cahabonero



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% indicó de cumplir con los estándares de calidad considerarían el uso de la oleorresina de Chile Cahabonero en la industria.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Gráfica 22 Características de color ASTA y **Gráfica 23** En que presentaciones adquiriría la OC SHU que debería tener la OC de Chile de Chile Cahabonero



El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% indicó lo conveniente sería que la oleorresina de Chile Cahabonero contenga 1000000 SHU.

El 25% de las empresas encuestadas no utiliza ningún tipo de oleorresina en sus procesos. El 70% no respondió la pregunta, y el 5% requeriría una presentación de litro en caso de adquirir la oleorresina de Chile Cahabonero.

5.1.4.5 Análisis de la demanda insatisfecha

Es el fenómeno generado cuando la producción y la oferta no abastecen los requerimientos del mercado. Los datos de la demanda, oferta y demanda potencial insatisfecha son reportados por Martínez (2018) a partir de la resta de la oferta a la demanda para los años 2006-2025.

La demanda insatisfecha se considera el espacio de oportunidad a ocupar por el proyecto toda vez que no existe una oferta declarada y consistente de producción de oleorresina capsica a nivel nacional. El proyecto busca proveer de oleorresina capsica para el mercado de procesamiento de alimentos a nivel nacional.

Cuadro 11 Demanda potencial insatisfecha de aceite esencial y oleorresina 2006-2025

Años	Demanda (Kg)	Oferta (Kg)	Demanda potencial insatisfecha (Kg)
2006	2 413,49	1 212,00	1 201,49
2007	2 196,62	1 290,00	906,62
2008	2 101,05	1 300,00	801,05
2009	3 389,00	1 466,00	1 923,00
2010	3 148,00	2 200,00	948,00
2011	3 198,00	2 322,00	876,00
2012	3 245,00	2 440,00	805,00
2014	2 987,00	2 245,00	742,00
2014	2 987,00	2 245,00	742,00
2015	2 888,00	2 279,69	608,31
2016	3 384,94	2 691,06	693,88
2017	3 486,38	2 835,95	650,42
2018	3 587,82	2 980,85	606,97
2019	3 689,26	3 125,75	563,51
2020	3 790,70	3 270,65	520,05
2021	3 892,14	3 415,55	476,59
2022	3 993,58	3 560,44	433,14
2023	4 095,02	3 705,34	389,68
2024	4 196,46	3 850,24	346,22
2025	4 297,90	3 995,14	302,76

Fuente: Martínez (2018).

Al analizar los datos sobre la demanda potencial insatisfecha, en especial las proyecciones para el año 2025 es evidente el incremento de la demanda de aceite esencial y oleorresinas. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para la oleorresina de chile cahabonero incursionar en el mercado guatemalteco según los datos analizados y las proyecciones. No se identifica en la actualidad debido a que no existe oferta nacional con materia prima nacional, sino que se está importando oleorresina de China, la India y México, al no existir opciones nacionales.

5.1.4.6 Competencia actual y futura

En la actualidad son pocos los proveedores de oleorresinas en Guatemala, estas empresas exportan e importan aceites esenciales y oleorresinas, los datos reportados por fuentes secundarias indican que incluyen sin duda alguna a la oleorresina de Páprika, y con probabilidad algún tipo de oleorresina capsica, por ejemplo, la Distribuidora del Caribe, distribuye

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

oleorresina de Paprika a precio de Q. 488.63 1kg y Q. 205.64 ½ kg esto significa que una oleorresina capsica costaría más dependiendo de su nivel de pungencia.

Por otro lado, es creciente la demanda de esta materia prima, por parte de chefs especializados en comida gourmet en Estados Unidos, tal como lo indica el importador *Burlap & Barrel* donde confluyen chefs de renombre para utilizar el producto en sus salsas, en frascos o sobre *Nuggets* de pollo frito, que además de brindar un toque de picante aporta frutalidad y un sabor ahumado. Para el chef Robert Valle el uso de estos chiles procedentes del Norte de Guatemala y su constante uso le ha permitido sustituirlos por chiles tailandeses y para agregarlos a la comida italiana. El gusto por las salsas picantes en el mundo va en aumento, principalmente si se producen con chiles cultivados en el suelo mesoamericano.

5.1.4.7 Proyección futura de la competencia

La tendencia de consumo de chile en el país ha ido en aumento, y seguirá creciendo, cada vez que se suman otros beneficios de esta materia prima que va en aumento cada vez más. De esta forma, es previsible que en un futuro la industria de productos con sabores picantes siga creciendo, además, de incorporar colorantes naturales como los carotenoides presentes en el chile Cahabonero y en otros chiles.

5.1.4.8 Precio de la competencia

El producto similar a la oleorresina de chile Cahabonero es la oleorresina de paprika la cual tiene un precio de Q 488.63 (1kg) y Q 205.64 (1/2 Kg), no se tiene conocimiento específico de la venta de oleorresina de *Capsicum* de alguna de las empresas anteriormente mencionadas, sin embargo, los datos anteriormente analizados sobre la oferta y demanda corresponden a aceites esenciales y oleorresinas en general, por lo que valdría la pena confirmar la disponibilidad de oleorresina de *Capsicum* y su precio, en un estudio de factibilidad con mayor detalle mediante entrevistas y encuestas más directas a las empresas importadoras y exportadoras, y a las industrias relacionadas.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

A continuación, se presenta la estimación de precios de la oleorresina utilizando la inflación promedio de los años 2012-2016, calculado por el INE y proporcionado por el BANGUAT, que es igual a 3.97%.

Cuadro 12 Análisis comparativo de precios de la oleorresina

Año	½ Kg de oleorresina
2010	Q395,25
2011	Q411,59
2012	Q428,61
2013	Q446,33
2014	Q464,78
2015	Q483,99
2016	Q504,00

Fuente: Martínez (2018).

5.1.4.9 Precio del producto

El precio de la oleorresina de chile Cahabonero debería tener un precio similar a sus principales competidores. Como referencia se tiene confirmado en Guatemala la disponibilidad de oleorresina de Páprika, este producto ronda entre los Q488.63 1kg. y Q205.64 1/2kg sin embargo, la oleorresina capsica tiene siempre un costo mayor a las oleorresinas dulces. Este dato debe ser calculado en el estudio técnico de factibilidad tomando en cuenta el precio de venta, el costo unitario del producto, margen de ganancia y el IVA.

5.1.4.10 Comercialización

El canal de distribución o de comercialización de un producto es el camino a través del cual un fabricante pone a disposición de los consumidores sus productos. En muchas ocasiones la separación geográfica entre productores y consumidores o las situaciones mismas del mercado hacen necesaria la comercialización del producto por medio de intermediarios.

En el caso de la oleorresina, se realizará a través de entregas directas a proveedores pues la unidad productiva contará con un transporte específico para su producto. Será mediante entrega directa.

5.1.4.11 Estrategia de mercado potencial

Es necesario indicar que para cualquier organización o empresa son objetivos principales el mantener satisfechos a sus clientes y el logro de nuevos consumidores que adquieran sus productos o servicios; esto con el fin de incrementar sus ventas y beneficios.

5.2 Estudio Técnico

El estudio técnico de prefactibilidad define los detalles del proceso de extracción de la OC, la tecnología de extracción, el tipo de equipos, instalaciones, flujo de proceso, costo de equipos, ficha técnica del producto, normativa alimentaria a cumplir, seguridad e higiene industrial. Se busca conocer el proceso, y la facilidad de su implementación, también define el tipo de químicos y elementos necesarios que se utilizarían para el proceso extractivo de una oleorresina y que ello pueda estar dentro de la normativa nacional.

Ya más en detalle en este estudio se analizaron los aspectos técnicos a nivel de prefactibilidad para la producción de oleorresina de chile Cahabonero, haciendo énfasis en lo siguiente: solventes extractivos y su legalidad, generación de la ficha técnica del producto, maquinaria básica y equipo de laboratorio, localización de la planta y las áreas principales que debe incluir la planta. Mediante los datos investigados y las pruebas técnicas se detallan los factores que afectan y apoyan el proyecto para producir OC de chile Cahabonero.

Se profundizó en el estudio de la extracción probando diferentes solventes: hexano, acetato de etilo, acetona y acetato de etilo: etanol (93.9:6.1) aplicando la técnica de soxhlet en una etapa de laboratorio, para analizar rendimiento de oleorresina y capsaicina en comparaciones, y en una segunda etapa a nivel de planta piloto la extracción por recirculación de solvente utilizando el solvente más conveniente determinado en la fase de laboratorio, con el fin de obtener materia prima para los análisis microbiológicos, fisicoquímicos, de metales pesados y espectrofotometría para generar la ficha técnica. Un producto importante del estudio es la ficha técnica del producto principal que es la OC de chile Cahabonero, que para proyectos futuros podrá servir de referencia técnica.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.2.1 Descripción de maquinaria, costos, y características técnicas

La información se obtuvo de páginas web de empresas en Guatemala tales como CADINSA, Mercado Libre de México, FIMAR, zjonbo.net, alibaba, RECASA, entre otras, toda vez que no existen proveedores exclusivos de los equipos identificados sino se encuentran dispersos en las empresas identificadas.

Cuadro 13 Equipo básico de procesamiento

Nombre del equipo y descripción	Especificaciones	Ilustración
<p>Báscula de piso para el pesaje de materia primas. Para pesar sobre el suelo Sistema de pesaje 100% electrónico mediante cuatro celdas de carga Cubierta de placa de acero antiderrapante.</p>	<p>Plataforma de 1.20m x 1.20m 117VCA; 60Hz con batería recargable 6VCD. Plataforma de acero al carbón, pintura electrostática horneada y montura para indicador.</p>	
<p>Molino</p>	<p>Equipo para la disminución del tamaño de partícula del <i>Capsicum</i> con molino de discos, estriado fino.</p>	
<p>Tamizadora industrial de vibración circular para procesar condimentos como el chile.</p>	<p>La máquina de cribado es 500-2000 mm de diámetro, y el tamaño total es bastante pequeña. Las ruedas pueden montarse sobre ella para facilitar el movimiento. Abarca un rango de tamices desde la malla No. 0.025 hasta No. 20.</p>	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

<p>Caldera generadora de vapor, capaz de producir hasta 5.200 kg/h de vapor, rendimientos de hasta 95,3%. Manómetro de presión, válvulas, material de acero inoxidable.</p>	<p>De 300 - 5.200 kg/h en un rango de presión entre 0.5 y 16 bar, 10 BHP. 10 BHP, diámetro: 40 cm y 1/8" de espesor.</p>	
<p>Marmita de maceración para la obtención de oleoresina mediante agitación.</p>	<p>En acero inoxidable tipo 304 L con pared de 3/16" interno y 1/8" externo, capacidad máxima de aforo 150 litros, tapadera abatible, motor agitador de hp, 110-220 voltios, 60 Hz, 1800 rpm</p>	
<p>Rotaevaporador para eliminación del solvente residual.</p>	<p>Alimentación eléctrica, marca Greatwall, 6300W, capacidad para 20 litros, de 20-130 rpm, en acero inoxidable 304.</p>	
<p>Envasadora de Oleoresina</p>	<p>Producción: 500 L/h, capacidad de llenado: 0,25 – 5 L, dimensiones: 1100 x 450 x 1500 mm, peso: 80 kg, bomba VACUUM SYSTEM SPEEDY OLIO 6B</p>	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Es el equipo mínimo para poder desarrollar la actividad productiva, la cual se podrá consolidar al existir oferta y una marca definida de OC guatemalteca y proveniente de uno de los chiles o *Capsicum* más importantes del país, que debe contar con denominación de origen.

En los cuadros 13, 14 y 15 se presentan las herramientas y equipos complementarios para el procesamiento de la OC, laboratorio básico, protección y limpieza, con sus especificaciones técnicas comerciales y de la industria.

Cuadro 14 Herramientas y equipo básico para procesamiento

Nombre del equipo o herramienta	Especificaciones técnicas	Imagen
Lavatrastos industrial	Acero inoxidable, 800x51 cm	
Lavamanos de pedal. Dos pedales dispensadores de agua caliente y fría.	Dimensiones: 40 x 40 x 85 cm, acero inoxidable, con grifería y sifón cromados.	
Banda transportadora eléctrica con cama deslizante.	Ancho de banda 34 pulg, largo 16 pies velocidad 30 fpm, altura ajustable.	
Mesa de acero inoxidable	Mesa de acero inoxidable de 24 x 60 pulgadas. Medidas generales: 152 x 60 x 87 cm. (Frente x Fondo x Alto) Calibre 18.	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

<p>Cajas de almacenamiento y manejo.</p>	<p>Apilables, plegables para la manipulación del material molido y tamizado.</p>	
<p>Transpaleta industrial para carga y manejo de material.</p>	<p>Capacidad de carga: 2.5 Toneladas Medida estándar: 27" x 48"</p>	
<p>Sonda de alvéolos, para muestreo de la materia prima</p>	<p>90 m largo, material de acero inoxidable.</p>	

Cuadro 15 Herramientas y equipo básico de laboratorio

Nombre del equipo y descripción	Especificaciones	Ilustración
Balanza analítica digital de precisión.	Instrumento para el control de la calidad 0-200 g	
Embudo de decantación para la separación de sustancias.	Capacidad de 2000 ml, marca Schott Duran.	
Equipo para evaluación de humedad	Precisión: +/- 0,5% de humedad Dimensiones 16,5 × 7,0 × 7,5 cm	
Picnómetro para evaluación de la densidad	Fabricado en vidrio borosilicato ISO 3507 Precisión +/-2ml Diámetro 27mm / Altura 55mm	
Pipeteador automático	Bomba de pipetas para pipetas con rango: 2ml, acepta pipetas de vidrio y plástico.	
Pipeta para transvase de materiales líquidos y viscosos para control de la calidad.	Pipeta de vidrio 1 ml, 5 3/4" de longitud, 500 piezas	
Abrazadera de anillo, para desarrollo de pruebas de separación.	Abrazadera de 10 cm para soporte del embudo de decantación.	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

<p>SopORTE universal</p>	<p>Base de fundición pintada y eje de acero inoxidable Base 200 x 315 mm, Altura y diámetro de la varilla 800mm x 18mm. Peso 5 Kg.</p>	
<p>Probeta para control de calidad en relación a medición de volúmenes y procedimientos analíticos.</p>	<p>Capacidad de 10 a 2000 ml, fabricadas en ASTM E438, tipo 1, clase A, vidrio de borosilicato 3.3.</p>	
<p>Beacker</p>	<p>Graduado 1000 ml borosilicato 3.3 VIDRIO</p>	
<p>Frascos ámbar para manejo y resguardo de muestras.</p>	<p>Volumen de 250 ml.</p>	
<p>Placa calefactora para tratamiento de muestras</p>	<p>Potencia de calefacción, 1000 w. Rango de temperatura, 50-500°C. Volumen máximo, 10 l. Dimensiones de la superficie de la placa, 180*180 mm.</p>	
<p>Termómetro Termómetro infrarrojo para la medición precisa de la temperatura sin contacto.</p>	<p>Pantalla digital LCD retroiluminada, ligera y portátil para su uso. Unidades de medida: Celsius y Fahrenheit. Modos de medición: cuerpo y superficies. Resolución de pantalla de 0.1 C. Función de retención automática de datos.</p>	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Caja de viales de vidrio ámbar para muestreo.	11 mm de alta calidad son de 2 ml, 12 x 32 mm y se ajustan a la mayoría de las marcas de inyectoras automáticas.	
Dispensador de agua	Porta garrafón, redondo hecho de plástico transparente Tamaño: 26.9 x 27.6 cm con base para sostener	
Dispensador toallas de papel.	Dimensión 301*278 cm, dispensador tipo industrial.	
Dispensador de papel higiénico	38 cm x 14 cm x 36 cm (L x A x H), peso Interno 1.22 kg	

Cuadro 16 Herramientas e insumos de protección personal y limpieza

Nombre del equipo y descripción	Especificaciones	Ilustración
Cepillo limpia botas	Con base de polipropileno sólido con canales para flujo de líquidos y fibra de PBT rígido.	
Cepillo para probetas	Escobillón para probetas.	
Caja Guantes	Guantes de nitrilo "M".	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Caja Cofia /50 unid	Plisada blanca desechable.	
Bata	Bata apta para industria de alimentos.	
Lentes	Transparentes, ajustables con filtro UV.	
Mascarillas respiradores	o 3M modelo 6200 con prefiltros, retenedores filtros para gases ácidos.	
Mascarillas	Mascarillas Quirúrgicas Desechables de Tres Capas color Azul	
Botas	Fabricada en inyección de PVC, resistencia a la abrasión, flexión y al desgarre.	
Extintor	Polvo seco químico. Contenido de 10-15 lb.	
Manguera con carrete retráctil	30 m de longitud	

Fuente: Elaboración para el estudio 2021.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 17 Resumen de la inversión en maquinaria y equipo para la industria de OC de Chile Cahabonero

Nombre del equipo y descripción	Cantidad	Ilustración
Caldera	1	Q. 53,000.00
Extractor Soxhlet	1	Q 225,000.00
Bascula	1	Q 8000.00
Molino	1	Q 11000.00
Tamizadora industrial	1	Q 10000.00
Rotaevaporador	1	Q 43,942.00
Envasadora de oleoresina	1	Q 47,000.00
Total		Q344,942.00

Fuente: Elaboración para el estudio 2021

Cuadro 18 Inversión en herramientas y equipo de procesamiento

Nombre del equipo	Cantidad	Costo
Lavatrastos industrial	1	Q 2500.00
Lavamanos de pedal.	1	Q 2600.00
Banda transportadora eléctrica con cama deslizante.	1	Q 12,320.00
Mesa de acero inoxidable	1	Q 3000.00
Cajas de almacenamiento y manejo.	7	Q 135.00
Transpaleta industrial	1	Q 5000.00
Sonda de alvéolos	1	Q 2000.00
Total		Q27,555.00

Fuente: Elaboración para el estudio 2021.

Cuadro 19 Inversión en herramientas y equipo de laboratorio

Nombre del equipo y descripción	Cantidad	Costo
Balanza analítica	1	Q 3647.00
Embudo de decantación	2	Q 800.00
Equipo para evaluación de % humedad	1	Q 6800.00
Picnómetro	1	Q 320.00
Pipeteador automático	1	Q 100.00
Pipeta caja	1	Q 250.00
Abrazadera de anillo	2	Q 40.00
Soporte universal	2	Q 85.00
Probeta	5	Q 100.00
Beacker	5	Q 100.00
Frascos ámbar (caja)	1	Q 270.00
Placa calefactora	1	Q 3000.00
Termómetro infrarrojo	1	Q 250.00
Caja de viales de vidrio ámbar	1	Q 500.00
Dispensador de agua	1	Q 30.00
Dispensador toallas de papel.	2	Q 100.00
Dispensador de papel higiénico	2	Q 70.00
Total		Q16,462.00

Fuente: Elaboración para el estudio 2021.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

La inversión en maquinaria y equipo necesaria para el proyecto suma Q 344,492.00, mientras que la inversión para herramientas y procesamiento es de Q 27,555.00, la inversión en herramientas y equipo de laboratorio es de Q 16,462.00. Para protección personal y limpieza se requieren Q 2, 370.00.

Cuadro 20 Inversión en herramientas e insumos para protección personal y limpieza

Nombre del equipo y descripción	Cantidad	Costo
Cepillo limpia botas	2	Q 200.00
Cepillo para probetas	5	Q 20.00
Caja Guantes	5	Q. 70.00
Caja Cofia /50 unid	5	Q 55.00
Bata	5	Q 150.00
Lentes	5	Q 35.00
Mascarillas o respiradores	5	Q 450.00
Mascarillas/caja 50 unidades	5	Q 150.00
Botas	5	Q 75.00
Extintor	3	Q 820.00
Manguera con carrete retráctil	1	Q 415.00
Total		Q2,370.00

Fuente: Elaboración para el estudio 2021

5.2.2 Descripción de la materia prima y solventes extractivos y estándares

a. Materia prima

El chile Cahabonero es un producto seco, generalmente con humedades del 10 al 13 %, color rojo intenso y olor característico, textura corrugada y muy picante. El fruto regularmente mide de 1 cm a 3 cm de largo y 1 cm a 1,5 cm de ancho. Es cultivado en la región de Alta Verapaz en los municipios de Santa María Cahabón, Lanquín y Senahú.

Se identificó mediante encuestas para fines de este estudio, que en los meses de agosto, septiembre y octubre son los meses de mayor producción de chile Cahabonero en Sta. María Cahabón. Siendo un 88% de productores que producen entre 1-5 cuerdas, con una producción promedio de 7-8 cuerdas por agricultor. El 74% de agricultores destinan parte de su producción para su consumo y el resto lo venden a intermediarios locales o mexicanos y el 25% lo utilizan únicamente para su consumo. Finalmente, el 1% produce chile Cahabonero específicamente para comercio, aunque culturalmente la combinación de comercialización y consumo familiar

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

es ampliamente extendida en esta principal zona productora de chile Cahabonero. El 60% de productores producen 2 qq por cuerda, el 30% produce 1 qq por cuerda y el 10% 3 qq por cuerda que se considera un buen rendimiento.

Por otra parte, el promedio de producción por cuerda es de 2 qq de chile fresco, el 90% de productores produce 1.5 qq de chile fresco por cuerda. La producción por manzana es la siguiente: el 66% producen 15-20 qq de chile fresco por manzana, el 14% entre 10-15 qq por manzana, el 10% de 20-15 qq, y el 10% de 25-30 qq por manzana. El promedio es de 17.5 qq de chile por manzana. La relación entre chile fresco y seco es de 3:1. La disponibilidad de chile seco es aproximadamente de 10,943 quintales (547 toneladas), que sería la oferta disponible para las industrias procesadoras de alimentos, consumo local, familiar y para la industria extractora de OC. El enfoque de cadena de valor debe prevalecer para incrementar la producción en campo y una mayor disponibilidad para la industria nacional.

b. Solventes extractivos

La acetona es un compuesto químico de fórmula CH_3COCH_3 del grupo de las cetonas que se encuentra naturalmente en el medio ambiente. A temperatura ambiente se presenta como un líquido incoloro de olor característico. Se evapora fácilmente, es inflamable y soluble en agua con lo cual, ésta última característica facilita la limpieza de los equipos después de su uso para la extracción de oleorresina de chile Cahabonero.

Según la FDA de los EE. UU determinó que la acetona es segura para usar como aditivo alimentario indirecto, “generalmente reconocida como segura, (GRAS)” en determinadas concentraciones.

c. Empaque y envasado del producto OC

El empaque para este tipo de productos debe estar orientado a mantener las propiedades físicas y químicas de la OC. La oleorresina del chile Cahabonero debe ser empacada en bidones de 1-2 ó 5 kg netos, de plástico de alta densidad, o en otras presentaciones si el cliente lo requiere o lo que el mercado amerite.

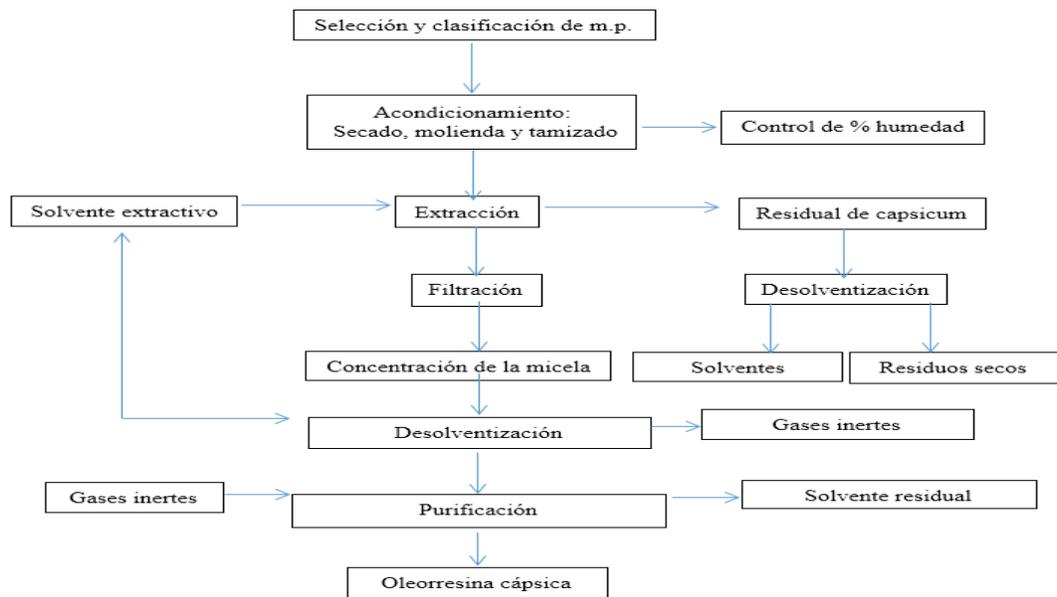
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.2.3 Diagrama de flujo, diagrama de recorrido, diagrama de operaciones, parámetros esenciales

a. Diagrama de flujo

En la ilustración 1 se presenta el diagrama de flujo para la extracción de la OC de Chile Cahabonero considerando las operaciones unitarias necesarias para el proceso y el resultado que se espera obtener.

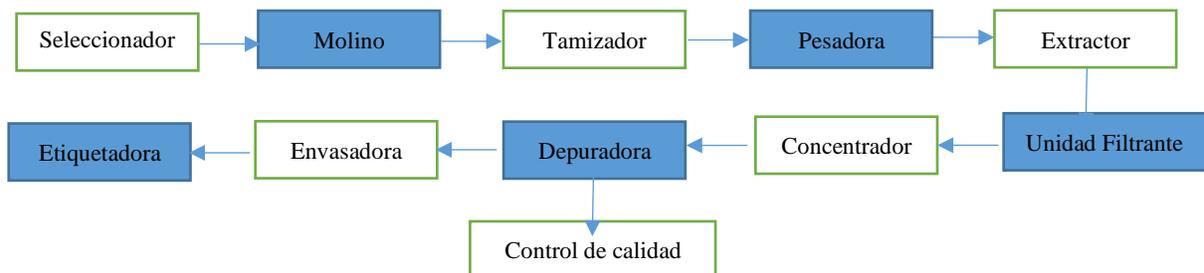
Ilustración 1 Diagrama de flujo para la extracción de la OC del Chile Cahabonero



Fuente: Elaboración para el estudio 2021.

b. Diagrama de recorrido de la maquinaria

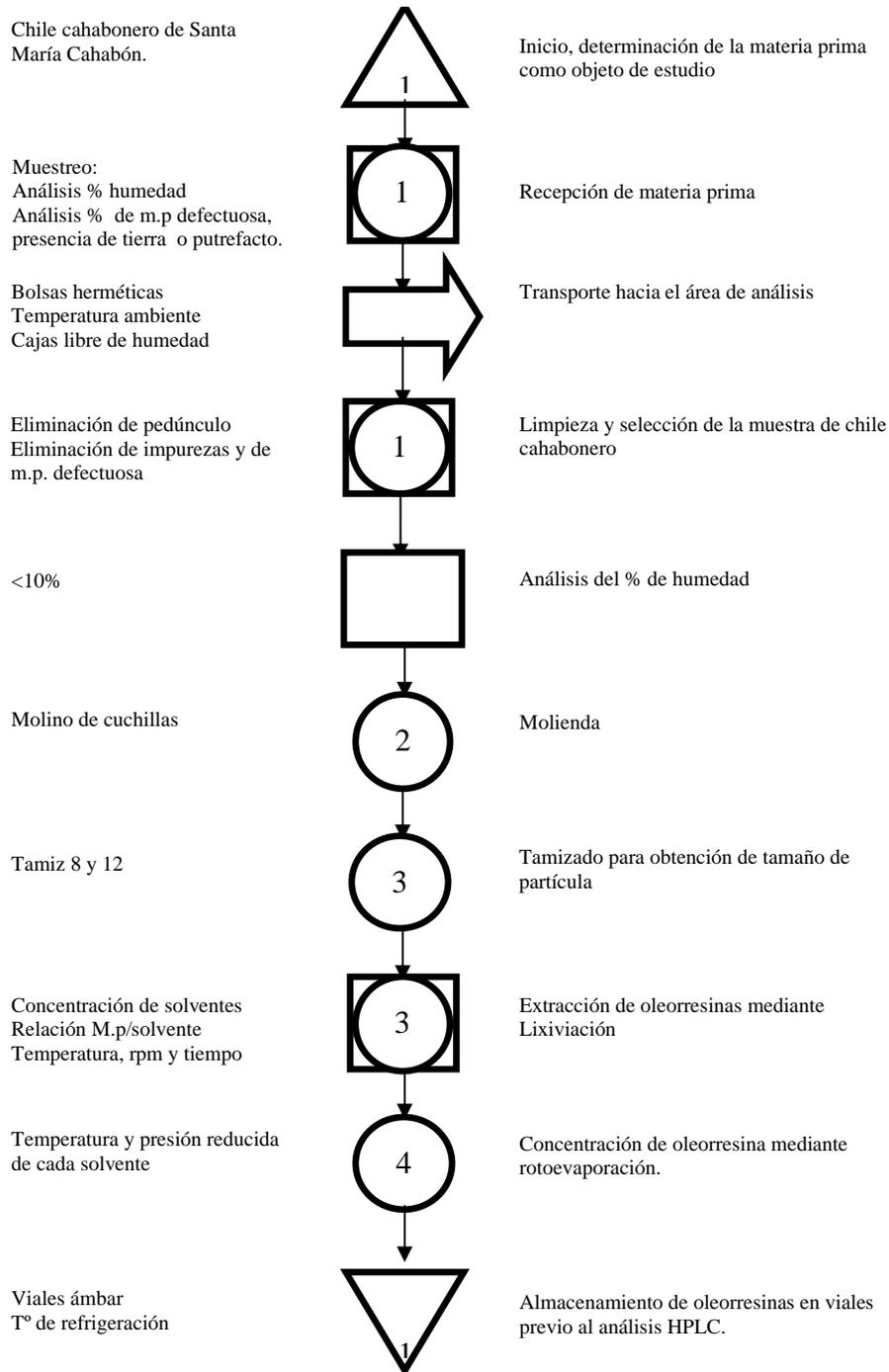
Ilustración 2 Diagrama de recorrido de la maquinaria



Fuente: Elaboración para el estudio 2021.

c. Diagrama de operaciones

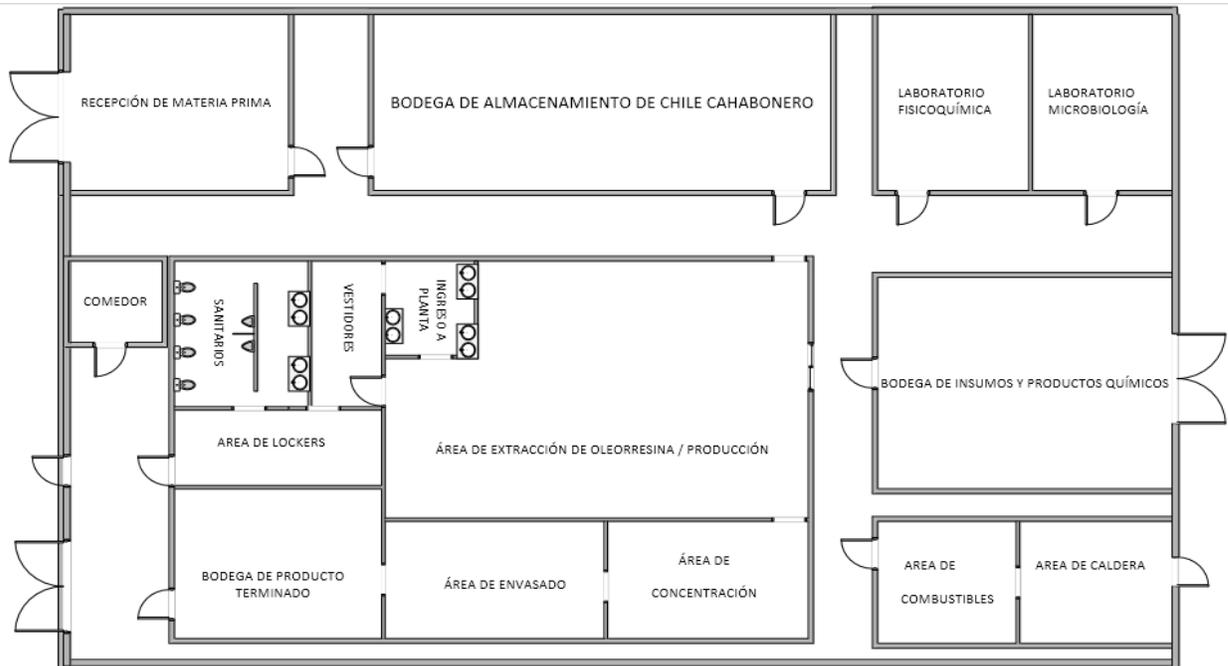
Ilustración 3 Diagrama de operaciones



Fuente: Elaboración para el estudio 2 021.

d. Distribución general de áreas para la unidad productora de OC de Chile Cahabonero

Ilustración 4 Distribución general en planta de áreas para la unidad productiva



Fuente: Elaboración para el estudio 2 021.

e. Determinación de parámetros esenciales para estandarización y calidad

Para que la oleoresina de Chile Cahabonero, pueda incursionar en el mercado es importante considerar los parámetros que determinan su calidad, estos son imprescindibles para poder ingresar al mercado debido a que garantizan su uso en determinados procesos y productos. Se han determinado los siguientes parámetros, los cuales deben tomarse en cuenta de forma continua o periódica según el requerimiento en un análisis detallado.

e.1 Físicoquímicos

- El % de humedad del Chile seco que debe ser <10.
- El % de producto defectuoso de la m.p. el cual, debe estandarizarse
- El Tamaño de partícula, se recomienda la malla no. 8 y 12
- Las Unidades de Calor *Scoville* / SHU > 3000
- Las unidades de color ASTA (se reportan oleoresinas capsicas como referencia con un mínimo de 2000 U.C.)

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- La Sedimentación, se reportan oleorresinas de paprika como referencia menor al 2% (en volumen) por centrifugación a 1100 rpm y por 1 hora.
- El % de cenizas, el cual indica la capacidad del solvente de extraer minerales del material seco, este parámetro deberá profundizarse.
- Solubilidad: En grasas/aceites o dispersables en agua, según sea liposoluble o hidrosoluble.
- Densidad a 25°C: (se reportan oleorresinas de pimentón como referencia con densidad entre 0.90 – 0.97 g/L).
- Índice de refracción (el cual puede determinarse según la Norma Colombiana ICONTEC 289 utilizando para ello un refractómetro de tipo Fisher Abbe 3L a una temperatura de 24°C (35).

e.2 Microbiológicos

- *E. coli*, Ausencia.
- Mohos y levaduras, máximo 100 UFC/g.
- Recuento Coliformes totales, negativo.
- Recuento aeróbico total, máximo 1000 UFC/g.
- *Salmonella* sp, ausencia.

e.3 Químicos

- Arsénico <3 ppm.
- Mercurio <1 ppm.
- Plomo <10 ppm.
- Total, de metales pesados: <40 ppm.

5.2.4. Estandarización, proceso y control de calidad

5.2.4.1 Muestreo en la recepción de materia prima

Determinación del % de humedad principalmente, así como, el porcentaje de producto defectuoso, el peso y los análisis microbiológicos básicos.

5.2.4.2 Selección y limpieza de materia prima

Se asegura la eliminación de materia orgánica ajena al chile Cahabonero, tierra o piedras que, por cuestiones del manejo inadecuado, el cual debe ser revisado, estén presentes en el material. Se elimina el material que presenta signos de putrefacción e impurezas, así como, el pedúnculo. Se usan bandas de clasificación tanto normales como vibratorias (para separación de palos, piedras u otro material, que se pueda separar mediante su peso, densidad y forma). Así mismo, para controlar el rendimiento y las mermas desde el punto de vista de la calidad y los costos se deben establecer parámetros que marquen la tolerancia mínima aceptable para determinada cantidad de materia prima.

5.2.4.3 Secado

Esta etapa podría no ser tomada en cuenta considerando que el chile Cahabonero es un producto seco. Sin embargo, para rescatar la importancia del contenido de humedad, se debe estandarizar el tiempo de secado que los productores del municipio aplican, de manera que se asegure que el parámetro esté en el rango óptimo al llegar a la unidad procesadora. Cabe mencionar que este proceso reduce la degradación causados por enzimas, reduce el desarrollo de microorganismos, la oxidación e hidrólisis. Aun así, la unidad productiva contará con un secador de chile Cahabonero accionado con gas GLP con intercambiador de calor y accionado por motor estacionario.

5.2.4.4 Molienda

La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado, con ello se producen una cantidad de partículas finas que deben separarse en un proceso de tamizaje posterior. Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son compresión, impacto, rozamiento de cizalla y cortado. En este caso, se podría optar por la licuadora industrial o un molino de martillos apto para la capacidad requerida. La importancia del tamaño de partícula y la velocidad de molienda serán determinantes para la calidad del producto a extraer.

5.2.4.5 Granulado

El cribado es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo con su tamaño de partícula individual. Esto se cumple proporcionando un movimiento en particular al medio de cribado, el cual es generalmente una malla o una placa perforada vibratoria industrial. El tamaño de partícula ideal para el proceso de extracción se encuentra entre la malla No. 8 y 12, favoreciendo el proceso de lixiviación por medio de solventes.

5.2.4.6 Condiciones de extracción de oleorresinas

En la lixiviación por reflujo es importante controlar la velocidad, la presión, temperatura, la relación m.p. / solvente (m/V) y el tiempo principalmente. El tipo de solvente estará determinado por la conveniencia en cuanto al porcentaje de rendimiento, la calidad de los principios pungentes que se puede obtener, el precio y la disponibilidad en el mercado y, por último, que sea de uso legal. Principalmente son utilizados el hexano, acetato de etilo y acetona. Es indispensable conocer y controlar el mínimo porcentaje de dicho solvente en forma de vapor en el ambiente, y que sea menor al índice de explosividad por supuesto.

5.2.4.7 Filtración

La filtración es importante para los procesos extractivos a partir de maceración, por lo tanto, si se considera la extracción de oleorresina de chile Cahabonero por reflujo este proceso no será considerado.

5.2.4.8 Concentración

La presión, el tiempo y la temperatura son los parámetros críticos durante la rotoevaporación de la micela. Se busca evitar la hidrólisis, la degradación del solvente, conservar la calidad de los carotenoides evitando temperaturas altas para no producir reacciones de isomerización.

5.2.4.9 Desolventización de la micela y de la harina

Eliminación del solvente residual en la materia sólida del *Capsicum* previo a desecharlo al ambiente.

5.2.4.10 Depuración

Es importante para el proceso debido a la floculación de gomas y ceras, la turbidez, los cambios de la densidad y el índice de refracción son parámetros para considerar para el procedimiento más conveniente que pueda adoptarse. Este proceso es crítico y debe analizarse un proceso específico que se adapte a las necesidades del producto en proceso.

5.2.4.11 Eliminación de solvente residual

Mediante un proceso de secado deberá eliminarse el solvente residual por calentamiento a temperaturas determinadas, existen métodos que aplican primeramente un precalentamiento y luego el proceso de desecación, el objetivo será reducir al nivel mínimo aceptable la concentración de solvente residual.

5.2.4.12 Envasado

La oxidación de carotenoides por un envasado inadecuado reduce la calidad del producto final afectando las unidades de color ASTA en la oleorresina. Existen otros parámetros que son necesarios mencionar en caso de llevar el proyecto a otro nivel de análisis, más allá de realizar las recomendaciones de manejo e higiene, así como, la protección del producto contra la luz cabe destacar la importancia de conocer el pH, índice de acidez, índice de saponificación, grados ASTA entre otros, al momento del envasado.

5.2.5 Diseño experimental para evaluación del rendimiento extractivo

Se analizaron los solventes en relación con el rendimiento de oleorresina y concentración de capsaicinoides, realizándose las extracciones a nivel de laboratorio y posteriormente la cuantificación de principios pungentes en HPLC. Esta actividad se efectuó en el LIEXVE/CII de la USAC para obtener la tercera repetición en las extracciones, el diseño experimental para llevar a cabo los ensayos quedó de la siguiente forma:

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 21 Diseño experimental para evaluación del rendimiento extractivo

Tiempo (B) Solvente (A)	1.5 h	2 h	2.5 h
Hexano	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
Acetona	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
Acetato de etilo	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
Acetato de etilo: etanol (93.9:6.1)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○

Fuente: Elaboración para el estudio, 2021.

Hipótesis:

Ho: Efecto A=0 Ha: Efecto A≠0

Ho: Efecto B=0 Ha: Efecto B≠0

Ho: Efecto AB=0 Ha: Efecto AB≠0

5.2.5.1 Metodología

Para realizar las 36 extracciones anteriores se molió y tamizó el material previamente acondicionado con un porcentaje de humedad menor a 10 %.

Los parámetros extractivos se determinaron con el fin de estudiar a profundidad el comportamiento de la oleorresina para los solventes más importantes utilizados para extracción de oleorresinas según las referencias bibliográficas y que además están autorizados, de manera que se puedan comparar con el acetato de etilo: etanol (93.9:6.1) el cual se recomendó en el estudio “Extracción y cuantificación de capsaicina y dehidrocapsaicina, de la oleorresina del chile Cahabonero, mediante HPLC” debido al rendimiento de oleorresina y concentración de capsaicinoides obtenidos.

Debido a la calidad y relevancia de los solventes que se presentan en este estudio, estos se compararon y se definieron los procedimientos de laboratorio, en definitiva, recomendándose uno o dos solventes para su utilización.

Se utilizó una relación m/V equivalente a 1:10 que corresponde a 20 g de material en 200 ml de solvente extractivo.

Las variables que se estudiaron fueron 3 tiempos de extracción = 1.5, 2 y 2.5 horas y 4 tipos de solvente: hexano, acetona, acetato de etilo y acetato de etilo: etanol (93.9:6.1).

Para el procedimiento de extracción se utilizó la técnica de Soxhlet; 20 g de material en 200 ml de solvente. El material fue previamente molido con un equipo de cuchillas y tamizado en la malla no. 8 y 12, que es un aspecto importante para considerar al momento de procesar y preparar la materia prima.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.2.5.2 Resultados de laboratorio para la fase de extracción

Cuadro 22 Resultados sobre rendimientos de extracción

		Tiempo de extracción (B)		
		1.5 h	2 h	2.5 h
Solvente (A)	Hexano	6.507	7.112	9.944
		6.216	6.983	7.25
		7.39	7.03	9.663
	Acetona	7.342	7.452	8.295
		7.42	7.817	7.8
		7.38	7.748	9.682
	Acetato de etilo	8.294	10.364	9.009
		8.121	9.89	9.499
		8.214	9.563	9.974
	Acetato de etilo: etanol (93.9:6.1)	7.216	11.749	12.074
		7.302	10.511	11.584
		7.89	11.756	11.932

Fuente: Elaboración para el estudio con datos de LIEXVE/USAC, 2020.

Cuadro 23 Análisis estadístico

	1.5h	12h	2.5 h	Total
Hexano				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	20.11	21.13	26.86	68.10
Promedio	6.70	7.04	8.95	7.57
Varianza	0.37	0.00	2.19	1.75
Acetona				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	22.14	23.02	25.78	70.94
Promedio	7.38	7.67	8.59	7.88
Varianza	0.00	0.04	0.95	0.55
Acetato de Etilo				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	24.63	29.82	28.48	82.93
Promedio	8.21	9.94	9.49	9.21
Varianza	0.01	0.16	0.23	0.71

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

**Acetato de etilo:
etanol (93.9:6.1)**

Cuenta	3	3	3	9
Suma	22.41	34.02	35.59	92.01
Promedio	7.47	11.34	11.86	10.22
Varianza	0.13	0.51	0.06	4.50
Total				
Cuenta	12	12	12	
Suma	89.29	107.98	116.71	
Promedio	7.44	9.00	9.73	
Varianza	0.40	3.39	2.40	

Cuadro 24 Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Solvente	40.86	3	13.62	34.95	0.000000006	3.01
Temperatura	32.69	2	16.34	41.94	0.000000015	3.40
Interacción	17.92	6	2.99	7.66	0.000112601	2.51
Dentro del grupo	9.35	24	0.39			
Total	100.82	35				

En consecuencia:

Ho: Efecto A=0 Ha: Efecto A≠0

Ho: Efecto B=0 Ha: Efecto B≠0

Ho: Efecto AB=0 Ha: Efecto AB≠0

El efecto del solvente sobre el porcentaje de rendimiento de oleorresina es significativo. Las medias de los porcentajes de rendimiento de oleorresina que se obtienen empleando los diferentes solventes tiene diferencia significativa.

El efecto del tiempo sobre el porcentaje de rendimiento de oleorresina es significativo. Las medias de los porcentajes de rendimiento de oleorresina que se obtienen empleando los diferentes solventes tiene diferencia significativa.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

El efecto de la interacción entre el solvente y la temperatura sobre el porcentaje de oleorresina obtenido en la extracción de oleorresina es significativo. El uso de diferentes solventes aplicados en distintos tiempos de extracción proporciona rendimientos de oleorresina que son significativamente diferentes.

5.2.5.3 Resultados de concentración de capsaicinoides para la fase de extracción en laboratorio

Se obtuvieron los resultados sobre la concentración de capsaicinoides en HPLC. Las muestras de oleorresina ingresadas al I²QB³/UMG, que corresponden a 4 solventes: hexano, acetona, acetato de etilo y acetato de etilo: etanol (93.9:6.1) fueron extraídas aplicando 3 tiempos para cada solvente, todas con el método *Soxhlet*: 1.5 h, 2 h y 2.5 h. Para cada tiempo se realizaron 3 repeticiones obteniéndose así un total de 36 muestras. Sin embargo, 2 de cada 3 experimentos fueron ingresados al IQB y esto dio un total de 24 muestras analizadas mediante HPLC.

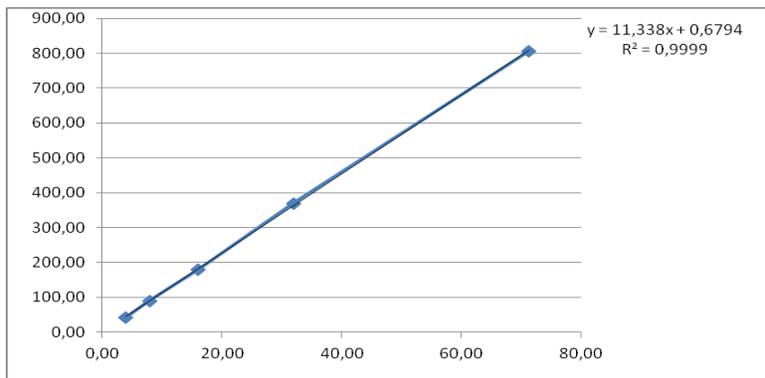
La curva de calibración fue trabajada a concentraciones entre 3.96 mg/L a 71.25 mg/L para capsaicina y de 2.92 mg/L a 37.25 mg/L para dehidrocapsaicina. Los estándares, así como, las muestras fueron inyectados por duplicado.

Cuadro 25 Tabla y curva de calibración para estándares de capsaicina

Estándar Capsaicina	Concentración mg/L	Área primera inyección	Área segunda Inyección	Área promedio
Nivel 1	3,96	43,00	42,84	42,92
Nivel 2	7,98	91,69	91,52	91,61
Nivel 3	15,96	180,14	179,67	179,91
Nivel 4	32,01	370,03	369,69	369,86
Nivel 5	71,25	807,42	805,00	806,21

Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2021.

Gráfica 24 Curva obtenida con los datos de los estándares de capsaicina



Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2021.

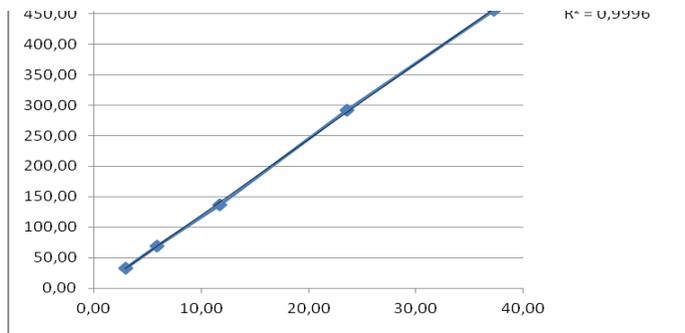
Nota: El eje Y corresponde al área promedio y el eje X corresponde a la concentración de cada Nivel.

Cuadro 26 Tabla y curva de calibración para estándares para dehidrocapsaicina

Estándar Dehidrocapsaicina	Concentración mg/L	Área primera inyección	Área segunda inyección	Área promedio
Nivel 1	2,92	33,46	33,18	33,32
Nivel 2	5,88	69,66	69,48	69,57
Nivel 3	11,76	136,22	135,93	136,08
Nivel 4	23,58	291,93	291,28	291,61
Nivel 5	37,25	456,26	456,19	456,23

Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2021.

Gráfica 25 Curva obtenida con los datos de los estándares de dehidrocapsaicina



Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2021.

Nota: El eje Y corresponde al área promedio y el eje X corresponde a la concentración de cada nivel.

Se llevaron a cabo los análisis en HPLC para las muestras de oleoresina de Chile Cahabonero en el Instituto de Investigaciones Químicas, Bioquímicas, Biomédicas y Biofísicas de la Universidad Mariano Gálvez de Guatemala. Obteniéndose 24 informes correspondientes a los diferentes tratamientos. Para el análisis de las muestras se pesó una cantidad de muestra y se agregó 3 mililitros de acetona y se aforo con etanol en un balón de 25 mililitros. A continuación, se detallan los resultados obtenidos para capsaicina y dehidrocapsaicina.

Cuadro 27 Resultados obtenidos para capsaicina

Código IQB	Muestra	Área 1° inyección	Área 2° inyección	Área promedio	pmm mg/L	mg en 25 mL	mg de muestra	% p/p
2261201204Q	Hexano t 1.5 h, R1	318,03	386,89	352,46	31,03	0,78	112,10	0,69
2262201204Q	Hexano t 1.5 h, R2	615,33	548,50	581,92	51,27	1,28	125,20	1,02
2263201204Q	Hexano t 2 h, R1	442,56	441,72	442,14	38,94	0,97	120,60	0,81
2264201204Q	Hexano t 2 h, R2	695,57	697,03	696,30	61,35	1,53	143,50	1,07
2265201204Q	Hexano t 2.5 h, R1	385,52	507,89	446,71	39,34	0,98	119,10	0,83
2266201204Q	Hexano, t 2.5 h, R2	825,45	734,23	779,84	68,72	1,72	185,00	0,93
2273201204Q	Acetona, t 1.5 h, R1	643,39	641,96	642,68	56,62	1,42	130,90	1,08
2274201204Q	Acetona, t 1.5 h, R2	494,31	489,13	491,72	43,31	1,08	119,00	0,91
2275201204Q	Acetona, t 2 h, R1	718,94	717,19	718,07	63,27	1,58	150,40	1,05
2276201204Q	Acetona, t 2 h, R2	632,89	713,49	673,19	59,32	1,48	148,20	1,00
2277201204Q	Acetona, t 2.5 h, R1	770,83	767,20	769,02	67,77	1,69	170,90	0,99
2278201204Q	Acetona, t 2.5 h, R2	435,01	437,33	436,17	38,41	0,96	123,70	0,78
2279201204Q	Acetato de etilo.1.5 h, R1	344,79	345,88	345,34	30,40	0,76	118,50	0,64
2280201204Q	Acetato de etilo 1.5 h, R2	417,03	414,45	415,74	36,61	0,92	120,90	0,76
2281201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R1	553,66	549,96	551,81	48,61	1,22	129,60	0,94
2282201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R2	661,60	654,97	658,29	58,00	1,45	129,60	1,12
2283201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R1	472,46	475,02	473,74	41,72	1,04	119,80	0,87
2284201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R2	553,96	551,04	552,50	48,67	1,22	115,70	1,05
2267201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R1	391,52	391,56	391,54	34,47	0,86	120,30	0,72
2268201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R2	644,76	640,37	642,57	56,61	1,42	141,50	1,00
2269201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R1	352,67	352,76	352,72	31,05	0,78	120,60	0,64
2270201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R2	691,42	577,00	634,21	55,88	1,40	117,50	1,19
2271201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R1	491,29	491,81	491,55	43,30	1,08	121,20	0,89
2272201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R2	358,22	361,29	359,76	31,67	0,79	121,50	0,65

Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2020.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 28 Resultados obtenidos para dehidrocapsaicina

Código IQB	Muestra	Área 1° inyección	Área 2° inyección	Área promedio	pmm mg/L	mg en 25 mL	mg de muestra	% p/p
2261201204Q	Hexano t 1.5 h, R1	240,00	240,41	240,20	19,74	0,49	112,10	0,44
2262201204Q	Hexano t 1.5 h, R2	404,17	400,92	402,55	32,84	0,82	125,20	0,66
2263201204Q	Hexano t 2 h, R1	320,33	323,23	321,78	26,32	0,66	120,60	0,55
2264201204Q	Hexano t 2 h, R2	454,64	455,84	455,24	37,09	0,93	143,50	0,65
2265201204Q	Hexano t 2.5 h, R1	292,74	339,33	316,04	25,86	0,65	119,10	0,54
2266201204Q	Hexano, t 2.5 h, R2	539,72	542,46	541,09	44,02	1,10	185,00	0,59
2273201204Q	Acetona, t 1.5 h, R1	465,51	460,80	463,16	37,73	0,94	130,90	0,72
2274201204Q	Acetona, t 1.5 h, R2	358,81	357,90	358,36	29,27	0,73	119,00	0,61
2275201204Q	Acetona, t 2.5 h, R1	520,98	517,00	518,99	42,24	1,06	150,40	0,70
2276201204Q	Acetona, t 2.5 h, R2	472,59	474,95	473,77	38,59	0,96	148,20	0,65
2277201204Q	Acetona, t 2.5 h, R1	571,73	571,93	571,83	46,50	1,16	170,90	0,68
2278201204Q	Acetona, t 2.5 h, R2	328,87	329,34	329,11	26,91	0,67	123,70	0,54
2279201204Q	Acetato de etilo.1.5 h, R1	253,18	255,30	254,24	20,87	0,52	118,50	0,44
2280201204Q	Acetato de etilo 1.5 h, R2	304,07	302,19	303,13	24,81	0,62	120,90	0,51
2281201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R1	399,63	401,46	400,55	32,68	0,82	129,60	0,63
2282201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R2	483,25	480,07	481,66	39,22	0,98	129,60	0,76
2283201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R1	340,40	339,45	339,93	27,78	0,69	119,80	0,58
2284201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R2	405,42	403,09	404,26	32,98	0,82	115,70	0,71
2267201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R1	289,18	282,80	285,99	23,43	0,59	120,30	0,49
2268201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R2	465,11	464,25	464,68	37,85	0,95	141,50	0,67
2269201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R1	256,65	256,32	256,49	21,05	0,53	120,60	0,44
2270201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R2	423,26	420,81	422,04	34,41	0,86	117,50	0,73
2271201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R1	360,82	358,34	359,58	29,37	0,73	121,20	0,61
2272201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R2	257,32	258,21	257,77	21,15	0,53	121,50	0,44

Fuente: Laboratorio I²QB³-UMG, 2020.

Cuadro 29 Integración de sumas para la concentración de C y DHC, ppm y SHU

Código IQB	Muestra	mg de Muestra	Densidad	DHD	C	Capsaicinoides Totales (g/100g)	ppm	SHU
				% p/p	% p/p	%p/p	mg/L	*16
2261201204Q	Hexano t 1.5 h, R1	112,10	0.911	0,44	0,69	1.13	10294	164709
2262201204Q	Hexano t 1.5 h, R2	125,20	0.901	0,66	1,02	1.68	15137	242189
2263201204Q	Hexano t 2 h, R1	120,60	0.890	0,55	0,81	1.36	12104	193664
2264201204Q	Hexano t 2 h, R2	143,50	0.910	0,65	1,07	1.72	15652	250432
2265201204Q	Hexano t 2.5 h, R1	119,10	0.901	0,54	0,83	1.37	12344	197499
2266201204Q	Hexano, t 2.5 h, R2	185,00	0.898	0,59	0,93	1.52	13650	218394
2273201204Q	Acetona, t 1.5 h, R1	130,90	0.976	0,72	1,08	1.8	17568	281088
2274201204Q	Acetona, t 1.5 h, R2	119,00	0.966	0,61	0,91	1.52	14683	234931
2275201204Q	Acetona, t 2.5 h, R1	150,40	0.987	0,70	1,05	1.75	17273	276360
2276201204Q	Acetona, t 2.5 h, R2	148,20	0.968	0,65	1,00	1.65	15972	255552
2277201204Q	Acetona, t 2.5 h, R1	170,90	0.978	0,68	0,99	1.67	16333	261322
2278201204Q	Acetona, t 2.5 h, R2	123,70	0.986	0,54	0,78	1.32	13015	208243
2279201204Q	Acetato de etilo.1.5 h, R1	118,50	0.971	0,44	0,64	1.08	10487	167789
2280201204Q	Acetato de etilo 1.5 h, R2	120,90	0.961	0,51	0,76	1.27	12205	195275
2281201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R1	129,60	0.956	0,63	0,94	1.57	15009	240147
2282201204Q	Acetato de etilo, t 2 h, R2	129,60	0.957	0,76	1,12	1.88	17992	287866

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

2283201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R1	119,80	0.958	0,58	0,87	1.45	13891	222256
2284201204Q	Acetato de etilo, t2.5 h, R2	115,70	0.948	0,71	1,05	1.76	16685	266957
2267201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R1	120,30	0.951	0,49	0,72	1.21	11507	184114
2268201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 1.5 h, R2	141,50	0.960	0,67	1,00	1.67	16032	256512
2269201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R1	120,60	0.954	0,44	0,64	1.08	10303	164851
2270201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2 h, R2	117,50	0.901	0,73	1,19	1.92	17299	276787
2271201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R1	121,20	0.899	0,61	0,89	1.5	13485	215760
2272201204Q	Acetato de etilo/etanol, t 2.5 h, R2	121,50	0.902	0,44	0,65	1.09	9832	157309

Fuente: Elaboración para el estudio con datos de Laboratorio I²QB³-UMG, 2020.

En el cuadro anterior se obtuvieron las unidades de calor de *Scoville* para cada muestra, tomando en cuenta el factor de conversión 1ppm=16 SHU y que el nivel de pungencia para la capsaicina y dehidrocapsaicina según la literatura es de 16000000 para ambas sustancias.

Los estándares y las muestras fueron sometidas a cromatografía HPLC UV utilizando una columna Zorbax C18 4.6 x 150 mm x 5µm. Los resultados obtenidos y mostrados en las tablas anteriores se analizaron estadísticamente conforme un diseño experimental factorial de efectos fijos, este diseño se probó para determinar los efectos que los tiempos y solventes tienen sobre el rendimiento en la concentración de capsaicina y dehidrocapsaicina. Con el objetivo de consolidar el proceso de extracción y sobre todo de cuantificar en tiempo los contenidos extraídos.

5.2.5.4 Resultados de rendimientos para la fase de extracción en planta piloto

Se realizaron 2 ensayos extractivos a nivel de planta piloto, utilizando acetona la cual fue junto con el acetato de etilo: etanol uno de los más convenientes con relación al rendimiento y concentración de capsaicinoides, recomendable para su uso e implementación. El acetato de etilo tiene un alto costo, es un producto controlado estrictamente por el Ministerio de Gobernación y el de Ambiente y de difícil acceso. Se optó por la acetona para generar la ficha técnica del producto, pues es más económico, accesible y además es un solvente autorizado por la FDA para la extracción de oleoresina de paprika, y aunque su capacidad de extraer capsaicina no es igual a la del acetato de etilo: etanol, según los resultados en HPLC se obtiene una concentración atractiva. La acetona también presenta usos en la industria alimenticia como

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

disolvente de extracción para grasas y aceites, y como agente de precipitación en la purificación del azúcar y el almidón.

Cuadro 30 Datos de los resultados de las extracciones a nivel de planta piloto

Datos	Lote 1	Lote 2
Relación	1:5 Lb/L	1:5 Lb/L
Solvente	Acetona	Acetona
Tiempo	4 h	4 h
Rendimiento	7.94%	10.30%
	R. promedio: 9.12% =295 ml	
Materia Prima	3.6 Kg	3.6 Kg

Fuente: Elaboración para el estudio, con datos obtenidos en el LIEXVE, 2021.

El rendimiento obtenido en planta piloto por el método de extracción por recirculación de solvente es muy similar a los obtenidos a nivel de laboratorio por el método *Soxhlet*, en dichos ensayos de laboratorio se reportaron 9.12% para la extracción en planta piloto y 7.88% en laboratorio, se obtuvieron mejores rendimientos a nivel de planta piloto.

Cuadro 31 Costo de insumos del experimento

Descripción	Cantidad	Unidad/medida	Precio/unidad	Total Q.
Solvente	40	L	26.417	1,056.68
Chile	3.6	Kg	110.0	396.0
Combustible	16	Gal	21	336.0
Frasco	1	Unidad	Q. 3.00	3.0
Total, costo por experimento				Q 1,791.68

Fuente: Elaboración para el estudio con datos obtenidos del LIEXVE/USAC. 2021.

En cuanto a los costos de extracción para 8 libras de chile seco, la cantidad corresponde a Q 1,791.68, aunque con esa cantidad de combustible y de solvente se puede extraer más producto. Para fines del estudio solo se extrajeron de 8 libras de chile.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 32 Resultados de análisis HPLC para ensayos de planta piloto extraídas con acetona

Código IQB	Muestra Relación m/V 1:5	Densidad	DHD	C	Capsaicinoides Totales (g/100g)	ppm	SHU
			% p/p	% p/p	%p/p	mg/L	*16
2747210617Q	Lote 1	0.91	0.70	1.08	1.78	16198	259,168
2748210617Q	Lote 2	0.91	0.72	1.15	1.87	17017	272,272
PROMEDIOS		0.91	0.71	1.115	1.825	16607	265,712

Fuente: Elaboración para el estudio con datos obtenidos del LIEXVE/USAC, 2021.

Considerando que el estudio técnico busca el mejor solvente para la extracción de los capsaicinoides que se transformarán en la OC de Chile Cahabonero, además, que éste sea fácil de desolventizar, tenga efectos mínimos al ambiente, que cuente con autorizaciones de autoridades alimentarias y que su uso sea común en la industria alimentaria. Además, del factor disponibilidad de estos y que su regulación en manejo sea mínima.

Cuadro 33 Ficha técnica del producto: Oleorresina *capsica* de Chile Cahabonero

OLEORRESINA CAPSICA	
Oleorresina de Chile Cahabonero	<i>Capsicum annuum forma cobanensis</i>
Extracción por recirculación del solvente	
SHU: 265712	Solvente extractivo: Acetona grado industrial
<p>Descripción: La oleorresina capsica del Chile Cahabonero consistente en el extracto de <i>Capsicum annuum forma cobanensis</i>. Previamente molido y tamizado.</p> <p>Es homogénea, rojo intenso, de aspecto aceitoso el cual ha sido extractado del Chile Cahabonero seco mediante un proceso de separación por recirculación del solvente, de sustancias que componen una mezcla líquida. No presenta riesgos para la salud, es natural y no contiene ningún aditivo. Cuenta con 265,720 SHU. La oleorresina pertenece a la partida arancelaria “aceites esenciales, excepto agrios (cítricos)” según la clasificación del BANGUAT.</p>	
<p>Uso: Para su uso industrial como saborizante, muy adecuado en la fabricación de salsas, aderezos, preparados cárnicos y alimentos semiprocados.</p>	
<p>Tipo: Oleosoluble – Soluble en aceites y grasas.</p>	
Proceso extractivo:	Lixiviación por reflujo mediante el arrastre a vapor directo
Características físicas	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Color	Rojo oscuro intenso	Fisicoquímicas	
Olor	chile Cahabonero		
Textura	Viscosa	pH	4.7
Densidad relativa	0.91	Miscibilidad en etanol	No estudiado
Índice de refracción	1.473	Cenizas	0.41%
Características cromatográficas		Características Químicas	
Capsaicinoides totales: (Capsaicina+Dehidrocapsaicina)	1.78 % p/p (g/100g)	Arsénico	ND
Unidades de Calor Scoville	265720 SHU	Mercurio	ND
Unidades de Color ASTA	Mínimo 2000	Plomo	0.27 ppm
Características Microbiológicas			
<i>E. coli</i>	<10 UFC/g		
Levaduras	900 UFC/g		
Mohos	<10 UFC/g		
RCT	<10 UFC/g		
Recuento aeróbico total	<10 UFC/g		
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia/25g		
Empaque	Empacado en bidones de plástico de alta densidad y/o frascos ámbar en presentación de 1 L y/o 1 Kg.		
Almacenamiento y anaquel	Almacenar en un lugar fresco y seco, protegido de la luz. Vida de Anaquel no estudiada.		
País de origen:	Producto hecho en Guatemala		

*La vida de anaquel deberá ser estudiada mediante pruebas aceleradas y el equipo necesario para poder establecerse, se espera según la revisión documental que cuente con un tiempo de vida mínimo de 2 años a partir de su fecha de producción.

*Las unidades de color U.C. deberán estudiarse y compararse con los límites inferiores permitidos para una oleoresina cápsica (en la literatura se reportan oleoresinas cápsicas como referencia con un mínimo de 2000 U.C.)

*Se deberá estudiar la causa y reducirse el contenido de levaduras, como máximo se encuentran en el mercado oleoresinas picantes de entre 10 UFC/g y 100UFC/g.

*La sedimentación, se reportan oleorresinas de paprika como referencia menor al 2% (en volumen) por centrifugación a 1100 rpm y por 1 hora, éste es uno de los parámetros de importancia para producir oleorresina a escala industrial, en esta ficha técnica no se evaluó el porcentaje de sedimentación respectivo.

*Las unidades de color ASTA es un parámetro no evaluado, el dato reportado es una referencia de este parámetro en oleorresinas cápsicas, sin embargo, se realizó un análisis inferencial del contenido de carotenoides con base a barridos espectrofotométricos de la muestra. Un dato muy importante para tomar en cuenta es que: en los resultados de la encuesta se determinó que las empresas utilizan oleorresina con 4000, 5000 y 6000 unidades de color UC.

5.2.5.5 Análisis inferencial de contenido de carotenoides en muestras extraídas en planta piloto con Acetona

a. Fase de identificación

Para identificar a los posibles carotenoides presentes en las muestras de oleorresinas recibidas es necesario identificar o analizar el espectro de absorción UV/Visible, lo cual proporcionan las primeras pistas para la identificación de carotenoides; específicamente el análisis de las longitudes de onda a la cual la muestra presenta una absorción de la luz característica. La mayoría de los carotenoides absorben al máximo en tres longitudes de onda, lo que da como resultado un espectro de tres regiones de absorbancia de luz. Este es un fenómeno que se origina a partir de la estructura química del carotenoide y la absorción de luz, específicamente a nivel de los enlaces químicos dobles que dicha estructura presenta. A medida que aumenta el número de dobles enlaces conjugados, la longitud de onda de absorción cambia a longitudes de onda más largas.

Estas longitudes de onda están fuertemente influenciadas por la polaridad del disolvente y las condiciones a las que se desarrolla la extracción; estos resultados solo son reproducibles bajo idénticas condiciones. Por ejemplo, para el caso, el licopeno, con 11 dobles enlaces conjugados, presenta un color rojo característico y se absorbe en las longitudes de onda más largas (λ max a 448, 474 y 505 nm) de acuerdo a algunos estudios realizados, citando a Rodríguez-Amaya & Mieko Kimura (2004), todo esto se infiere considerando aspectos que suceden desde el punto de vista químico en el rango de longitud de onda que corresponde a la región de longitudes de onda Ultravioleta y Visible (UV/vis), de ahí la importancia del espectro de absorción, los fenómenos de absorción de luz característica que presentan los carotenoides, todo esto aunado al análisis de la estructura química que cada carotenoide presenta. Al considerar todos estos aspectos y correlacionándolos adecuadamente se puede finalmente inferir el tipo de carotenoide presente en la muestra. De forma similar se hace con el resto de los carotenoides presentes en la muestra.

b. Cuantificación

Para el caso de la cuantificación de los carotenoides se utilizó la capacidad que este tipo de moléculas tiene de absorber la luz, lo cual es el fundamento de los análisis de espectrometría ultravioleta cercano/Visible. Para el caso de carotenoides en forma pura disueltos en algún solvente se utiliza el modelo de *Lambert-Beer* el cual relaciona la absorción de la luz por el compuesto con la concentración de dicho carotenoide; sin embargo, para el caso de una mezcla de oleorresinas como la que se analizó en este estudio, específicamente no es posible utilizar el modelo de *Lambert-Beer* porque los carotenoides no están en estado puro sino mezclados. Entonces para el caso específico se utiliza un modelo modificado que relaciona la concentración de carotenoides en miligramos con el volumen del extracto o muestra obtenida de laboratorio, la absorbancia del carotenoide y el coeficiente de absorptividad.

c. Consideraciones importantes

Los valores que se reportan a continuación son valores aproximados, debido a que dependen de constantes para carotenoides reportados por investigaciones previas; esto fue necesario hacerlo debido a que para producir resultados mucho más precisos es necesario realizar los tipos de análisis correspondientes a estos parámetros, sin embargo, este procedimiento solo sería útil para mejorar o reproducir los datos que ya están reportados en la bibliografía.

Los resultados reportados dependen mucho de varios factores como por ejemplo la eficiencia durante la extracción de la oleorresina de la muestra vegetal, el solvente y las condiciones de trabajo y finalmente de los espectrogramas recibidos por parte de laboratorio.

Los resultados reportados se basan exclusivamente en los espectros obtenidos como resultado de los análisis del laboratorio y la experiencia del analista; por lo tanto, estos valores podrían variar considerablemente dependiendo de la experiencia de la persona que realice los cálculos.

Cuadro 34 Tabla de análisis inferencial de carotenoides en μg para las muestras L1 y L2 obtenidas en planta piloto, con base en barridos espectrofotométricos

Carotenoides de acuerdo con el color del extracto	Bandas del espectro obtenidas			Carotenoides posibles de acuerdo con su longitud de onda	Contenido de carotenoides en μg	
	I	II	III		Extracto L1	Extracto L2
Rojo/amarillo	448	474	505	Licopeno	0.997	1.015
Anaranjado/rojo	439	461	491	Y-caroteno	40.2	41.4
Anaranjado/amarillo	430	452	479	Zeaxantina	0.905	0.9528
Anaranjado/amarillo	424	448	476	α -caroteno	266.6	45.2
Anaranjado/amarillo	416	440	470	Neoxantina	50.9	55.1
Anaranjado/amarillo	381	402	427	Auroxantina	63.5	68
Total, μg / 2 ml de muestra					423.10 μg	211.66 μg
Total, μg / 1 L de muestra					211,550 μg	105,830 μg
Promedio μg / 1 L					158,690	

Fuente: Elaboración para el estudio con datos obtenidos de las extracciones, 2021.

El contenido total de carotenoide por litro de oleoresina obtenida a nivel de planta piloto es de 158,690 μg .

Para Vera-Guzmán et al. (2011) en su estudio obtuvieron niveles de β -caroteno que variaron de 3.4 a 132.9 mg/ 100 g, en muestras de frutas frescas maduras y se encontraron niveles de 2 a 739 μg / g en peso seco según Wall et al. (2001). Es reconocido el efecto terapéutico de estos compuestos en las úlceras gástricas y la artritis.

Según Topuz y Ozdemir (2007), el análisis de la composición de carotenoides, capsaicinoides y ácido ascórbico en frutos maduros de *Capsicum annuum*, reveló la presencia de siete carotenoides principales, cinco análogos de capsaicinoide y ácido ascórbico.

En la detección inferencial de carotenoides con base en barridos espectrofotométricos utilizados para este estudio se han identificado tanto para el extracto L1 como para el L2, los siguientes carotenoides, siendo estos: Licopeno, Y-caroteno, Zeaxantina, α -caroteno,

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Neoxantina, Auroxantina. Se requiere de estudios de mayor profundidad para establecer cuantitativamente y con un margen error bajo el contenido de carotenoides en el chile Cahabonero. De forma preliminar se tienen los datos que aparecen en el cuadro 31.

En relación con la importancia que tienen los carotenoides y específicamente a su acción antioxidante, para Morales-Soto et al. (2013), citados por Salehi B et al. (2018), indican que entre los fitoquímicos de *Capsicum* sp., los carotenoides tienen una función de colorante compuesto y muestra un papel importante para la protección para las células y tejidos del oxígeno reactivo nocivo, y actúan como eliminadores de ese oxígeno molecular. Gran parte de la actividad antioxidante total está relacionada con su contenido fenólico, y no solo a su contenido de vitaminas y carotenoides.

Según Sharifi-Rad J et al., (2016), citados por Salehi B et al. (2018), indican que en *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens* y *Capsicum chinese* la concentración de compuestos antioxidantes (carotenoides, flavonoides, ácidos fenólicos y ácido ascórbico) aumenta durante la maduración de la fruta, junto con la actividad antioxidante determinada in vitro.

Para Rodríguez-Amaya (2016) citados por Gamarra Mendoza et al. (2018), se afirma que los carotenoides son compuestos que tienen una diversidad estructural química, que están ampliamente distribuidos y que cumplen acciones y funciones múltiples.

Según Giovannucci (2002) citado por Gamarra Mendoza et al., (2018), los carotenoides son los responsables del color rojo, amarillo o anaranjado de algunos vegetales entre estos los chiles, debido a que se encuentra acumulados y distribuidos en los tejidos vegetales en este caso.

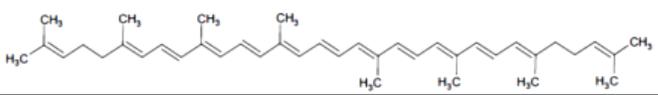
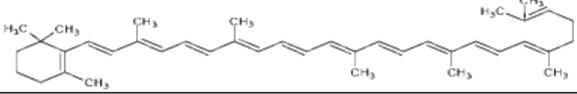
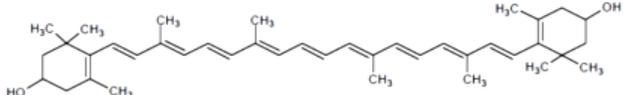
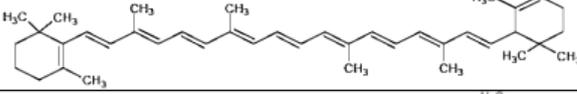
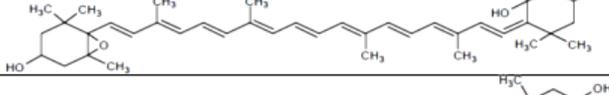
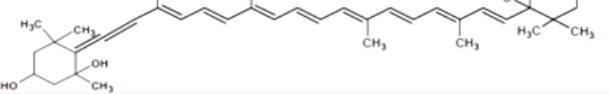
De acuerdo con Rodríguez-Amaya (2016) se ha reconocido que los carotenoides tienen y promueven una actividad antioxidante, lo cual es importante para reducir el riesgo de enfermedades degenerativas crónicas.

Según Bosland y Votava (2000) citados por Gamarra Mendoza et al., (2018), a los frutos del género *Capsicum* se les ha identificado más de 30 carotenoides que de acuerdo con sus propiedades cromóforas se pueden agrupar en rojos, amarillos y naranjas.

Para Wall et al. (2001), Hornero-Méndez & Minguez-Mosquera (2001), citados por Gamarra Mendoza et al., (2018), entre los carotenoides de tipo rojo destacan la capsantina y capsorubina, mientras que β -caroteno, β -criptoxantina y zeaxantina predominan los de color amarillo/naranja.

Según Rodríguez-Burruezo y Nuez (2006), citados por Gamarra Mendoza et al., (2018), los altos contenidos de carotenoides presentes en los frutos del género *Capsicum* los cataloga como potenciales colorantes alimentarios naturales, ya sea en forma de pimientos o como oleorresinas. En la industria de los colorantes derivados del pimiento (*Capsicum annuum* L.) es importante que el producto cuente con un color rojo intenso que este asociado a los altos contenidos de capsantina y capsorrubina.

Gráfica 26 Estructura química de los carotenoides analizados

Carotenoide	Estructura Química
Licopeno	
γ -caroteno	
Zeaxantina	
α -caroteno	
Neoxantina	
Auroxantina	

Fuente: Elaboración para el estudio, 2021.

Técnicamente el proyecto es factible de realizar, se cuenta con la tecnología adecuada y funcional, la cual puede ser adquirida en el país, con precios accesibles. Se ha identificado un sistema de extracción de la OC de chile Cahabonero como lo es la maceración dinámica

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

(extracción sólido-líquido), también se ha identificado un solvente ideal que además de cumplir con la norma alimentaria nacional y las recomendaciones de la FDA sea accesible en precio, con bajo impacto al ambiente y fácil de desolventizar, como lo es la acetona grado industrial.

Para el proceso de extracción también se requiere de equipo básico, herramientas y kits de limpieza, los cuales están disponibles en el país. Por otro lado, se cuenta con las instalaciones físicas para desarrollar el proceso, mismas que cuentan con todas las características básicas para una unidad de producción de chile en polvo, para la producción de OC y para carotenoides.

Otro aspecto importante es la disponibilidad de materia prima que alcanza por cosecha los 10,943 quintales de chile seco, volumen de producción que podría crecer conforme aumente la demanda de la OC de chile Cahabonero.

Se ha diseñado el flujo de proceso y los tiempos definidos para cada operación desde el ingreso de la materia prima hasta la desolventización y limpieza del extracto oleoso. Se cuenta con información del tiempo ideal de extracción y el rendimiento por tipo de solvente, si es con acetona el rendimiento es del 9.12 %.

Está clara la metodología de extracción y la cuantificación de capsaicinoides de acuerdo con las curvas estándares de calibración. De forma certera se pueden cuantificar los SHU que contiene la OC de chile Cahabonero. Para extracción se determinó que una libra de materia prima deberá extraerse con cinco litros de solvente.

Por lo anteriormente expuesto el proyecto cuenta con viabilidad a nivel de prefactibilidad técnica. Es recomendable que pueda pasar a una etapa de factibilidad para completar elementos que hacen falta con la intención de contar con un producto (s) comercializables en el mercado nacional.

5.3 Estudio Ambiental y Legal

5.3.1 Estudio Ambiental

En cuanto al estudio ambiental, previo a su enmienda, el estudio inicial indicaba que solo sería destinada la actividad del centro de acopio a la producción y comercialización de chile Cahabonero según la resolución 306-2019-EAI/DCN/DDAV/CACC/hgsi, y se enfocaba fundamentalmente en la construcción de la infraestructura del Centro de Acopio y sus instalaciones internas sin más actividad que la indicada. Sin embargo, para fines del proyecto fue necesario solicitar una enmienda de la resolución de tal manera que se tuviera mayor campo de acción para el centro de acopio y para integrar el proyecto de extracción y comercialización de oleoresina capsica de chile Cahabonero. También para cumplir con los aspectos legales que implica la modificación planteada.

Para el seguimiento el MARN generó un expediente relacionado al instrumento ambiental de mérito el cual fue identificado y registrado como EIA-4961-2019, para el proyecto de producción y comercialización de chile.

Posteriormente el Representante Legal de la Asociación *Chab'íl ik Chik'ajb'om* presentó solicitud para modificación de la resolución y del cambio del enfoque del proyecto considerando la importancia de la industrialización del chile Cahabonero, esta nota fue de diciembre del 2020.

En ese sentido la Delegación Departamental del MARN, considerando sus competencias y basados en que la modificación a la descripción del proyecto no impacta significativamente en términos ambientales, resolviendo la Delegación que es procedente aprobar la modificación de la descripción y nombre del proyecto. El nuevo nombre del proyecto es de: Producción, comercialización, transformación e industrialización de chile Cahabonero. Con el énfasis en la extracción de OC de chile Cahabonero buscando incursionar en el mercado de las oleorresinas para la industria de alimentos y bebidas a nivel nacional.

La Delegación del MARN resuelve enmendar la resolución 306-2019-EAI/DCN/DDAC/CACC/hgsi, para el nuevo instrumento y nuevos objetivos del proyecto.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.3.1.1. Instrumento ambiental categoría C

A continuación, se presenta el instrumento ambiental categoría C que respalda el cambio de nombre y de actividad al proyecto y resolución emitida por la Delegación del MARN para la Asociación *Chab'íl ik*.

Cuadro 35 Instrumento ambiental categoría C para el Proyecto: Producción, comercialización, transformación e industrialización del chile Cahabonero

REQUISITOS INSTRUMENTOS AMBIENTALES
CATEGORÍA C

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

No.	Requisitos	Si	No	Observaciones MARN
1	Formato de "INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C" completo.			
2	Planos legibles (únicamente tamaño carta, oficio o doble carta)			
	2.1. Plano de localización a escala visible.			
	2.2. Plano de ubicación (indicar colindancias inmediatas).			
	2.3. Plano de distribución arquitectónica.			
	2.4. Plano de curvas de nivel naturales y modificadas. ⁶			
	2.5. Plano de instalaciones hidráulicas (agua potable). ⁷			
	2.6. Plano de instalaciones hidráulicas (agua pluvial). ²			
	2.7. Plano de instalaciones sanitarias (agua residual). ²			
2.8. Plano de detalles del sistema de tratamiento de las aguas residuales. ²				
3	Si el proyecto se encuentra dentro de un complejo regulado ambientalmente, adjuntar fotocopia simple de la resolución ambiental aprobatoria y/o licencia ambiental vigente.			
4	Fotocopia autenticada y completa del DPI o pasaporte del proponente o su Representante Legal. (Legible, no fotografía).			
5	Acta notarial de declaración jurada del proponente según formato vigente publicada en la página del MARN (original).			
6	Personería (fotocopias autenticadas):			
	6.1. Fotocopia del nombramiento del Representante Legal con su registro respectivo.			
	6.2. Acta de toma de posesión (si aplica).			
	6.3. Acuerdo emitido por el Tribunal Supremo Electoral (si aplica).			
	6.4. Fotocopia del mandato con su inscripción del registro respectivo.			
7	Documento de derecho sobre el predio: se aceptará únicamente (según sea el caso):			
	a) Fotocopia autenticada u original completa del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad (no mayor a 6 meses). 			

⁶ Cuando existan movimientos de tierra: excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones, etc.

⁷ Cuando aplique al proyecto y consignar la justificación en el formato descrito en el inciso 1.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

	<p>b) Fotocopia autenticada u original del documento legal que aplique a su proyecto completo y vigente, con dirección exacta registrada en el instrumento ambiental presentado.</p> <p>Si la Empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrato de Arrendamiento o Subarrendamiento. ✓ Contrato de Compra Venta o Promesa de Compra Venta. <p>Para los inmuebles del Estado debe incluirse el documento legal que aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad. ✓ Testimonio de la Escritura Pública de la Donación del bien inmueble. ✓ Certificación del punto de acta donde conste la donación del bien inmueble. <p>Si carece de cualquiera de los anteriores documentos, deberán de presentar el testimonio de escritura pública donde se les otorgan los derechos posesorios del o los inmueble(s) a nombre del Proponente.</p> <p>En caso no cuente con la documentación anterior, solicitar por escrito a la Dirección de Gestión Ambiental y Recurso Naturales la documentación que sustituya los anteriores.</p>			
8	Fotocopia autenticada de las Patentes que apliquen: Patente de Sociedad, de comercio/sucursal.			
9	Original de la constancia de RTU con respectivo carné vigente (impresión dúplex).			
10	Fotocopia autenticada de licencias, contratos, certificaciones, resoluciones, oficios, providencias, permisos o dictámenes de MEM, CONAP, INAB, IDAEH, MSPAS, Gobernación, u otros cuando aplique.			
11	Fotocopia de la Ficha de Registro del proyecto en el Sistema de Información de Inversión Pública –SNIP. Aplica únicamente a proyectos, obras, industrias o actividades de inversión pública (cuando aplique).			
12	Adjuntar fotografías recientes del sitio, terreno, y/o de instalaciones interiores y/o exteriores del proyecto.			
13	<p>El instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva, sin tachones, enmendaduras, sin corrector o cualquier otro medio que cubra o altere la numeración. Utilizar un único método de foliación para todo el documento (a mano, foliadora, computadora, etc.). La información debe estar ordenada, estructurada y dividida acorde a los requisitos establecidos por este Ministerio. <u>La foliación deberá iniciar con la primera página del formato y el último folio será la última hoja del documento adjunto al instrumento ambiental.</u></p> <p><u>Al momento de presentar el Instrumento Ambiental, OBLIGATORIAMENTE deberá de traer impreso los requisitos de este formato, el cual será de uso interno del MARN por personal de Ventanillas de Gestión Ambiental o de las Delegaciones Departamentales.</u></p>			
14	<p>Escanear el documento completo ya foliado, en orden de foliación, creando 1 solo archivo en PDF, presentándolos de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Para proyectos que se ingresen en el mismo departamento en donde están ubicados, grabar los archivos en dos (2) CD y adjuntarlos al expediente. b) Para proyectos que se ubiquen fuera del departamento de Guatemala, pero que se ingresen en el MARN Central, grabar los archivos en tres (3) CD y adjuntarlos al expediente. 			

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

**INSTRUMENTOS AMBIENTALES
CATEGORÍA C**

Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar
 Evaluación Ambiental Inicial¹ Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²

¹ EAI / ² DABI

**(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)**

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN			
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario el Departamento de Ventanillas de Gestión Ambiental o las Delegaciones Departamentales no lo aceptarán.</p> <ul style="list-style-type: none"> Este formato se puede descargar en el portal: www.marn.gob.gt (link: http://marn.gob.gt/paginas/Categoria_C1_Actividades_de_Bajo_Impacto_Ambiental) Completar el siguiente instrumento ambiental colocando una X en las casillas donde corresponda, y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso al que corresponde la información. La información debe ser completa, utilizando letra de molde legible, máquina de escribir y/o digital (impreso). Todos los espacios deben ser completados, incluso aquellos en que no sean aplicables a su Proyecto (explicar la razón o las razones por las que usted lo considera de esa manera). Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. En caso el Sector de su proyecto, obra, industria o actividad, cuente con Guía Ambiental, deberá utilizarla como herramienta en este formato para mitigar impactos ambientales. Si la información consignada en el presente formato no llena los aspectos técnicos para el proyecto, obra, industria o actividad, se requerirán Ampliaciones de acuerdo a la normativa ambiental vigente. 		No. Expediente			
		Firma y Sello de Recibido			
1. INFORMACIÓN GENERAL					
1.1. Información del Proyecto (según datos en la declaración jurada)					
Nombre del Proyecto, obra, industria o actividad	PRODUCCION, COMERCIALIZACION, TRANSFORMACION E INDUSTRIALIZACION DE CHILE CAHABONERO				
Dirección donde se ubica el Proyecto	Aldea Canihor, Cahabón, Alta Verapaz				
(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y el departamento)					
1.2. Información legal (persona individual o jurídica)					
Nombre del propietario y/o Representante Legal	Emmanuel Argueta Fraatz				
Código Único de Identificación (CUI) del Documento Personal de Identificación (DPI)	1952 57995 1601				
Razón social					
Nombre Comercial					
No. De Escritura Constitutiva					
Fecha de constitución					
Patente de Sociedad	Registro No.		Folio No.		Libro No.
Patente de Comercio	Registro No.		Folio No.		Libro No.
Patente de Comercio (Sucursal)	Registro No.		Folio No.		Libro No.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Finca donde se ubica el Proyecto	Finca No.	Folio No.	Libro No.	de	
Número de RTU					
1.3. Información de contacto del proponente					
Teléfono	3149-3535	Correo electrónico	chabilik2017@gmail.com		
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)				
1.4. Información de contacto de Profesional de apoyo Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:					
Nombre		Profesión			
Teléfono		Correo electrónico			
No. De Licencia de Consultor (Si aplica)					
1.5. Fases de desarrollo del Proyecto					
Fase de construcción	Fase de operación	Fase de abandono			
¿Aplica? Si/No	¿Aplica? Si/No	SI	¿Aplica? Si/No		
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse:					
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO					
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.					
Según las nuevas actividades a desarrollar dentro del proceso de extracción de oleo resina capcica (OC) del chile cahabonero, se establece el siguiente procedimiento de procesamiento con el uso de químicos, aromáticos donde se utilizarán para la extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina:					
IDENTIFICACION Y/O CUANTIFICACION DE CAPSAICINIODES					
TIPO DE EXTRACCION EMPLEADA	SOLVENTE DE EXTRACCION	FASE ESTACIONARIA	FASE MOVIL	REVELADO	CUANTIFICACION
Soxhlet	2-Propanol	Silica gel	Eter de petróleo/Cloroformo/acetonitrilo (40:45:15)	Luz UV a 280 nm	Densitometría a 280 nm
Maceración	NE	Silica gel	Tolueno/Acetona/Cloroformo (45:30:25 v/v)	Exposición a vapores de yodo, seguido de scraping y post - extracción de cloroformo	Cuantificación con GC acoplada con MS
Maceración	NE	Silica gel	Dietileter/Hexano (50:50 v/v)	Revelado con Anisalhehido-Acido Sulfurado	Densitometría a 280 nm

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Maceración	Acetato de etilo	Silica gel	Tolueno/Acetona/Cloroformo (45:35:25 v/v)	Revelado con 2.6 - dicloroquinona-4-cloroimida	Densitometria a 254 nm
Soxhlet	Hexano, cloruro de metilo, solución acuosa ácida (pH=2). Solución acuosa alcalina (pH=12)	Silica gel	Cloroformo/Etanol/Acetato de etilo/Hexano (70:10:17:3 v/v)	Secado al aire libre. Revelado con Anisaldehido al 5% en etanol (o algun alcohol acido). Secado en estufa a 100°C durante 1 minuto	No reporta cuantificación
Maceración	Etanol/ácido acético, acetonitrilo	Silica gel	Hexano/Acetato de etilo (60:40 v/v)	Luz UV a 280 nm	Comparación visual

Para la extracción de la OC del Chile Cahabonero, el método mas eficiente a utilizar fue el de maceración dinámica, utilizando como solvente el acetato de etilo con una concentración que oscila entre las 236.71 ppm y 817.16 ppm, equivalente a un 6.21 % del total del volumen; en términos de la industria alimentaria de cosméticos y similares, las concentraciones rondan entre los 3787 – 13074 SHU (Unidades de picor de SCOVILLE). Con el método antes descrito, se genera una fuente significativa de capsaicinoides lo cual significa poder incursionar en el mercado en la categoría de OLEORRESINAS con un nivel de pungencia mediano.

El método usa arrastre de vapor para la extracción de la oleorresina, estas OC se filtran y luego se depuran hasta desarrollar una OC comercial. En el proceso es necesario eliminar el excedente del solvente utilizando un disolvente de polaridad media.

La comercialización del OC, se hará en frascos ámbar con capacidades desde 25 ml hasta 500 ml. El mercado será el nacional hacia industrias alimenticias de pigmentos, snacks, cosméticos y farmacéuticas.

Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.

Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)	
Latitud	15° 35'3.75''
Longitud	-89° 50'49.024''

2.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto

Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, etc.)

Dirección	Descripción del entorno	Distancia (metros)
Norte	Camino de acceso hacia el proyecto	Inmediata
Sur	Propiedad privada, bosque natural	Inmediata
Este	Propiedad privada, bosque natural	Inmediata
Oeste	Propiedad privada, bosque natural	Inmediata

2.2. Área de Influencia Directa del Proyecto

Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).

Norte	Camino que comunica con la cabecera municipal
Sur	Cauce Rio Cahabón

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Este	Camino que comunica con la cabecera municipal						
Oeste	Ruta Ecológica						
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta:							
2.3. Exposición a riesgos Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.							
Inundación		Explosión	X	Deslizamientos		Erupciones	
Derrumbes		Sismos		Incendios	X	Biológicos	
Otros (explicar)							
2.4. Área del Proyecto En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda). <ul style="list-style-type: none"> Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores. 							
Área del terreno: _____ Área de ocupación: _____ Área de construcción: _____							
2.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto. Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar.							
Fase de construcción	Actividades a realizar						
	Insumos necesarios						
	Maquinaria y equipo						
	Horario de trabajo						
	Contratación de personal						
	Otros de relevancia						
Fase de operación	Actividades o procesos Ingreso de la materia prima (Chile Cahabonero), (Chile seco ahumado con 8% de humedad). Molienda con molino de cuchillas. Tamizado de producto (ref. placa perforada vibratoria industrial, similar a un cribado). Proceso de lixiviación en caldera y con equipo de extracción por reflujo a nivel de planta con un porcentaje mínimo de solvente (acetato de etilo) 5% a 10 % de concentración. Se obtiene los residuales finos y material sólido, producto de la extracción, la cual requiere un proceso de desolventización (con ácido acético). Tiempo de extracción es de 14 horas de forma aproximada. Luego se inicia proceso de agitación del residual (se utiliza roto vapor a temperatura de ebulición) obteniendo como producto final la OC en concentraciones para su comercialización al mercado nacional.						

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

		la concentración comercial estará entre las 236.71 ppm y 817.16 ppm, equivalente a un 6.21 % del total del volumen; en términos de la industria alimentaria de cosméticos y similares, las concentraciones rondan entre los 3787 – 13074 SHU (Unidades de picor de SCOVILLE).
	Materia prima e insumos	Chile Cahabonero (<i>Capsicum annuum</i> forma cobanensis) Insumos: acetato de etilo, vapor de agua, ácido acético, cloroformo, etanol, agua pura
	Maquinaria y equipo	Caldera, roto vapor, criba, GLP, manómetros, tubería de presión, empacadora al vacío, selladora y etiquetadora
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	Oleoresina capsica. (OC). Salsas picantes, pigmentos colorantes.
	Horario de trabajo	08:00 hrs a 16:00 hrs
	Contratación de personal	03 personas especializadas en manejo de equipo relacionada al proyecto. Mano de obra calificada
	Otros de relevancia	
Fase de abandono	Acciones para tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	El proyecto, se espera no tenga una fase de cierre al menos en 10 años. Si se diera el caso, la maquinaria y equipo serán retirados hacia el proveedor, y las instalaciones serán entregadas a la asociación.

2.6. Información específica de insumos

- En el caso de **equipo eléctrico**, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 "Reglamento para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados (PCB) y Equipos que lo Contienen".
- En el caso de **refrigerantes**, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10.

	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
Agua	Servicio municipal					
	Servicio privado					
	Pozo manual					
	Pozo mecánico					
	Superficial					
	Otro	Si	60.00 m3/mes	Ninguna	Limpieza de instalaciones.	Vecino
Combustibles	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
	Gasolina					
	Diésel					
	Bunker					
	GLP	Si	300 lbs/mes	Cilindros de 100 lbs	Llaves de paso, extintores, botón de paro general	Proveedor local
	Otro					
Lubricantes	Solubles					
	No solubles					
Energía eléctrica	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad		Proveedor

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

	Público					
	Privado					
	Propio	Si	500 kw/hr	Iluminación de las instalaciones	Local	
Equipo eléctrico	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad	Forma de mantenimiento y proveedor		
	Transformadores					
	Condensadores					
	Capacitores					
	Inductores eléctricos					
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico					
	En caso afirmativo indicar lo siguiente:					
	Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:					
	Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:					
	Número de equipos clasificados como:			Sospechoso de PCB:		
Bajo Nivel de PCB:						
Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):						
Otros	Tipo Especificar:	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)						
Agroquímicos y fertilizantes (COP's, organofosforados, fertilizantes nitrogenados, etc.)						
Baterías de Ácido Plomo y Litio						
Otros gases (hospitalarios, O ₂ , N ₂ , C ₂ H ₂ , etc.)						
3. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN						
3.1. Gases y material particulado						
<p>¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, etc.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán.</p> <p>Generación de partículas de chile durante el proceso de molienda. Vapor ácido por proceso de extracción.</p>						
<p>¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Se implementara manga de extracción para partículas y humo. Dichas partículas se utilizaran en procesos de compost en las instalaciones de la cooperativa.</p>						
3.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes)						
<p>¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? Justificar su respuesta.</p>						

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no impacten el vecindario o a los trabajadores?

3.3. Ruidos y vibraciones

Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)

¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?

3.4. Olores

Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.

 Olor pungente que emana el proceso de extracción del chile dentro de las instalaciones (olor picante)

Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente.

 Uso de mascarillas industriales y lentes protectores. Para uso del personal. Los olores se dispersaran al ambiente y serán absorbidos por el entorno.

4. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

4.1. Aguas residuales

Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 “Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos” y sus Reformas.

Fase de construcción

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.

- Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas)
- Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial)
- Otro

Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse.

 Por el tipo de proyecto y actividad, el personal que laborará será de 8 personas. En la fase de construcción se contempló la instalación de un biodigestor y su respectiva fosa de absorción.

Fase de operación

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se

- Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas)
- Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial)

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

generarán? Marcar con una X la información. Otro

Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial).
 Por el tipo de proyecto y actividad, el personal que laborará será de 8 personas. En la fase de construcción se contempló la instalación de un biodigestor y su respectiva fosa de absorción. El caudal aproximado mensual es de 15.36 m3/mes de agua residual.

Indicar el o los lugar(es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario, cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo.
 Biodigestor

Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta.
 Biodigestor. Se implementará caja de registro y trampa de grasas para dar cumplimiento al acuerdo gubernativo 236-2006 y sus modificaciones.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).

4.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)

¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto?
 NO

Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)
 Hacia la superficie del suelo.

5. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

5.1. Cambio de Uso del suelo

Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo?
 NO

¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto?

5.2. Geomorfología

¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad.
 NO

5.3. Calidad del suelo

Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, etc.), desechos hospitalarios, etc.
Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.

Generación de residuos y desechos sólidos comunes.

Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

- Hasta 5 kg/día
- De 5 a 20 kg/día
- De 20 a 100 kg/día
- Mayor a 100 kg/día

Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 7-2019 “Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes”.

Fase de construcción	Fase de operación
	Por permanecía del personal que laborara en las instalaciones

Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 “Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes”.

Fase de construcción	Fase de operación
	Se instalarán depósitos de plástico para la colocación de RDS según su uso. Cartón, plástico, metal

Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el acopio, almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.

Fase de construcción	Fase de operación
	Los RDS serán traslados de forma semanal hacia el botadero municipal por parte de los integrantes de la cooperativa.

Generación de residuos y desechos peligrosos.

Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

- Hasta 0.5 kg/mes
- De 0.5 a 5 kg/mes
- De 5 a 50 kg/mes
- Mayor a 50 kg/mes

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.

Fase de construcción	Fase de operación

Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:

• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	
• Inventario de equipos:	
• Análisis químico y etiquetado:	

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- Operación y mantenimiento:
- Almacenamiento Temporal:
- Disposición final:

Generación de residuos y desechos de manejo especial.
 Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial.

Fase de construcción	Fase de operación

6. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.

¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.

En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.

7. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS

7.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales

En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál.

¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta.

¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento.

¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario?

En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

7.2. Elementos Estéticos
<p>En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.</p> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
<p>Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.</p> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
<p>¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto?</p> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
<p>De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros).</p> <input style="width: 100%; height: 100px;" type="text"/>

5.3.1.2 Resolución ambiental del proyecto

A continuación se presenta la resolución de enmienda emitida por la Delegación Departamental del MARN de Alta Verapaz para el proyecto de producción y comercialización de chile, quedando como Proyecto de Producción, comercialización, transformación e industrialización de chile Cahabonero, a ejecutarse en la sede del centro de acopio de la Asociación *Chab'íl Tk* en la Aldea Canihor de Santa María Cahabón, A.V. En esta enmienda se permite la extracción, filtración, desolventización y envasado de oleorresina capsica de chile Cahabonero y transformación en otros productos derivados del chile seco ahumado, que pueden ser salsas, chile en polvo, preparaciones y colorantes naturales.

Imagen 3 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019



CEDULA DE NOTIFICACIÓN
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACION DEPARTAMENTAL DE ALTA VERAPAZ.

Enmienda de Resolución

EXPEDIENTE No. EAI-4961-2019

Categoría: C

En la ciudad de Cobán el doce de febrero del dos mil veintiuno siendo las nueve horas con diez minutos, constituidos en la delegación departamental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Alta Verapaz notifico al señor **a) EMMANUEL ARGUETA FRAATZ** quien actúa en calidad **PRESIDENTE DE LA JUNTA DIRECTIVA Y REPRESENTANTE LEGAL** del contenido de la resolución número 001-2021-EAI/DCN/DDAV/BELV/hgsi de fecha **tres de febrero de dos mil veintiuno** correspondiente al proyecto **"PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN, TRANSFORMACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE CHILE CAHABONERO"** Cédula de notificación que se le entrega **a) EMMANUEL ARGUETA FRAATZ** quien se identifica con el Documento Personal de Identificación DPI 1952 57995 1601 Extendido por el Registro Nacional de las Personas. Quien de enterado (a) firma. _____

(f) 
NOTIFICADO



(f) 
NOTIFICADOR



Ref. 66-2021

Imagen 4 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019



GOBIERNO de GUATEMALA
DR. ALEJANDRO GIANMATTEI

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DELEGACION DEPARTAMENTAL DE ALTA VERAPAZ, DIRECCION DE COORDINACION NACIONAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, COBAN ALTA VERAPAZ, TRES DE FEBRERO DEL DOS MIL VEINTIUNO.

RESOLUCIÓN No. 001-2021-EAI/CD/DCN/DDAV/BELV/hgsi

EXPEDIENTE No. EAI-4961-2019

CONSIDERANDO: Que el día cuatro de junio del dos mil diecinueve, esta Delegación Departamental de Alta Verapaz del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales por medio de la resolución número trescientos seis guion dos mil diecinueve guion EAI diagonal DCN diagonal DDAV diagonal CACC diagonal hgsi (306-2019-EAI/DCN/DDAV/CACC/hgsi), aprobó la viabilidad ambiental del proyecto denominado: "PRODUCCION Y COMERCIALIZACIÓN DE CHILE", ubicado en el municipio de Cahabón, Alta Verapaz, del proyecto ya relacionado al Instrumento ambiental de mérito el cual se le identificó y registro como EAI guion cuatro mil novecientos sesenta y uno guion dos mil diecinueve (EAI-4961-2019).

CONSIDERANDO: Con fecha veintiuno de diciembre del dos mil veinte se recepcionó oficio sin número de referencia por parte del Señor Emmanuel Argueta Fraatz, quien actúa en calidad de Representante Legal de la Entidad, Asociación Chab'íl Ik Chik 'ajb' om.

CONSIDERANDO: Que la Delegación Departamental de Alta Verapaz de este Ministerio, posterior a la revisión de la solicitud, logró determinar que la modificación en la descripción del proyecto no impacta significativamente en términos ambientales. Considerando que la Delegación tiene dentro de sus competencias resolver modificaciones, actualizaciones ampliaciones y solicitudes que deriven de las resoluciones ambientales, esta Delegación determina que es procedente aprobar la modificación de la descripción y nombre del proyecto.

- El nombre y la descripción del proyecto es:

NOMBRE: PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CHILE

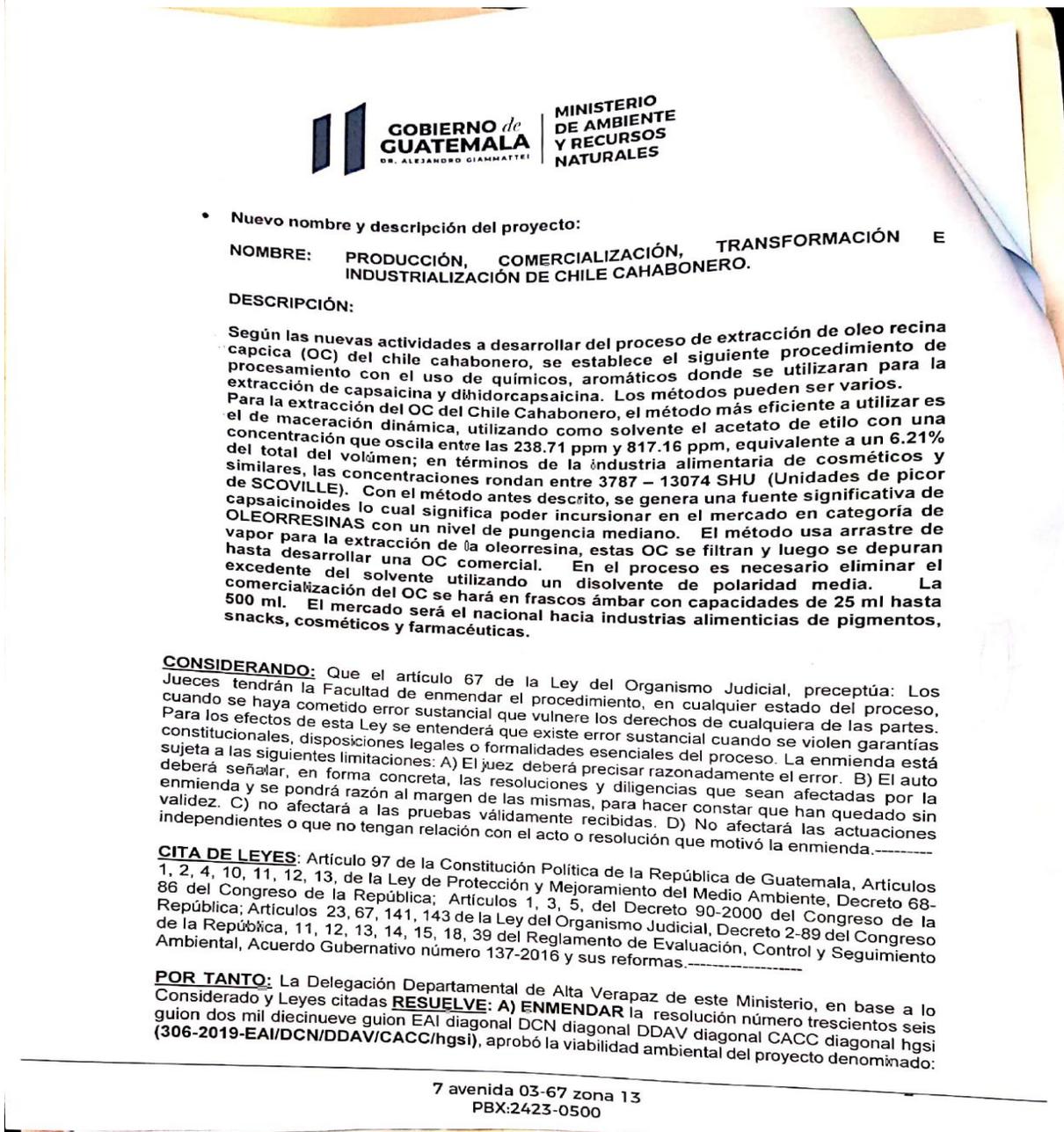
DESCRIPCIÓN:

El proyecto consiste en la producción y comercialización de chile bajo buenas prácticas agrícolas, además se implementarán una infraestructura que servirá como centro de acopio en la cual habrá dos oficinas y dos bodegas, para eso se desarrollarán estas actividades: Trazo y nivelación, cimentación, levantado de muros (paredes) y columnas, construcción y levantado de soleras, vigas y columnas, armado e instalación de techos, instalaciones sanitarias y artefactos sanitarios, instalación de drenaje pluvial, acabado, paralelo a lo siguiente se desarrollaran las siguientes actividades productivas: Planificación en establecimiento de plantaciones, Coordinación de productores para siembra y logística de entrega de insumos, validación e implementación del plan de manejo técnico del cultivo, preparación del terreno, supervisión de plagas y enfermedades, cosecha, post-cosecha (secamiento primario), post-cosecha (procesamiento industrial), controles de calidad en todos los eslabones productivos, implementación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, implementación de controles de costos de producción a nivel de productor.

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

Escaneado con CamScanner

Imagen 5 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019, nuevo nombre de proyecto.



Escaneado con CamScanner

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Imagen 6 Enmienda de resolución expediente No. EIA.4961-2019, con nuevo nombre de proyecto.



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTI

**MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES**

“PRODUCCION Y COMERCIALIZACIÓN DE CHILE”, con fecha cuatro de junio del dos mil diecinueve. B) Se hacen las modificaciones y aclaraciones descritas en el tercer considerando de esta resolución. C) En lo demás estipulado en la resolución descrita quedara en el mismo estado, debiéndose su cumplimiento a todo lo descrito en el Instrumento Ambiental de mérito, así como las recomendaciones y compromisos dadas en su momento. Agréguese a sus antecedentes, los cambios se harán efectivos desde el momento en que sea notificada la presente.-----

NOTIFÍQUESE.-----



Ing. Byron Eduardo López Vaides
Encargado de la Delegación Departamental de Alta Verapaz
Delegado Regional II, Dirección de Coordinación Nacional
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



5.3.2 Estudio y aspectos legales

Corresponde a todos los elementos interrelacionados que permiten el cumplimiento de la normativa legal en materia alimentaria, toda vez que en el procesamiento de OC de Chile Cahabonero se deben de cumplir con ciertos criterios y restricciones que podrían limitar la operación del proyecto.

Se analizó la legislación alimentaria y aplicación de reglamentos vigentes para el procesamiento y producción de alimentos o materias primas alimentarias. Los requisitos mínimos legales para el establecimiento de una empresa productora y la aplicación de las BPM's y/o buenas prácticas de fabricación (BPF).

5.3.2.1 Principales reglamentos revisados para el establecimiento de una planta

Con el objetivo de obtener la autorización correspondiente para el funcionamiento de la planta extractora de OC, se deberá atender lo establecido en el Código de Salud para que a través del Departamento de Regulación y Control de Alimentos, de la Dirección General de Regulación Vigilancia y Control de la Salud, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social otorgue la Licencia Sanitaria que haga constar que la planta extractora cumple con los requisitos de ubicación, instalación y operaciones sanitarias correspondientes.

Para el manejo de los solventes extractivos, se deberá tomar en cuenta las disposiciones reglamentarias correspondiente a las medidas administrativas de autorización y control, del Reglamento para el Control de Precursores y Sustancias Químicas del Acuerdo Gubernativo 54-2003, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Por otro lado, el EIA (Estudio de Impacto Ambiental) ya autorizado es indispensable para el funcionamiento de la unidad extractiva, toda vez que se debe cumplir con el plan de gestión ambiental y de la ejecución de las acciones de mitigación. Atendiéndose el listado taxativo específico emitido por el MARN en sus modificaciones según el Acuerdo Ministerial No. 402-2021 donde se acuerda las reformas al Listado Taxativo de Proyectos, obras, industrias o actividades. Fundamentados en el Acuerdo Gubernativo 137-2016 que contiene el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental y su reforma, de la Dirección de Gestión

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Ambiental y Recursos Naturales -DIGARN- del MARN, que regula la autorización de licencias ambientales según el impacto que genere la actividad o explotación. Para el caso del este proyecto se generó un Instrumento Ambiental Categoría C el cual fue autorizado y generada la resolución por parte de la Delegación Departamental de Alta Verapaz del MARN.

El empleo de solventes orgánicos en la extracción de productos naturales o fitoquímicos (como aceites esenciales, oleorresinas, colorantes, entre otros) representa un proceso que debe ser cuidadosamente desarrollado por los impactos que tiene sobre el medio ambiente y sobre la salud de operarios y consumidores. Uno de los reglamentos a observar como pilar de la Seguridad y Salud Ocupacional es el Acuerdo Gubernativo Número 229-2014; Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Dada la inflamabilidad, volatilidad y eventual toxicidad de algunos de ellos como el hexano, acetato de etilo y acetona hace que se manejen con ciertas restricciones, aunque esto no necesariamente implica que se prohíba su uso.

La Comisión Europea en la directiva 94/45/CE establece que los solventes que pueden emplearse para la extracción de oleorresinas de pimentón (que para este caso puede compararse con las variedades de ají por pertenecer al género *Capsicum*, son metanol, etanol, acetona, hexano, acetato de etilo, diclorometano y dióxido de carbono, además determina que los residuos de disolventes, bien sea solos o en conjunto no pueden superar 50 mg/kg, en el caso específico de diclorometano no más de 10 mg/kg.

La resolución 4241 de 1991 del Ministerio de Salud Pública de Colombia, define las características de las especias o condimentos vegetales, y establece que la extracción de oleorresinas solo puede ser extraídas utilizando solventes grado alimenticio, tales como el hexano y el dicloro-etileno.

La FDA, define y autoriza la extracción de oleorresina de Páprika con acetona.

5.3.2.2. Buenas prácticas de manufactura

Es el conjunto de normas básicas para obtener la licencia de funcionamiento, se debe implementar un programa de cumplimiento abarcando lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 6701.33:06).

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

a. Programa de capacitación

Este deberá ser elaborado a partir de un Diagnóstico de necesidades de capacitación, sin embargo, los temas que son indispensables para su implementación en la unidad de producción están relacionados al control de la calidad de productos alimenticios, trazabilidad, seguridad y manejo de productos químicos en los laboratorios, gestión de riesgos, procesos de extractos vegetales, manejo de residuos químicos, gestión ambiental y las normas nacionales pertinentes que puedan estar involucradas en la comercialización de los productos envasados.

b. Mantenimiento (preventivo)

El mantenimiento preventivo es aquel que se realizará de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, maquinaria de proceso, equipo complementario y de laboratorio, etcétera. Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. Ese procedimiento debe ser programado de tal manera que no afecte la operación.

El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente y tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores. Para ello es preciso realizar un programa específico para las instalaciones, maquinaria y equipo acorde a las características y especificaciones de cada una. La programación la definirá la unidad de práctica de acuerdo con sus expectativas de producción, uso de instalaciones y de equipo.

c. Logística

Los elementos o factores que definen criterios para concluir en una ubicación con logística adecuada están determinados por la ubicación de la planta y que tiene que ver con la fuente de materia prima y con el mercado potencial, para ello, el método cualitativo por puntos consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización macro y micro.

Las posibles ubicaciones de la industria extractora son el municipio de Cobán y Santa María Cahabón de Alta Verapaz y Guatemala, denominados según el orden mencionado como opción A, B y C.

Los criterios serán la disponibilidad o cercanía de la materia prima, el transporte del producto terminado, el mercado potencial, y disponibilidad de servicios e insumos.

Cuadro 36 Método cualitativo por puntos para análisis de la ubicación de la unidad productiva de oleorresina de chile Cahabonero

Factor y Peso asignado		A Cobán		B Sta. María Cahabón		C Guatemala	
Factor relevante	Peso	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Disponibilidad de m.p.	0.22	6	1.32	10	2.2	0	0
Disponibilidad de insumos.	0.15	5	0.75	2	0.3	10	1.5
Costo de transporte al mercado potencial	0.15	5	0.75	0	0	10	1.5
Adaptación de la tecnología	0.11	7	0.77	7	0.77	10	1.1
Ventajas del entorno y ambiente	0.25	6	1.5	10	2.5	4	1
Disponibilidad mano de obra	0.12	8	0.96	5	0.6	10	1.2
Suma	1		6.05		6.37		6.3

Fuente: Elaboración para el estudio, 2021.

La puntuación máxima es para el Municipio de Santa María Cahabón con 6.37, ese dato significa que para lograr una mayor rentabilidad es aconsejable que la instalación de la planta extractora se realice en dicho lugar por la cercanía a la disponibilidad de materia prima, considerando los volúmenes y el costo del transporte, además, de las ventajas del entorno y el ambiente principalmente. Es más rentable transportar el producto terminado hacia la capital donde está la mayor parte de mercado potencial que transportar la materia prima que implica el uso de grandes volúmenes de espacio, además, implica costo de almacenamiento. También se convertiría en una fuente de empleo rural y apoyaría a desarrollar la cadena de valor de chile Cahabonero en el municipio.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Para fines de la legalidad y funcionalidad de la unidad de producción gestionada por la Asociación *Chab'íl ik*, esta tiene su sede en el Caserío San José Canihor, Santa María Cahabón, Alta Verapaz, con número de NIT: 10127310-k. El representante legal es el Sr. Emmanuel Argueta Fraatz, con diferentes actividades productivas, que van desde la gestión de la producción, el procesamiento hasta la comercialización.

La representación legal y presidencia de la junta directiva de la Asociación *Chab'íl ik* aún están vigentes para el Sr. Emmanuel Argueta Fraatz información que consta en el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida No. 411, folio 411, del libro 72 de nombramientos. A su vez, la Asociación *Chab'íl ik*, está inscrita en el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida 356, folio (s) 356 del libro 7 de Asociaciones Civiles.

Basados en la información disponible y considerando que el proyecto no impacta significativamente al ambiente, el proyecto ambientalmente es factible de realizar, ejecutar en el tiempo y ubicación correspondientes.

En lo que respecta al cumplimiento de la normativa de buenas prácticas de manufactura, de fabricación y la legalidad comercial y jurídica del ente ejecutor que es la Asociación *Chab'íl ik*, el proyecto es factible legalmente.

Según el Acuerdo Gubernativo Número 317-2019 del MARN que contiene las reformas al Acuerdo Gubernativo No. 137-2016 de fecha 11 de julio de 2016, que corresponde al Reglamento de Evaluación, control y seguimiento ambiental. En el AG 317-2019 en el artículo 21 se reforma el artículo 60, donde se indica que se exceptúa de la obligación de contar con licencia ambiental a los proyectos, obras, industrias, o actividades categoría C y los que por medio del listado taxativo se establezcan como de mínimo impacto, únicamente de registro en los listados, denominados CR. En ese sentido no hay ninguna restricción para que pueda funcionar el proyecto a ejecutar por la Asociación, aunque la licencia gestionada se encuentre vencida.

5.4 Estudio Económico-Financiero

Todo proyecto después de contar con su viabilidad de mercado, técnica, ambiental y legal necesita conocer su viabilidad financiera y económica. El modelo de plan financiero se enfoca al principal producto del proyecto que es la OC de Chile Cahabonero, es también importante la producción de carotenoides para la industria alimentaria, así como, la comercialización de Chile seco ahumado y la producción y comercialización de salsa tipo *dip* con Chile Cahabonero. En esta sección se definen los costos e inversiones necesarios para el proyecto, además se conocerá la proyección de ingresos y egresos del proyecto, se establecen los costos de operación y mantenimiento del proyecto. También se determina el flujo de fondos, los ingresos, la inversión fija y diferida, y el capital de trabajo necesario para el proyecto. Se determina el estado de resultados proforma. Toda esta información es necesaria para conocer a nivel de prefactibilidad la viabilidad económico-financiera del proyecto, toda vez que se ha cumplido con los otros estudios previos. Finalmente se calcula el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

5.4.1 Costos

Se refiere a todos los gastos que se incurrirán en el proyecto, los cuales se consumirán en un año.

Para Baca Urbina (2013), los costos son aquellos desembolsos que servirán para la adquisición de bienes o servicios.

Estos costos son determinados para el producto principal y objetivo del proyecto, sin embargo, se consideran los costos de otros subproductos que es necesario incluirlos para que exista una mayor oferta de productos por parte de la Asociación *Chabil'ik*.

5.4.1.1 Costos de producción

Se refiere a todos los costos a los cuales se incurre para producir una unidad del producto del proyecto o el número de unidades proyectadas.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

a. Costo de materia prima

Se estima una disponibilidad de 10,943 quintales de chile seco, para fines del proyecto, el consumo interno y la comercialización fuera del territorio de Cahabón, se tomó como volumen inicial 100 quintales para un crecimiento anual del 10 %.

Cuadro 37 Costo de materia prima del proyecto extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Cantidad en qq de chile seco	100	110	121	133.10	146.41
Precio materia prima (Q)	2,500.00	3,348.00	3,651.84	3,943.99	4,259.51
Costo de la materia prima/año	250,000.00	368,280.00	441,872.64	524,945.07	623,634.86

Fuente: Elaboración para el estudio, 2021.

Nota: Los precios de la materia prima subirán un promedio del 8 % que es el valor promedio de la inflación nacional reciente.

El precio de Q 2,500.00 es un precio de referencia del 2021 y es un precio que pondrían los miembros de la Asociación *Chabil'ik*.

b. Costos de insumos

Los siguientes son los insumos necesarios para la extracción de oleorresina capsica de chile Cahabonero. Por la falta de energía eléctrica en el sitio, se utilizará un motor diésel necesario para generar la energía necesaria para activar las máquinas esenciales para el proceso. El centro de acopio ya cuenta con un generador eléctrico, el cual ya no se consideró dentro de las inversiones a realizar.

Cuadro 38 Costo de insumos para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Acetona grado industrial (L)	20,000	22,000	24,200	26,620	29,282
Precio acetona (L)	25.50	27.54	29.74	32.12	34.69
Monto por acetona por año	510,000.00	605,880.00	719,708.00	855,034.40	1,015,792.58
Galones de Diesel	2,200	2,420	2,662	2,928	3,221

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Precio (Q)	27.98	30.22	32.42	35.01	37.81
Monto por diesel por año	61,556.00	73,132.40	86,302.04	102,509.28	121,786.01
Bidones de 1 y 2 kg para envasado de la OC (en Q)	5,000	5,500	6,050	6,655	7,320
Materiales de limpieza y de desinfección	2,370.00	2,559.60	2,764.37	2,985.52	3,224.36
Desolventizador	10,000.00	12,000.00	14,000.00	16,000.00	18,000.00
TOTAL	588,926.00	699,072.00	828,824.41	943,184.20	1,166,122.05

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

c. Costos de mano de obra

Para el proyecto será necesario tanto mano de obra directa como indirecta que estará involucrada en el proceso de extracción de la oleorresina capsica y el manejo de los productos secundarios del proyecto y de la Asociación. Para el recurso humano se hace una provisión anual del 35 % para pasivo laboral y otros cargos.

Cuadro 39 Costo de mano de obra para para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Obrero 1	40,500.00	43,740.00	47,239.20	51,018.34	55,099.80
Encargado de control de calidad, de producción y administración	72,900.00	78,732.00	85,030.56	91,830.09	99,176.50
Encargado de comercialización y ventas	40,500.00	43,740.00	47,239.20	51,018.34	55,099.80
TOTAL	153,900.00	166,212.00	179,508.96	193,866.77	209,376.10

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

Es importante que el personal que estará en procesos es el personal que dentro de sus actividades está el realizar el mantenimiento de los equipos y de las instalaciones. Así como también la limpieza general del área de producción. En cuanto al personal encargado de calidad y de control de la producción, este verificará el cumplimiento de los parámetros de calidad de

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

los productos y el seguimiento a la ficha técnica de los mismos, contarán con conocimiento del mercado destino de la producción y además administrarán toda la operación, como es un proyecto pequeño, en su estrategia de expansión después de los cinco años deberá considerarse nuevo personal que apoye diferentes actividades productivas priorizadas.

No se contemplan costos financieros porque la Asociación *Chabil 'ik* hará las gestiones correspondientes ante diferentes organizaciones de cooperación para obtener los recursos necesarios para la operación y arranque del proyecto, a nivel nacional un socio directo que puede apoyar el proyecto es FONAGRO o algún fondo específico del MINECO.

5.4.1.2. Costos totales

Los siguientes son los costos totales necesarios para el proceso de extracción de la OC de chile Cahabonero, estos costos están dados por año.

Cuadro 40 Costos totales para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Costo de la materia prima/año (en Q)	250,000.00	368,280.00	441,872.64	524,945.07	623,634.86
Costo de insumos para extracción de OC/año (en Q)	588,926.00	699,072.00	828,824.41	943,184.20	1,166,122.05
Costo de mano de obra/año (en Q)	153,900.00	166,212.00	179,508.96	193,866.77	209,376.10
Costo Total (Q)	992,826.00	1,233,564.00	1,450,206.00	1,661,996.04	1,999,133.01

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

Los costos totales para la extracción de OC de chile Cahabonero asciende a Q 7,337,725.05 durante la proyección de cinco años del proyecto.

5.4.2 Inversión

Se refiere a la adquisición de todos los activos tangibles que se utilizaran en el proyecto, así como, también los activos diferidos, no incluye el capital de trabajo. Incluye la maquinaria necesaria para el proyecto, equipos esenciales, mobiliario, herramientas, la planta de proceso, vehículos, patentes, estudios especializados, propiedad de fichas técnicas, marcas y diseños.

5.4.2.1 Inversión fija

A continuación, se presenta la inversión fija que se plantea deberá realizarse para el proyecto, tomando en cuenta que para el mismo ya existe el terreno y centro de acopio que funcionará como planta de recepción de materia prima, planta de proceso y almacén de producto terminado, es un activo importante para el proyecto. La inversión en equipo y maquinaria suma Q 344,942.00.

Cuadro 41 Inversión en equipo para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero

Nombre del equipo y descripción	Cantidad	Precio cotizado
Caldera	1	Q. 53,000.00
Extractor Soxhlet	1	Q 225,000.00
Báscula	1	Q 8,000.00
Molino	1	Q 11,000.00
Tamizadora industrial	1	Q 10,000.00
Rotaevaporador	1	Q 43,942.00
Envasadora de oleoresina	1	Q 47,000.00
Total		Q344,942.00

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

En el cuadro 41 se presenta la inversión en herramientas y equipo de procesamiento complementario, para realizar la actividad de extracción y control de calidad adecuado según la ficha técnica del producto. Además, se colocaron otros accesorios importantes para el proceso construidos en acero inoxidable grado alimenticio, se plantea una inversión en herramientas y equipo complementario de procesamiento de Q 27,555.00.

Cuadro 42 Inversión en herramientas y equipo de procesamiento para la extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero

Nombre del equipo	Cantidad	Precio según cotización
Lavatrastos industrial	1	Q 2,500.00
Lavamanos de pedal.	1	Q 2,600.00
Banda transportadora eléctrica con cama deslizante.	1	Q 12,320.00
Mesa de acero inoxidable	1	Q 3,000.00
Cajas de almacenamiento y manejo.	7	Q 135.00
Transpaleta industrial	1	Q 5,000.00
Sonda de alvéolos	1	Q 2,000.00
Total		Q27,555.00

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

En el cuadro 42 se presenta la inversión en herramientas y equipo de laboratorio básico para la actividad de control de calidad, además, de las herramientas básicas y esenciales complementarias para el proceso. La inversión en herramientas y equipo de laboratorio suma Q 16,462.00.

Cuadro 43 Inversión en herramientas y equipo de laboratorio para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero

Nombre del equipo y descripción	Cantidad	Precio según cotización
Balanza analítica	1	Q 3,647.00
Embudo de decantación	2	Q 800.00
Equipo para evaluación de % humedad	1	Q 6,800.00
Picnómetro	1	Q 320.00
Pipeteador automático	1	Q 100.00
Pipeta caja	1	Q 250.00
Abrazadera de anillo	2	Q 40.00
Soporte universal	2	Q 85.00
Probeta	5	Q 100.00
Beacker	5	Q 100.00
Frascos ámbar (caja)	1	Q 270.00
Placa calefactora	1	Q 3,000.00
Termómetro infrarrojo	1	Q 250.00
Caja de viales de vidrio ámbar	1	Q 500.00
Dispensador de agua	1	Q 30.00
Dispensador toallas de papel.	2	Q 100.00
Dispensador de papel higiénico	2	Q 70.00
Total		Q16,462.00

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

La inversión fija totaliza Q 388,959.00, para el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero.

5.4.2.2 Inversión diferida

La inversión diferida del proyecto se centra en algunos activos intangibles necesarios para el funcionamiento del proyecto, en concreto son la patente de comercio vigente y su renovación, la licencia sanitaria, el manual de buenas prácticas de manufactura y de fabricación, diseños y marca comercial, plan de mitigación ambiental, el plan de gestión y licencia ambiental, asistencia técnica, estudios para el desarrollo de nuevas oleorresinas, así como, los contratos de servicios y el estudio de detección, producción y cuantificación de carotenoides.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 44 Inversión diferida para el proyecto extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero

Descripción	Cantidad	Costo
Patente de comercio	1	Q 350.00
Manual de buenas prácticas de manufactura y de fabricación implementado	1	Q 4,000.00
Seguridad industrial y señalización	1	Q 4,000.00
Licencia sanitaria	1	Q 3,000.00
Diseños y marca comercial	1	Q 2,000.00
Acciones de mitigación de impacto ambiental	1	Q 5,000.00
Plan de Gestión Ambiental y licencia ambiental	1	Q 4,500.00
Estudio de nuevos productos derivados de oleorresinas cápsicas	1	Q 6,000.00
Asistencia técnica sobre operación de equipos, manipulación de solventes, desolventización y aplicación de normas	1	Q 5,500.00
Servicios para utilizar	1	Q 3,500.00
TOTAL		Q 37,850.00

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

El total de la inversión diferida es de Q 37,850.00.

5.4.2.3 Inversión total

La inversión total para este proyecto tomando en cuenta que el producto principal será la oleorresina capsica sin descartar incorporar otros productos como el Chile seco ahumado, la salsa *dip* y el Chile seco molido. La inversión total es de Q 426,809.00.

5.4.3 Capital de trabajo

Es el capital necesario para que funcione el proyecto, en este caso se consideró solo para la extracción de oleorresina capsica. El capital de trabajo mínimo para un año de producción asciende a Q 992,826.00. Incluye materia prima, mano de obra, insumos necesarios, empaques, combustibles, y lo que haga falta para completar el primer año de funcionamiento, antes de recibir ingresos.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.4.4 Ingresos del proyecto

5.4.4.1 Oleorresina capsica de chile Cahabonero

Para fines del proyecto se considera como el principal producto la oleorresina capsica, seguido del chile seco por unidad de volumen y la salsa *dip* de chile Cahabonero al 1 %. Estos productos complementarios apalancaran los ingresos necesarios para el proyecto productivo para que en el mediano plazo la extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero sea el producto estrella de la Asociación *Chabil'ik*, y que se convierta en la primera OC producida en Alta Verapaz y en Guatemala, que sea competitiva con las oleorresinas capsicas provenientes de México, Perú, India o la China.

Cuadro 45 Ingresos por comercialización de OC de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Cantidad en qq de chile seco para extracción de OC	100	110	121	133.10	146.41
Rendimiento %	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Densidad relativa de la OC	0.91 g/cc				
Cantidad de OC obtenida en qq	9.2	10.12	11.13	12.24	13.47
OC convertida a kilogramos	414	455.40	500.85	550.80	606.15
Densidad absoluta del OC de chile cahabonero	0.998 g/cc				
Precio del kilo de OC de chile cahabonero (Q)	750.00	810.00	874.80	944,78	1,020.36
Ingresos por ventas de OC de chile cahabonero con 265,712 SHU	310,500.00	368,874.00	438,143.58	520,384.82	618,491.21

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

El ingreso total por extracción, procesamiento y comercialización de OC de chile Cahabonero es de Q 2,256,393.61.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.4.4.2 Chile seco ahumado

Un producto del proyecto fuera de la extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero es el Chile seco ahumado por quintal, del cual disponen los socios de la Asociación *Chabil'ik* para su comercialización.

Cuadro 46 Comercialización de Chile seco ahumado

Año	1	2	3	4	5
Cantidad de Chile seco ahumado a comercializar dentro del proyecto (en qq por año)	1100	1,210	1,331	1,464.10	1,610.51
Precio del quintal puesto en el centro de acopio (en Q)	2,500.00	2,700.00	2,916.00	3,149.28	3,401.22
Costo del Chile seco ahumado para su comercialización	2,750,000.00	3,267,000.00	3,881,196.00	4,610,860.85	5,477,698.82
Precio de venta a mayoristas, puesto en el centro de acopio en Caserío Canihor (en Q).	3,100.00	3,348.00	3,615.84	3,905.11	4,217.52
Ingresos por comercialización a mayoristas	3,410,000.00	4,051,080.00	4,812,683.04	5,717,471.55	6,792,358.14
Ingreso neto por la comercialización de Chile seco ahumado	660,000.00	784,080.00	931,487.04	1,106,610.70	1,314,659.32

Nota: los precios subirán un 8 % año con año. El crecimiento del volumen para comercialización se estableció en 10 % anual, que es una cuota adecuada de crecimiento del mercado.

5.4.4.3 Producción y comercialización de salsa tipo *dip* con Chile Cahabonero

Un segundo producto del proyecto fuera de la extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero es la salsa tipo *dip* con Chile Cahabonero al 1 %, con una producción de 2,000 unidades al mes a un costo de Q 16.00 por unidad en el año 1, para lo cual, miembros de la Asociación *Chabil'ik* cuentan con las capacidades y el conocimiento del proceso de producción. Con una producción de 24,000 unidades en el año 1 y 35,138 unidades en el año 5.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 47 Producción y comercialización de salsa tipo dip con chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Cantidad de salsas tipo dip producidas por mes con 1 % de chile cahabonero.	24,000	26,400	29,040	31,944	35,138
Costo de producción de la salsa tipo dip con chile cahabonero con un peso de 1 libra (en Q)	16.00	17.28	18.66	20.15	21.76
Costo de producción de salsas tipo dip de chile cahabonero por año.	384,000.00	456,192.00	541,886.4	643,671.6	764,602.88
Precio de venta (en Q).	20.00	21.60	23.33	25.20	27.22
Ingresos por comercialización de salsas tipo dip con chile cahabonero (en Q)	480,000.00	570,240.00	677,503.20	804,988.80	956,456.36
Ingreso neto por la producción y comercialización de salsa tipo dip con chile cahabonero (en Q)	96,000.00	114,000.00	135,616.8	161,317.20	191,853.48

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

Nota: los precios subirán un 8 % año con año. El crecimiento del volumen para comercialización se estableció en un 10 % anual, que es una cuota adecuada de crecimiento del mercado.

Cuadro 48 Ingresos totales del Proyecto por OC comercializada y productos secundarios de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas de OC de chile cahabonero con 265,712 SHU	310,500.00	368,874.00	438,143.58	520,384.82	618,491.21
Ingreso neto por la comercialización de chile seco ahumado	660,000.00	784,080.00	931,487.04	1,106,610.70	1,314,659.32
Ingreso neto por la producción y comercialización de salsa tipo dip con chile cahabonero (en Q)	96,000.00	114,000.00	135,616.8	161,317.20	191,853.48
Ingresos totales (Q)	1,066,500.00	1,266,954.00	1,505,247.42	1,788,312.72	2,125,004.01

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

En el período de evaluación económica-financiera del proyecto que son cinco años proyectados los ingresos estimados al final del período suman: Q 7,752,018.15. Para el proyecto

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

es importante el apalancamiento financiero que le brindará la comercialización de chile seco ahumado y la producción de salsa tipo *dip* con chile Cahabonero.

Solo considerando la extracción de OC de chile Cahabonero el proyecto financiera y económicamente no es viable a nivel de prefactibilidad, siendo necesario hacer un estudio más detallado para obtener información más concreta de las empresas que adquirirían o utilizarían la materia prima OC de chile Cahabonero, para sus procesos o comercialización, una actualización de costos y ampliar la oportunidad y espacio de mercado.

5.4.5 Estado de resultados proforma

La determinación del estado de resultados proforma se utilizó para determinar año con año los flujos netos de efectivo útil para la evaluación económica del proyecto.

Cuadro 49 Estado de resultados proforma para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero

Año	1	2	3	4	5
Ingresos (Q)	310,500.00	368,874.00	438,143.58	520,384.82	618,491.21
	480,000.00	570,240.00	677,503.20	804,988.80	956,456.36
	3,410,000.00	4,051,080.00	4,812,683.04	5,717,471.55	6,792,358.14
-Costos de producción (Q)	992,826.00	1,233,564.00	1,450,206.00	1,661,996.04	1,999,133.01
	384,000.00	456,192.00	541,886.40	643,671.60	764,602.88
	2,750,000.00	3,267,000.00	3,881,196.00	4,610,860.85	5,477,698.82
= Utilidad bruta (Q)	73,674.00	33,438.00	55,041.42	126,316.68	125,874.00
- Impuestos (17 %)	12,524.80	5,684.45	9,357.04	21,473.84	21,398.58
= Utilidad neta (Q)	61,149.42	27,753.54	45,684.38	104,842.84	104,475.42
+ Depreciación y amortización	67,791.80	67,791.80	67,791.80	67,791.80	105,641.80
- Pago a principal (Q)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
= Flujo neto de efectivo FNE (Q)	128,941.22	96,545.34	113,476.18	172,634.64	210,117.22

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

En este estado de resultados se toman en consideración la inflación tanto en los costos como en los precios de venta. Para la determinación de la depreciación se utilizó como referencia la base de depreciación, el valor de rescate y la vida útil de los equipos que se estima en 5 años.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5.4.6 Flujo de efectivo actualizado

Para determinar el flujo neto de efectivo se utilizó la información obtenida en el estado de resultados proforma. Los datos obtenidos para actualizarlos y tomar en consideración el valor de dinero en el tiempo, se multiplicaron por el factor de actualización con una tasa de interés del 14 % que es una tasa promedio del costo del dinero o tasa mínima de rendimiento, para conocer el comportamiento de los ingresos a precios de hoy. Los datos obtenidos sirvieron para los cálculos siguientes correspondientes al valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Cuadro 50 Flujo neto de efectivo actualizado para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de Chile Cahabonero

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo neto de efectivo - FNE- (Q)	-426,809.00	128,941.22	96,545.34	113,476.18	172,634.64	210,117.22
Factor de actualización (i= 14 %)	1.00	0.877	0.7695	0.675	0.592	0.519
Flujo neto de fondos actualizado (Q)	-426,809.00	113,081.43	74,291.64	76,596.42	102,199.71	109,050.84

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

Para el proyecto el flujo neto de efectivo o de fondos suma Q 294,905.60 y el flujo neto de fondos actualizados es igual a Q 48,411.04.

5.4.7 Valor actual neto -VAN-

Para la evaluación económica-financiera de un proyecto es necesario contar con la información que brinda el flujo de fondos o de efectivo y que con el tiempo planteado del proyecto que es de cinco años se cuente con información de su viabilidad económica y financiera. En el año 0 se ha anotado la inversión, hasta el año cinco de evaluación.

Para Baca Urbina (2013), los proyectos deben de determinar o establecer sus cantidades futuras al presente, utilizando una tasa de descuento, cuya función es descontar el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente y ese flujo se denominará flujos descontados. En consecuencia, el valor presente neto consiste en sumar los flujos descontados en el presente y restarlos a la inversión inicial para un tiempo cero.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Cuadro 51 Flujo neto de efectivo actualizado para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo neto de efectivo - FNE- (Q)	-426,809.00	128,941.22	96,545.34	113,476.18	172,634.64	210,117.22
Factor de actualización (i= 14 %)	1.00	0.877	0.7695	0.675	0.592	0.519
Flujo neto de fondos actualizado (Q)	-426,809.00	113,081.43	74,291.64	76,596.42	102,199.71	109,050.84

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

$$VAN = \sum_{t=1}^{t=n} \text{de los flujos actualizados; } \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

Para el análisis de la VAN se utilizaron los siguientes criterios:

VAN = 0, se deben de considerar otros elementos y factores para aprobar el proyecto

VAN = < 0. Rechazar el proyecto.

VAN= > 0. El proyecto es viable.

En el flujo analizado de 1 a 5 años, indica una VAN de Q + 48,411.04, por lo que el proyecto es viable considerando la extracción de OC de chile Cahabonero como producto principal y como productos secundarios la comercialización de chile seco ahumado y la producción y comercialización de salsa tipo *dip* con chile Cahabonero.

5.4.8 Tasa interna de retorno -TIR-

La tasa interna de retorno según Baca Urbina (2013), es la tasa de descuento en la cual el valor actual neto se iguala a cero. Es la tasa que iguala a la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

En el cuadro 49, se presenta la TIR para el proyecto de OC de chile Cahabonero y productos secundarios, con dos tasas de interés una de 14 % y otra de 24 %, para determinar en qué rango se encuentra la rentabilidad del proyecto para un ciclo de 5 años y una inversión inicial de Q 426,809.00.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Para Baca Urbina (2013), la TIR es una tasa de rendimiento que se genera totalmente al interior del proyecto o de la empresa. El criterio de aceptación indica que, si la TIR es mayor que la tasa mínima aceptable de rendimiento -TMAR- se acepta la inversión, es decir la empresa o negocio aceptara la inversión si la TIR es > que la TMAR, si ese rendimiento de la empresa es mayor que lo mínimo fijado como aceptable, por lo tanto la inversión se considera económicamente rentable.

La TIR viene definida por:

$$TIR = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Bt - Ct}{(1 + i)^t} = 0$$

En el cuadro siguiente se presentan los cálculos de la VAN₁ y la VAN₂ a dos tasas de interés, 14 y 24 % respectivamente.

Cuadro 52 Tasa interna de retorno para el proyecto de extracción de OC y productos secundarios de chile Cahabonero

Año	T1 Tasa base del proyecto 14 %			T2 Tasa estimada para cálculo 24 %		
	Flujo Neto de fondos	Factor de actualización	Flujo neto actualizado	Flujo Neto de fondos	Factor de actualización	Flujo neto actualizado
0	-426,809.00	1.00	-426,809.00	-426,809.00	1.00	-426,809.00
1	128,941.22	0.877	113,081.43	128,941.22	0.806	103,926.62
2	96,545.34	0.770	74,291.64	96,545.34	0.650	62,754.47
3	113,476.18	0.675	76,596.42	113,476.18	0.524	59,461.52
4	172,634.64	0.592	102,199.71	172,634.64	0.423	73,024.45
5	210,117.22	0.519	109,050.84	210,117.22	0.341	71,649.97
	294,905.60		VAN₁ = 47,411.04	294,905.60		VAN₂ = -55,991.97

Fuente: Elaboración para el estudio, 2022.

En cuanto a los criterios de aceptación de un proyecto de acuerdo a la TIR , estos se presentan a continuación:

TIR > o = que la tasa crediticia, el proyecto es viable.

TIR < que la tasa crediticia, el proyecto no es viable.

Para fines prácticos de cálculo de la TIR se utilizó la siguiente fórmula:

$$TIR = T_1 + [(T_2 - T_1) \times VAN_1 / VAN_1 - VAN_2]$$

Donde:

T₁ = Tasa de actualización 1, correspondiente al primer cálculo.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

T_2 = Tasa de actualización 2, correspondiente a la tasa que brinde una VAN con el signo contrario al de la VAN_1 .

VAN_1 = valor de la VAN obtenido con la T_1 .

VAN_2 = valor de la VAN obtenido con la T_2 .

En consecuencia:

$$TIR = 0.14 + [(0.24 - 0.14) \times 47,411.04 / 47,411.04 - (-55,991.97)]$$

$$TIR = 0.14 + [(0.10) \times 0.459]$$

$$TIR = 0.14 + [0.0459]$$

$$TIR = 0.186, \text{ equivalentes a una tasa de } 18.60 \%$$

De acuerdo con los criterios anteriores el proyecto de extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero y sus productos secundarios es viable económica y financieramente, con una tasa de rendimiento de 18.60 % que es superior a la tasa promedio de costo de dinero o de rendimiento promedio.

6. PRINCIPALES HALLAZGOS

- 6.1 Existe capacidad de producción, transformación y comercialización de OC de Chile Cahabonero y otros productos relacionados, en la Asociación *Chabil'ik*, cuentan con centro de acopio, área de procesos, secadora de Chile Cahabonero, han sido capacitados para la producción de salsas tipo *dip* con Chile Cahabonero al 1 %.
- 6.2 El centro de acopio y los productos de la Asociación requieren de trámites para contar con la licencia y los registros sanitarios necesarios para su adecuada comercialización, a la fecha sus productos no cuentan con dicha información.
- 6.3 No existe en el país producción y comercialización de oleorresinas capsicas derivadas de ajíes o chiles nativos que puedan ser útiles para la industria de salsas, snacks, bebidas, embutidos, de bebidas, sopas y preparaciones alimenticias. La extracción, producción y comercialización de OC de Chile Cahabonero es un espacio de oportunidad para fortalecer la cadena de valor del Chile Cahabonero.
- 6.4 En cuanto a disponibilidad de materia prima para el proceso de extracción y producción de OC de Chile Cahabonero, no representa una limitante, si es una debilidad para el proyecto el costo de la materia prima y de los solventes que afectan su rentabilidad.
- 6.5 De acuerdo con la resolución del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales donde se cambia el nombre y objeto del proyecto, que viabiliza la industrialización del Chile Cahabonero, no existe limitante ambiental para el proyecto, pudiéndose ejecutar con medidas de mitigación, considerando que para el proceso se utilizarán solventes orgánicos polares.
- 6.6 En cuanto a los aspectos técnicos está bien definido el proceso y las operaciones unitarias a utilizar, los tiempos y movimientos, y especialmente para el proyecto se desarrolla la primera ficha técnica para una OC de *Capsicum* para Guatemala.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- 6.7 En términos de mercado, el acceso a la información de parte de las empresas no permitió conocer en detalle el origen, el contenido de SHU, solventes y grados ASTA de las oleorresinas capsicas que utilizan en sus procesos, y si no las utilizan todavía en sus procesos es un nicho de mercado que se debe aprovechar para proveerle de OC de Chile Cahabonero.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 El segmento de mercado potencial para vender la oleorresina de chile Cahabonero en Guatemala se compone de industrias alimenticias dedicadas a producir salsas, aderezos y embutidos principalmente con 96,000, 1,000,000 y 1,040,000 SHU, en presentación de 1 L y 1Kg.
- 7.2 La encuesta de mercado demostró que las empresas que consumen oleorresina capsica dispuestas a comprar la OC de chile Cahabonero, demandan un total de 1,000,000 SHU, mientras que en planta piloto se obtuvo oleorresina con 265,712 SHU, con lo cual su comercialización deberá tomar muy en cuenta este desafío en cuanto a la pungencia.
- 7.3 La principal oferta de OC de paprika y otros chiles proviene de México, China y la India, estos mercados son la principal competencia a la producción nacional de OC específicamente de chile Cahabonero.
- 7.4 Tanto en la encuesta de campo realizada como en la revisión de la literatura se comprobó que en Guatemala existe demanda de oleorresinas en especial en la industria de alimentos y bebidas. Por lo tanto, existe un espacio de oportunidad para la oleorresina capsica de chile Cahabonero para que incursione en el mercado guatemalteco según los datos analizados; la demanda insatisfecha crece anualmente. En ese sentido el proyecto es viable en el componente de mercado.
- 7.5 Para producir OC de chile Cahabonero a nivel industrial en el municipio de Santa María Cahabón, A.V., es conveniente utilizar como solvente para la extracción a la acetona y obtener rendimientos de hasta 9.12% y niveles de pungencia equivalentes a 265,712 SHU, este solvente está aprobado por la FDA, es accesible en precio y disponibilidad, y su riesgo de manipulación es menor al de otros solventes.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- 7.6 Dados los volúmenes de disponibilidad de materia prima en el municipio de Santa María Cahabón y la capacidad de producción, se determinó que la maquinaria y equipo para la extracción esté en función del método maceración dinámica, además, la acetona es un solvente orgánico polar, y es soluble en agua es la mejor alternativa para la producción a nivel industrial por el tema de limpieza y sanitización de los equipos.
- 7.7 La ficha técnica para la oleorresina de chile Cahabonero establece su extracción a partir de acetona grado industrial, siendo el producto una oleorresina capsica liposoluble cuyas características físicas, fisicoquímicas, cromatográficas, químicas y microbiológicas fueron determinadas mediante los análisis respectivos.
- 7.8 La Delegación Departamental del MARN, considerando sus competencias y basados en que la modificación a la descripción del proyecto que no impacta significativamente en términos ambientales, resolviendo la Delegación considera que es procedente aprobar la modificación de la descripción y nombre del proyecto, quedando el nuevo nombre como: Producción, comercialización, transformación e industrialización de chile Cahabonero. Con el énfasis en la extracción de OC de chile Cahabonero buscando incursionar en el mercado de las oleorresinas para la industria de alimentos y bebidas a nivel nacional. El proyecto cuenta con un Instrumento Ambiental Categoría C, de bajo impacto y que de acuerdo con el AG 317-2019 en el artículo 21 donde se reformo el artículo 60, se indica que se exceptúa de la obligación de contar con licencia ambiental a los proyectos, obras, industrias o actividades en categoría C y los que por medio del listado taxativo se establezcan como de mínimo impacto.
- 7.9 En términos de la legalidad de la Asociación para operar y ejecutar el proyecto, la misma está inscrita adecuadamente según el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida No. 411, folio 411, del libro 72 de nombramientos. A su vez, la Asociación *Chab'il ik*, está inscrita en el Registro de Personas Jurídicas bajo la partida 356, folio (s) 356 del libro 7 de Asociaciones Civiles.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- 7.10 El proyecto posibilita la generación de 3 empleos directos y generará un impacto positivo en la cadena de valor del chile Cahabonero, al poder desarrollar la primera OC de chile Cahabonero en Guatemala. Los costos del proyecto para extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero asciende a Q 7,337,725.05 durante cinco años que fue el horizonte definido de proyección para el proyecto. La inversión total es de Q 426,809.00; la inversión fija totaliza Q 388,959.00 y la inversión diferida es de Q 37,850.00. El ingreso total del proyecto es de Q 2,256,393.61 en cinco años de proyección. Solo la actividad de extracción de OC de chile Cahabonero a nivel de prefactibilidad no es rentable, requiere de otras actividades económicas para ser una fuente importante de ingresos para la Asociación y para el fortalecimiento de la cadena de valor.
- 7.11 Para el proyecto es importante el apalancamiento financiero que le brindarán otras actividades económicas de la Asociación como la comercialización de chile seco ahumado y la producción de salsas tipo *dip* con chile Cahabonero al 1 % para ser financieramente rentable. En el período de evaluación económica-financiera del proyecto que son cinco años proyectados los ingresos estimados al final del período suman: Q 7,752,018.15. El flujo neto de efectivo o de fondos suma Q 294,905.60 y el flujo neto de fondos actualizados es igual a Q 48,411.04. El proyecto es viable económica y financieramente con una VAN > 0 considerando la extracción de OC de chile Cahabonero como producto principal y como productos secundarios la comercialización de chile seco ahumado y la producción y comercialización de salsa tipo *dip* con chile Cahabonero. El proyecto presenta a nivel de prefactibilidad una tasa de rendimiento de 18:60 % que es superior a la tasa promedio de costo del dinero o la tasa mínima aceptable de rendimiento en un período proyectado de 5 años.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Debido a las Unidades de Calor *Scoville* -SHU- que las empresas demandan según los resultados de la encuesta: 960,000; 1,000,000 y 1,040,000 SHU se deberán evaluar las opciones de mercado para la oleorresina de chile Cahabonero extraída con acetona cuyo nivel de pungencia es de 265,712 SHU.
- 8.2 Aunque la ficha técnica del producto se generó con el método de extracción por recirculación del solvente por motivos de optimización de recursos, se recomienda producir oleorresina con acetona de grado industrial, mediante el método de maceración dinámica, debido a la cantidad de materia prima disponible en el municipio.
- 8.3 Debido a las Unidades de Color (UC) que las empresas demandan según los resultados de la encuesta: 4000, 5000 y 6000 U.C. ASTA. Se deberá evaluar este parámetro para la oleorresina obtenida con acetona grado industrial tomando como referencia el análisis inferencial realizado sobre la concentración de carotenoides en las muestras a nivel de planta piloto.
- 8.4 Determinar la vida de anaquel de la OC de chile Cahabonero mediante pruebas acelerativas, la cual deberá contar con un tiempo de vida mínimo de 2 años a partir de su fecha de producción.
- 8.5 Determinar las unidades de color U.C. y compararlas con los límites inferiores permitidos para una oleorresina capsica; con un mínimo de 2000 U.C.
- 8.6 El futuro de los colorantes naturales en la industria alimentaria está en crecimiento, por lo que es necesario determinar los carotenoides, su cuantificación y caracterización en chile Cahabonero.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

- 8.7 Llevar el estudio a un nivel de factibilidad para producir OC de chile Cahabonero en el Municipio de Santa María Cahabón, mediante maceración dinámica y utilizando acetona de grado industrial como material extractante.
- 8.8 Se deberá estudiar la causa y la reducción del contenido de levaduras (900 UFC/g) en la OC del chile Cahabonero, como máximo se encuentran en el mercado oleorresinas picantes de entre 10 UFC/g y 100UFC/g.
- 8.9 Estudiar el porcentaje de sedimentación para la oleorresina de chile Cahabonero al utilizar acetona de grado industrial en maceración dinámica, este parámetro deberá de ser menor al 2% (en volumen) por centrifugación a 1100 rpm y por 1 hora, dato obtenido como referencia para la oleorresina de Paprika.
- 8.10 Establecer las unidades de color ASTA para la OC del chile Cahabonero extraída con acetona de grado industrial mediante maceración dinámica.
- 8.11 Solo la extracción de OC de chile Cahabonero con sus indicadores muestra que el proyecto financiera y económicamente no es viable a nivel de prefactibilidad, siendo necesario hacer un estudio más detallado a nivel de factibilidad para obtener información más concreta de las empresas que adquirirían o utilizarían la materia prima OC de chile Cahabonero, para sus procesos o comercialización, una actualización de costos y detectar otros nichos de mercado.
- 8.12 Para fines de la viabilidad del proyecto a nivel de prefactibilidad es recomendable que la Asociación *Chabil' ik* incluya además de la extracción, producción y comercialización de OC de chile Cahabonero, la comercialización de chile seco ahumado y la producción y comercialización de salsas tipo *dip* con chile Cahabonero al 1 %, para poder apalancar la actividad productiva de interés y como una estrategia de la Asociación la ampliación del portafolio de productos comercializables de chile Cahabonero.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala Vargas H.D. (2005). *Le Ik, Los Chiles en Guatemala. Guatemala*. Recuperado el (01 de enero de 2021), de <https://docplayer.es/23301447-Universidad-de-san-carlos-de-guatemala-facultad-de-agronomia-le-ik-los-chiles-en-guatemala>

Bol Kloth, H.E. (2019). *Obtención de capsaicina y dehidrocapsaicina del chile cahabonero (capsicum annum var ceraciforme) como alternativa de transformación para los productores de Santa María Cahabón Alta Verapaz*. Recuperado el (01 de enero de 2021), de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA>

Barrientos Mendoza, V.L. (2013). *Obtención y caracterización fisicoquímica de oleorresina de chile Cobanero (Capsicum annum var ceraciforme), procedente de tres niveles altitudinales de Guatemala y evaluación del rendimiento con cuatro diferentes técnicas*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1391_Q.pdf.

Bridgemohan P., et. al. (2018). *Capsicums, Fruit and vegetable phytochemicals; Chemistry and Human Health, volume II, second edition. Edited by Elhadi M. Yahia. John Wiley & Sons Ltd. No. 45*. Recuperado el (15 de diciembre de 2021), de https://www.academia.edu/35231888/Ch_45-Capsicums.

Caballero Gutiérrez, B.L., et. al. (2017). *Efecto de la liofilización sobre las propiedades funcionales del ají rocoto (Capsicum pubescens)*. Universidad Nacional de Colombia, Revista U.D.C.A., Actualidad y Divulgación Científica. Recuperado el (20 de diciembre de 2021), de https://www.researchgate.net/publication/329354147_Efecto_de_la_liofilizacion_sobre_las_propiedades_funcionales_del_aji_rocoto_Capsicum_pubescens/citation/download.

Cerrud A. , et. al. (2017). *Obtención de las oleorresinas a partir de Pimentón y Aji picante empleando el sistema Dean Stark, Sistema directo a reflujo y el Sistema Soxhlet*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Escuela de química, Productos Naturales. El Cabrero, David Chiriquí, República de Panamá. Recuperado el (05 de enero de 2022), de https://www.academia.edu/27706850/Obtenci%C3%B3n_De_Las_Oleorresinas_a_partir_de_Piment%C3%B3n_y_Aj%C3%AD_Picante_Empleando_El_Sistema_Dean_Stark

Cromatografía. Cromatografía en capa fina y en columna (2018). Recuperado el (02 de enero de 2021), de http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia_tipus.html.

Cruz Sierra, J.R. de la (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.

Cruz, Leonardo. (2011). *Evaluación del porcentaje de rendimiento y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de chile blanco (Capsicum annum A.) Proveniente de tres estratos altitudinales utilizando como solvente de extracción soluciones de alcohol etílico – agua, a escala laboratorio*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1374_Q.pdf.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Chhapekar Sushil, et. al. (2016). *Advances in Molecular Breeding of Capsicum Species*. School of life sciences, Jawaharjal Nehru University, Nueva Delhi. *Biothechnological Tool for Genetic Resources*. Recuperado el (10 de enero de 2022), de https://www.academia.edu/28307735/Advances_in_Molecular_Breeding_of_Capsicum_Species.

Echeverria Berducio, J.P. (2013). *Extracción, evaluación y aplicación de la oleorresina de chile chiltepe (Capsicum annuum var aviculare) en la industria alimentaria como ingrediente en la elaboración de aderezo*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1374_Q.pdf.

Escamilla Silva, E.M. (2001). *Extracción de capsaicina de chiles frescos (capsicum chinense) con solventes orgánicos*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de <https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/V/carteles/CV-17.pdf>.

FAO (2020). *Medios de vida resilientes de los pequeños agricultores vulnerables en los paisajes Mayas y el corredor seco de Guatemala*. RELIVE, Guatemala. Recuperado (15 de enero de 2022) de <https://guatemala.un.org/es/101609-lanzamiento-del-proyecto-relive-en-guatemala>.

Jäger M. et. al. (2012). *Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Bolivia*. Compilación de los estudios realizados dentro del marco del proyecto “Rescate y promoción de ajíes Nativos, en su centro de origen” para Bolivia. GIZ. Recuperado (15 de diciembre de 2021), de https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Las_cadenas_de_valor_de_los_aj%C3%ADes_nativos_de_Bolivia_1731.pdf.

López P. (2017). *Estudio espectroscópico para identificar y cuantificar capsaicina en la especie Capsicum annum L*. Tesis Doctoral en ciencias en la especialidad de óptica. Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica. Puebla, México. Recuperado el (20 de enero de 2022) de <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/1734/1/LopezPaMA.pdf>

Martínez Guzmán, A.A. (2007), *Obtención de oleorresina capsicum a partir de chiles jalapeños frescos enteros*. Licenciatura en Ingeniería Química con área de Ingeniería de procesos. Escuela de ingeniería y ciencias, Universidad de las Américas, Puebla, México. Recuperado el (05 de febrero de 2022), de http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/martinez_g_aa/.

Pérez Rivera. D.G. *Efecto de cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización en Chile Cobanero (Capsicum annum)*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/Perez-Dimas.pdf>, (10 01 2018).

Pozo P., et. al. (2013). *Aislamiento y caracterización fisicoquímica de la capsaicina de tres variedades de ají*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Químicas. Ecuador. Recuperado el (10 de enero de 2022) de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5728>.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Restrepo Gallego. M. (2015). Oleorresinas de *Capsicum* en la industria alimentaria. *Revista Lasallista de Investigación*. 44-45. Recuperado el (02 de enero de 2021), de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69530208.pdf>

RTCA. (2,003). *Industria de Alimentos y bebidas procesados, buenas prácticas de manufactura, principios generales*. RTCA. 67.01.33:06. Guatemala. Recuperado el (15 de octubre de 2021) de https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/buenas_practicas_de_manufactura_de_alimentos_1.pdf.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. 1995. *Plan Marco de Desarrollo del Departamento de Alta Verapaz*. Guatemala: SEGEPLAN.

Tabla de miscibilidad de disolventes. Recuperado el (02 de enero de 2021), de <https://studylib.es/doc/5264801/tabla-de-miscibilidad-de-disolventes>.

Universidad Científica del Sur. (2010). *Capsaicinoides responsables del sabor picante de los frutos de capsicum*. Recuperado el (02 de enero de 2021), de https://issuu.com/biblioteca_cientifica/docs/cientifica-v7n3/41.

Yáñez P., et. al. (2015). *Características morfológicas y de concentración de capsaicina en cinco especies nativas del género Capsicum cultivadas en Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana y Universidad Iberoamericana del Ecuador. *Revista de Ciencias de la Vida*. Recuperado el (15 de enero de 2022), de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047267002.pdf>.

10. ANEXOS

Anexos 1 Procesamiento de la muestra y extracción de O,



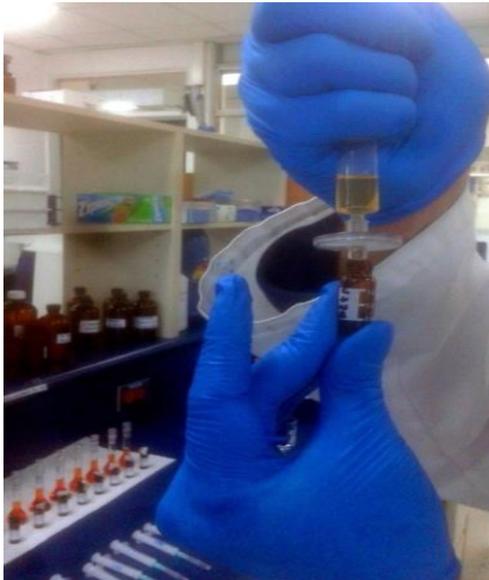
Fotografía 1 Preparación del material y extracción de oleoresina en laboratorio



Fotografía 2 Concentración de la miscela y recuperación del solvente a nivel laboratorio.



Fotografía 3 Muestras de oleoresina obtenidas con hexano, acetato de etilo, acetona, etanol.



Fotografía 4 Preparación de las muestras para cuantificación de capsaicinoides en HPLC.



Anexos 2 Extracción de la oleorresina de chile Cahabonero en LIEXVE/USAC y los resultados obtenidos.

Fotografía 5 Extracción de oleorresina en planta piloto, LIEXVE, FII, USAC.



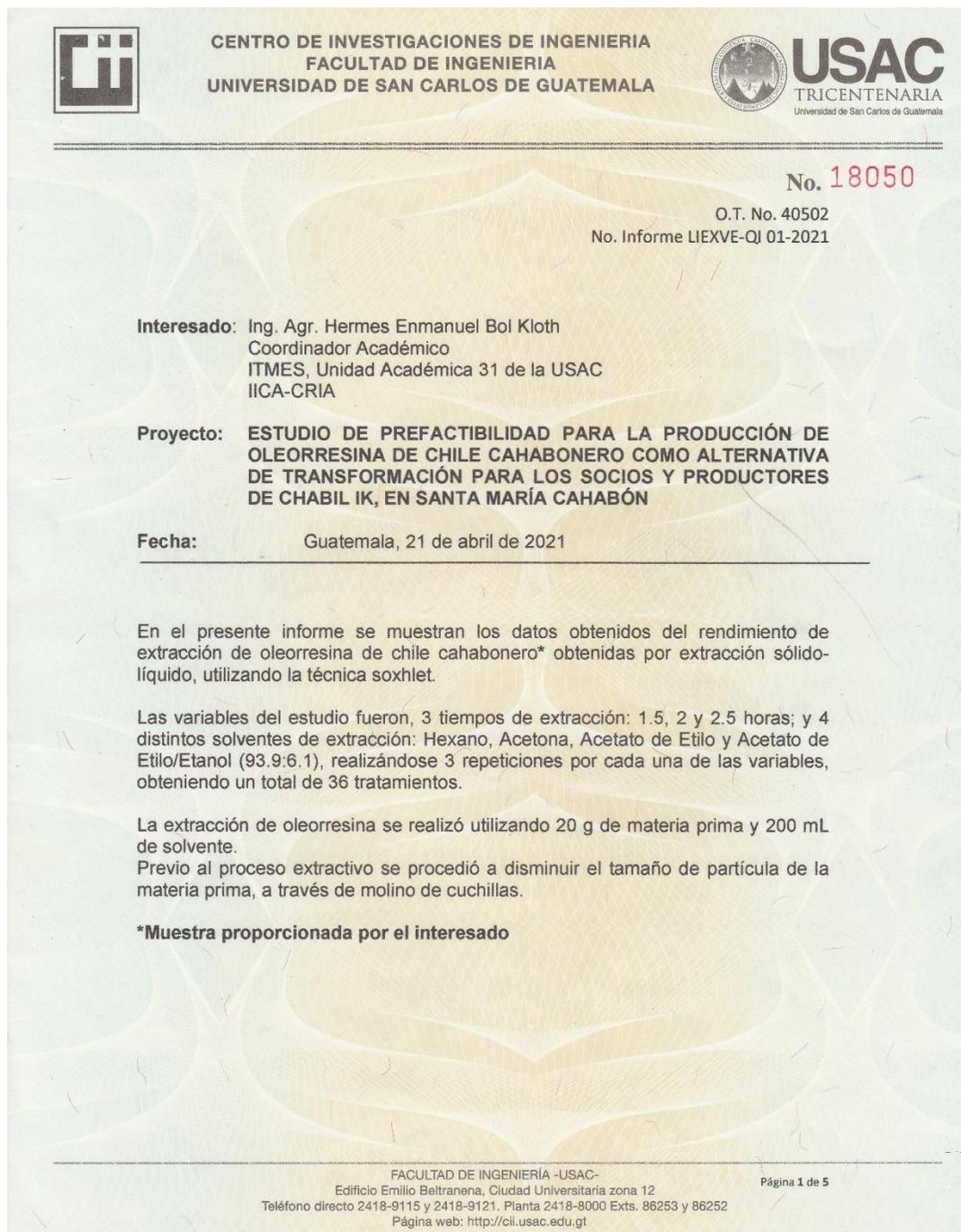
Fotografía 6 Oleorresina obtenida a nivel de planta piloto.



Fotografía 7 Muestra de oleorresina para análisis en laboratorio.



Figura 1 Resultados de datos obtenidos del rendimiento de extracción de oleorresina de Chile Cahabonero



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. **18050**
O.T. No. 40502
No. Informe LIEXVE-QJ 01-2021

Interesado: Ing. Agr. Hermes Enmanuel Bol Kloth
Coordinador Académico
ITMES, Unidad Académica 31 de la USAC
IICA-CRIA

Proyecto: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE OLEORRESINA DE CHILE CAHABONERO COMO ALTERNATIVA DE TRANSFORMACIÓN PARA LOS SOCIOS Y PRODUCTORES DE CHABIL IK, EN SANTA MARÍA CAHABÓN

Fecha: Guatemala, 21 de abril de 2021

En el presente informe se muestran los datos obtenidos del rendimiento de extracción de oleorresina de Chile Cahabonero* obtenidas por extracción sólido-líquido, utilizando la técnica soxhlet.

Las variables del estudio fueron, 3 tiempos de extracción: 1.5, 2 y 2.5 horas; y 4 distintos solventes de extracción: Hexano, Acetona, Acetato de Etilo y Acetato de Etilo/Etanol (93.9:6.1), realizándose 3 repeticiones por cada una de las variables, obteniendo un total de 36 tratamientos.

La extracción de oleorresina se realizó utilizando 20 g de materia prima y 200 mL de solvente.
Previo al proceso extractivo se procedió a disminuir el tamaño de partícula de la materia prima, a través de molino de cuchillas.

***Muestra proporcionada por el interesado**

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Página 1 de 5



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18051

RESULTADOS

Tabla 1. Porcentaje de Rendimiento de la Extracción de Oleorresinade Chile Cahabonero utilizando Hexano como Solvente.

Solvente	Tiempo (h)	Masa de extracto (g)	% Rendimiento	Promedio (%)	Desviación Estándar (±)
Hexano	1.5	1.315	6.507	6.704	0.611
		1.249	6.216		
		1.481	7.390		
	2	1.430	7.112	7.042	0.065
		1.397	6.983		
		1.408	7.030		
	2.5	1.990	9.944	8.952	1.481
		1.407	7.250		
		1.944	9.663		

Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII

Tabla 2. Porcentaje de Rendimiento de la Extracción de Oleorresinade Chile Cahabonero utilizando Acetona como Solvente.

Solvente	Tiempo (h)	Masa de extracto (g)	% Rendimiento	Promedio (%)	Desviación Estándar (±)
Acetona	1.5	1.469	7.342	7.381	0.039
		1.484	7.420		
		1.477	7.380		
	2	1.505	7.452	7.672	0.194
		1.564	7.817		
		1.563	7.748		
	2.5	1.664	8.295	8.592	0.975
		1.576	7.800		
		1.939	9.682		

Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18052

Tabla 3. Porcentaje de Rendimiento de la Extracción de Oleorresinade Chile Cahabonero utilizando Acetato de Etilo como Solvente.

Solvente	Tiempo (h)	Masa de extracto (g)	% Rendimiento	Promedio (%)	Desviación Estándar (±)
Acetato de etilo	1.5	1.663	8.294	8.210	0.087
		1.624	8.121		
		1.643	8.214		
	2	2.073	10.364	9.939	0.402
		1.978	9.890		
		1.913	9.563		
2.5	1.809	9.009	9.327	0.276	
	1.900	9.499			
	1.895	9.474			

Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII

Tabla 4. Porcentaje de Rendimiento de la Extracción de Oleorresinade Chile Cahabonero utilizando Acetato de Etilo/Etanol (93.9:6.1) como solvente.

Solvente	Tiempo (h)	Masa de extracto (g)	% Rendimiento	Promedio (%)	Desviación Estándar (±)
Acetato de etilo/ Etanol (93.9:6.1)	1.5	1.826	7.216	7.469	0.367
		1.463	7.302		
		1.586	7.890		
	2	2.361	11.749	11.339	0.717
		2.101	10.511		
		2.351	11.756		
2.5	2.415	12.074	11.863	0.252	
	2.334	11.584			
	2.386	11.932			

Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18053

ANEXOS

Fotografía 1. Preparación del proceso de lixiviación



Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII

Fotografía 2. Extracción de oleorresina de chile cahabonero



Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII



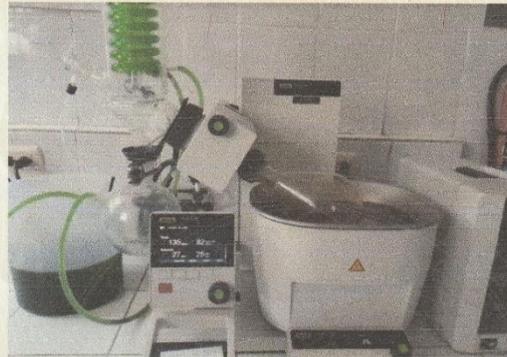
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18054

Fotografía 5. Separación de solvente por medio de Rotaevaporación.



Fuente: Laboratorio De Extractos Vegetales -LIEXVE-/CII



Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
COORDINADOR
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
-LIEXVE-
Sección Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC

Ing. Qco. César Alfonso García Guerra
JEFE
Sección Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC



Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Figura 2 Resultados de extracción sólido-líquido usando la técnica Soxhlet.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18044

O.T. No.40503
No. Informe LIEXVE-QI 08-2021

Interesado: Ing. Agr. Hermes Enmanuel Bol Kloth
Coordinador Académico
ITMES, Unidad Académica 31 de la USAC
IICA-CRIA

Proyecto: “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE OLEORRESINA DE CHILE CAHABONERO COMO ALTERNATIVA DE TRANSFORMACIÓN PARA LOS SOCIOS Y PRODUCTORES DE CHABIL IK, EN SANTA MARÍA CAHABÓN”

Fecha: Guatemala, 8 de junio 2021

En el presente informe se muestran los datos obtenidos del rendimiento de extracción de oleorresina de chile cahabonero obtenidos mediante el proceso de lixiviación con maceración dinámica a escala planta piloto empleando acetona como solvente extractivo con relación materia prima-solvente 1:5.

Se trabajaron dos lotes de 3,6 kg de material y 20 L de acetona con un tiempo de extracción de 4 horas. Previo al proceso de extracción se sometió el material deshidratado a un proceso de reducción de tamaño y se colocó en una marmita con agitación donde también se añadió la acetona, el tiempo de extracción fue de 4 horas, posteriormente se filtró y se procedió a concentrar el lixiviado obteniendo la oleorresina.

Tabla 1. Porcentaje de Rendimiento de la Extracción de Oleorresina de Chile cahabonero utilizando Acetona como Solvente.

Tiempo de Extracción (h)	Muestra (g)	Estado de material	Masa de extracto (g)	(%) rendimiento
4	3600	Deshidratado	285.84	7.94
			370.80	10.30

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE- CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Página 1 de 2



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

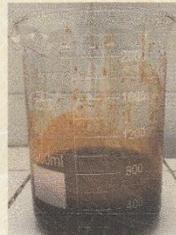
No. 18045

Fotografía 1: Chile cahabonero deshidratado antes y después del proceso de molienda.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE- CII/USAC

Fotografía 2: Oleoresina de chile cahabonero a escala planta piloto



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE- CII/USAC



Ing. Qco. Mario José Mérida Méndez
COORDINADOR
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
-LIEXVE-
Sección Química Industrial CII/USAC

Ing. Qco. César Alfonso García Guerra
JEFE
Sección Química Industrial CII/USAC
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC



Vo. Bo. Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio Emilio Beltránena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121, Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Página 2 de 2

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Anexos 3 Resultados de HPLC en pruebas de laboratorio (IQB de la UMG).

Figura 3 Resultados de extracción de oleoresina mediante lixiviación con maceración dinámica.



**INFORME DE RESULTADOS No. 2283201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2283201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetato de etilo, t 2h, R2 %r 9.890%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.87
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.58

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra.
*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021

Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas

Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este Informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2284201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2284201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetato de etilo, t 2.5h, R3
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.05
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.71

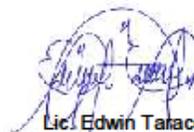
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

INFORME DE RESULTADOS No. 2282201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2282201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetato de etilo, t 2.5h, R2 %R 9.499%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.12
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.76

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2264201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2264201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, hexano t 2 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.07
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.65

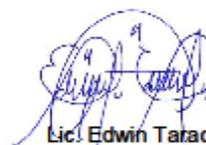
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

INFORME DE RESULTADOS No. 2263201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2263201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, hexano t 2 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.81
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.55

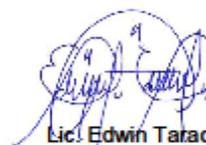
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2262201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2262201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, hexano t 1.5 h, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.02
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.66

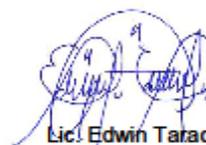
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2261201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2261201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, hexano t 1.5 h, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.69
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.44

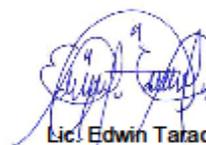
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

INFORME DE RESULTADOS No. 2280201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2280201204Q
ID Cliente (lote/código):	Acetato de etilo, 1.5 h, m 1,6428 g, %R 8.214%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.76
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.51

*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

INFORME DE RESULTADOS No. 2279201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2279201204Q
ID Cliente (lote/código):	Acetato de etilo, 1.5 h, m 1,6242 g, %R 8.121%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.64
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.44

*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2277201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2277201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetona, t 2.5 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.99
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.68

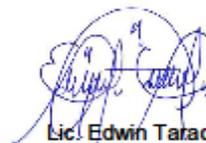
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

INFORME DE RESULTADOS No. 2278201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2278201204Q
ID Cliente (lote/código):	Acetona, t 2.5 hrs, me1,576g; %R 7.80%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.78
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.54

*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2276201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2276201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetona, t 2 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.00
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.65

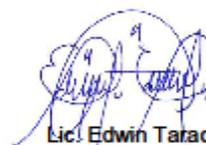
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2275201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2275201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetona, t 2 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.05
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.70

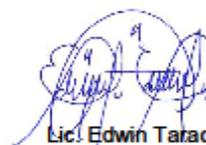
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2274201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2274201204Q
ID Cliente (lote/código):	Acetona, t 1.5 hrs, %R 7.38; me 1,477g
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.91
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.61

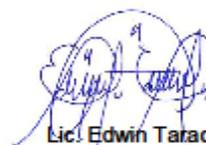
*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2273201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2273201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetona, t 1.5 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.08
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.72

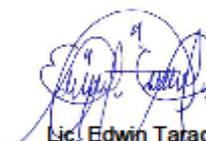
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2272201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2272201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetato de etilo/etanol, t 2.5 hrs, R2 %12.790
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.65
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.44

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2271201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2271201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetato de etilo/etanol, t 2.5 hrs, R2 %11.584%
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.89
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.61

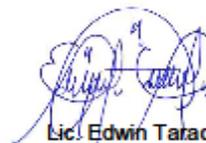
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2270201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2270201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetato de etilo/etanol, t 1.2 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.19
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.73

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2269201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2269201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, acetato de etilo/etanol, t 2 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.64
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.44

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2268201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2268201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetato de etilo/etanol, t 1.5 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	1.00
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.67

*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2267201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2267201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Acetato de etilo/etanol, t 1.5 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.72
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.49

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS • BIOLÓGICAS • BIOMÉDICAS • BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2266201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE

Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio:	2266201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Hexano, t 2.5 hrs, R2
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS

COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.93
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.59

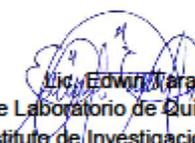
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/01/2021



Vo.Bo
Claudia de León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este Informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este Informe. No se permite la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2265201204Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2265201204Q
ID Cliente (lote/código):	Oleoresina de Chile Cahabonero, Hexano t 2.5 hrs, R1
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	04/diciembre/2020

RESULTADOS*		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	20/enero/2021	0.83
Dehidrocapsaicina	20/enero/2021	0.54

*La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

*Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 27/enero/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.

Anexos 4 Resultados HPLC, pruebas a nivel de planta piloto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ
DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y BIOFÍSICAS

**INFORME DE RESULTADOS No. 2748210617Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2748210617Q
ID Cliente (lote/código):	M02
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	17/junio/2021

RESULTADOS		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	02/julio/2021	1.15
Dehidrocapsaicina	02/julio/2021	0.72

¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

²Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 12/julio/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del instituto.



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ DE GUATEMALA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
CALLE 13B • K'OLEL • GUATEMALA • P.O. BOX 1348

**INFORME DE RESULTADOS No. 2747210617Q
CUANTIFICACIÓN POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA (HPLC)**

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre:	IICA-CRIA
Dirección:	GUATEMALA CIUDAD

DATOS DE LA MUESTRA	
ID Laboratorio:	2747210617Q
ID Cliente (lote/código):	M01
Descripción:	Líquido viscoso
Fecha de ingreso:	17/junio/2021

RESULTADOS		
COMPUESTO	FECHA DE ANALISIS	% p/p ¹
Capsaicina	02/julio/2021	1.08
Dehidrocapsaicina	02/julio/2021	0.70

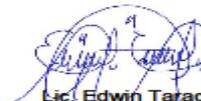
¹La concentración se expresa en % p/p, es decir gramos de capsaicina o dehidrocapsaicina por cada 100 gramos de muestra

²Basado en el método ASTA Analytical No. 21.3

Fecha de emisión del informe 12/julio/2021



Vo.Bo
Claudia De León, PhD
Coordinador de Área de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas



Lic. Edwin Taracena
Coordinador de Laboratorio de Química
Instituto de Investigaciones,
Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. El Instituto de Investigaciones de la Universidad Mariano Gálvez no se hace responsable de la transcripción o reproducción parcial de este informe. No se permite la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Instituto.

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

3. Resultados de cuantificación de la oleorresina capsica de chile Cahabonero, mediante Cromatografía líquida (HPLC) con diferentes solventes, a nivel planta piloto

Anexos 5 Análisis Físicoquímico de extracto de *Capsicum annuum* realizado por INLASA.



INLASA, S.A.
29 Calle 19-11 Zona 12
Teléfonos: 24761795, 24760337
Fax: 24769349
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com
www.inlasa.com

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS

Cliente	IICA - CRIA	Fecha Emisión	1/07/2021
Dirección	CIUDAD	Hora Emisión	07:58:00
Fecha Ingreso	22/04/2021	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	10:21:00	Número Informe	8
		Número Orden	2021002179

Muestra (194143) Líquido semiviscoso; Oleorresina de chile cahabonero.

Observaciones Extracto de *Capsicum annuum* var ceratiforme homogéneo, rojo intenso y de aspecto aceitoso. Cantidad 382 mL. Lote: 1

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Centesa	0.41	%	0.01	Centesa PC-FG-09	22/04/2021
Densidad	0.91	g/mL	0.001	Picnometría	22/04/2021
Índice Refracción	1.473	-	1.3000	Refractometría	22/04/2021
pH	4.67	No Aplica	No Aplica	No Aplica	22/04/2021
E. coli	<10	UFC/g	<10	AOAC 991.14	22/04/2021
Levaduras	900	UFC/g	<10	FDA BAM cap 18	22/04/2021
Mohos	<10	UFC/g	<10	FDA BAM cap 18	22/04/2021
Recuento Aeróbico Total	<10	UFC/g	<10	FDA BAM cap 3	22/04/2021
Recuento Coliformes Totales	<10	UFC/g	<10	AOAC 991.14	22/04/2021
Salmonella spp.	Ausencia	/25g	NA	ELFA-VDAS-AOAC 2011.03	22/04/2021

Última Línea **

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del laboratorio. Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Paniagua Piloña
Químico Biólogo, Colegiado 1347
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:

LD: Límite Detección
NA: No Aplica

LMP: Límite Máximo Permitido
ND: No Detectable

LMA: Límite Máximo Aceptable

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



INLASA, S.A.
 29 Calle 19-11 Zona 12
 Teléfonos: 24761795, 24760337
 Fax: 24769349
 E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlase.com
 www.inlase.com

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS

Cliente	IICA - CRIA	Fecha Emisión	9/07/2021
Dirección	CIUDAD	Hora Emisión	18:35:00
Fecha Ingreso	22/06/2021	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	10:17:00	Número Informe	7
		Número Orden	2021002178

Muestra	(194142) Líquido semiviscoso; Oleosina de Chile cababonero.				
Observaciones	Extracto de Capsicum annum var ceratiforme homogéneo, rojo intenso y de aspecto aceitoso. Cantidad 382 ml. Lote: 1.				
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Asénico	ND	mg/Kg	0.05	PC-FQ-023	22/06/2021
Mercurio	ND	mg/Kg	0.025	Mercurio PC-FQ-018	22/06/2021
Plomo	0.27	mg/Kg	0.25	Absorción Atómica	22/06/2021

Última Línea **

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del laboratorio. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico.

Lic. Raúl Paniagua Piloña
 Químico Biólogo, Colegiado 1347
 Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:

LD: Límite Detección
 NA: No Aplica

LMP: Límite Máximo Permitido
 ND: No Detectable

LMA: Límite Máximo Aceptable