

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS

DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE
OLEORRESINA DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) Y LA
CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA E INTENSIDAD DE COLOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

FANY SERRANO PANIAGUA

Abancay, enero del 2018

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS

DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE
OLEORRESINA DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) Y LA
CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA E INTENSIDAD DE COLOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

FANY SERRANO PANIAGUA

Abancay, enero del 2018

PERÚ



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE
OLEORRESINA DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) Y LA
CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA E INTENSIDAD DE COLOR”**



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS

DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DR. LEONARDO ADOLFO PRADO CÁRDENAS
RECTOR

DR. ROLANDO RAMOS OBREGÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO

DRA. IRIS EUFEMIA PAREDES GONZALES
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS

DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

AUTORIDADES DE FACULTAD

DRA. LUCY MARISOL GUANUCHI ORELLANA
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MG. GUADALUPE CHAQUILLA QUILCA
DIRECTORA DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ING. ROGELIO SILLO SILLO
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

MIEMBROS EL JURADO


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
Ing. Abel Jesús Enrique Mujica Paredes
DOCENTE

.....
Ing. Abel Jesús Enrique Mujica Paredes
Presidente


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

Ing. MSc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca
DOCENTE

.....
MSc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca
Primer miembro


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres
DOCENTE

.....
Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres
Segundo miembro

CONFORMIDAD DE TESIS

El que suscribe Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján Docente auxiliar de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ASESORA del Proyecto de Investigación Científica y Tesis Universitaria (informe final), denominado “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE OLEORRESINA DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) Y LA CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA E INTENSIDAD DE COLOR”, presentado por la Bach. Serrano Paniagua Fany, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, da conformidad que el estudio ha sido desarrollado siguiendo el Método Científico, las normas de estilo APA, y procedimientos estipulados en el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y el Plan Curricular de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, habiéndose subsanado todas las observaciones presentadas por el Jurado Evaluador.

Abancay, 29 de enero del 2018.


Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján
Asesora



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.

En el aula magna de la ciudad universitaria de Tarapoto la Universidad Nacional Miguel Bastidas de Apurímac, a las dieciocho horas del día jueves (18) dieciocho de mayo del año dos mil dieciocho, dando cumplimiento al ordenando N° 021-2018-D-EAPI-UNABASE, se inició el acto de sustentación de tesis titulado "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE OLEO-ESENCIA DE PÓPPITA (*Capsicum annuum* L.) Y LA CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA E INTENSIDAD DE COLOR" PRESENTADO por la Bachiller Fany Serrana Penabaz, siendo el jurado integrado el siguiente:

Ing. Abel Enrique Jéssu Mujica Paredes (PRESIDENTE)

Ing. Víctor Hugo Sandoval Casavilca (1° MIEMBRO)

Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres (2° MIEMBRO)

En lo que el PRESIDENTE DEL JURADO DA INICIO AL ACTO DE SUSTENTACIÓN, DANDO UN TIEMPO DE VERIFICACIÓN DE DATOS AL SUSPENDIENTE, LUEGO DEL TIEMPO ESTABLECIDO, LOS MIEMBROS DEL JURADO REALIZAN LAS PREGUNTAS, CONSULTAS, OBSERVACIONES DEL CASO, SIENDO ABSUELTOS SATISFACTORIAMENTE POR LA SUSPENDIENTE.

LUEGO EL PRESIDENTE DEL JURADO, SOLICITA A LOS ASISTENTES PARA QUE ABANDONEN EL SALÓN, PARA QUE EL JURADO DELIBERE EL ACTO DE SUSTENTACIÓN, LUEGO DEL CUAL EL JURADO DECIDE OTORGAR POR UNANIMIDAD LA NOTA DE (16) DIECIOCHO - NOVENO.

ENDADO LAS DIECIOCHO HORAS DEL MISMO DÍA Y AÑO, SE CONCLUYE EN LA SUSTENTACIÓN, DANDO FE DE LO ACTUADO, EL JURADO FIRMA AL PIE DEL PRESENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL MIGUEL BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD NACIONAL MIGUEL BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Ing. Abel Enrique J. Mujica Paredes

UNIVERSIDAD NACIONAL MIGUEL BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres
DOCENTE

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, mi principal ayudador y sustento; a mi familia, por compartir conmigo esta grandiosa vida, su gran apoyo y el amor que me han brindado en todos estos días; a mi novio Felipe, por su apoyo y preocupación; a hijo Fitzner Ángel, por la felicidad que me da cada día; y a mis amigas (os), quienes también mostraron preocupación e interés en la culminación de la presente investigación.

Fany Serrano Paniagua

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas citadas a continuación que de alguna u otra forma facilitaron la realización de esta investigación:

A mi asesora Dra. Dagnith Liz Bejarano Lujan. Por su gran apoyo constante y paciencia, por haberme guiado en el mundo de investigación.

Al Químico. Melquiades Barragán Condori. Por haberme apoyado en la ejecución de esta investigación desde el inicio hasta el final.

A los jurados evaluadores, por sus observaciones y consejos, por sus valiosas orientaciones, preocupación y apoyo.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, quienes fueron parte de mi aprendizaje y compartieron sus plenos conocimientos, durante mi formación profesional.

A la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, mi “alma mater” siempre te llevaré en mi corazón y en especial a Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme la oportunidad de estudiar en sus aulas y a pasar los más hermosos e inolvidables días de mi vida, durante los años de estudio, es un privilegio pertenecer a esta escuela.

A la Universidad Nacional San Antonio del Cusco “UNSAAC”, por facilitarme su laboratorio de química, brindándome sus equipos, materiales y el suministro de los reactivos necesarios para desarrollar esta investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	XII
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivo específico.....	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. PÁPRIKA	3
2.1.1. Aspectos generales.....	4
2.1.2. Clasificación botánica.....	7
2.1.3. Principales características de la páprika.....	7
2.1.4. Composición química y valor nutritivo de páprika.....	9
2.1.5. Principales variedades de la páprika en el Perú.....	10
2.1.6. Factores que afectan el crecimiento, formación del fruto y la maduración.....	12
2.1.7. Principales países exportadores de páprika.....	13
2.2. OLEORRESINA DE PÁPRIKA.....	14
2.2.2. Principales oleorresinas.....	17
2.2.3. Ventajas e inconvenientes del uso de la oleorresina de páprika.....	18
2.3. COMPOSICIÓN DE LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA.....	20
2.3.1. Capsaicina.....	20
2.3.2. Pigmentos carotenoides.....	24
III. PARTE EXPERIMENTAL.....	28
3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN	28
3.2. MATERIA PRIMA, EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	28
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	30
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LA OLEORRESINA	34
3.5.1. Determinación del rendimiento de la oleorresina de páprika.....	34
3.5.2. Determinación de color por el método grados ASTA.....	35

3.5.3. Cuantificación de capsaicina	36
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39
3.6.1. Factores de estudio y variables respuesta	39
3.6.2. Diseño experimental	40
3.6.3. Análisis de datos	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. MATERIA PRIMA FRESCA	41
4.1.1. Humedad	41
4.1.2. Componentes estructurales de p��rika fresco	41
4.2. PERICARPIO SECO MOLIDO	42
4.2.1. Análisis proximal	42
4.3. EXTRACCIÓN.....	44
4.3.1. Efecto de solvente, relación materia prima/solvente y temperatura sobre el rendimiento de extracción de oleoresina de paprika	44
4.3.2. Efecto del solvente, relación materia prima/solvente y temperatura sobre la cuantificación de capsaicina de la oleoresina obtenida.....	49
4.3.3. Efecto del solvente, relación materia prima/solvente y temperatura sobre el color de la oleoresina obtenida.....	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. CONCLUSIONES.....	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
VII. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comercio actual y potencial entre México y Perú	7
Tabla 2. Composición química del páprika en polvo	9
Tabla 3. Grado de pungencia, contenido de capsaicina y variación de color en algunos ejemplos de capsicum.....	17
Tabla 4. Escala Scoville y las principales especies/variedades del capsicum.....	24
Tabla 5. Características físico - químicas del hexano y alcohol etílico	29
Tabla 6. Condiciones de Análisis Capsaicina HPLC-DAD	37
Tabla 7. Niveles de los factores de estudio y variables de respuesta de la investigación	39
Tabla 8. Componentes estructurales del producto fresco.....	41
Tabla 9. Rendimiento del pericarpio seco en polvo con respecto a la materia prima... ..	42
Tabla 10. Análisis físicoquímico de la harina de paprika, variedad pendulum.....	43
Tabla 11. Porcentaje promedio de la determinación de rendimiento de oleorresina de paprika.	45
Tabla 12. Promedio de la determinación de capsaicina de la oleorresina de páprika... ..	50
Tabla 13. Promedio de la determinación de color de la oleorresina de páprika.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.), variedad pendulum.....	5
Figura 2. Características del páprika, variedad pendulum.	8
Figura 3. Exportadores de producción local de paprika en los 3 últimos años.	13
Figura 4. Principales países proveedores de oleorresinas de capsicum	15
Figura 5. Estructura química de la Capsaicina.....	21
Figura 6. Diagrama de flujo seguido para la obtención de oleorresina de páprika.	33

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
Altamente significativo	**
Cuadrado Medio	CM
Cromatografía líquida de alta eficiencia.	HPLC
Grados de libertad	GL
Gramos	g
Grados centígrados	°C
Humedad	H
Hipótesis nula	H ₀
Hipótesis alternativa	H ₁
Kilogramos	Kg
Materia prima	M
Mililitros	mL
No significativo	NS
Numero de repeticiones	n
Peso	p
Relación materia prima/solvente	R
Significancia	Sig
Significativo	*
Suma de cuadrados	SC
Grado de pungencia Scoville	SHU
Temperatura	T
Tiempo	t
Valor calculado F ₀	F ₀
Valor de P obtenido en el software estadístico	P- valor

GLOSARIO

Capsaicina	Componente responsable del comportamiento picante, en mayor o menor grado, de los frutos de la familia <i>capsicum</i> .
Colorante natural	Sustancias naturales que se añaden o devuelven algún color, y se encuentran presentes como pigmentos en plantas, hojas y frutos.
Colorante artificial	Son los colorantes obtenidos por síntesis química.
Cromatografía (HPLC)	Método de análisis físico o químico que permite la separación de mezclas de sustancias en sus componentes individuales. Por distribución entre dos fases, una estacionaria y otra móvil. Esta técnica permite, igualmente, obtener información cualitativa y cuantitativa sobre las sustancias presentes en la mezcla.
Lixiviación	Proceso en el que un disolvente líquido se pone en contacto con un sólido pulverizado, para que produzca la disolución de uno de los componentes del sólido.
Oleoresina	Extractos líquidos naturales de especies vegetales, los cuales se caracterizan por el olor, sabor y color de las especies naturales de las cuales provienen.
Páprika	La páprika o pimentón se refiere al <i>Capsicum annuum</i> , arbusto natural de hasta 1m de altura. Sus frutos son bayas de colores y formas muy variados.
solvente	Sustancia que permite la dispersión de otra en su seno o sustancia que se encuentra en mayor proporción en una solución.
rendimiento	Relación de masa de oleoresina extraída en comparación con la masa de materia prima inicial.

RESUMEN

La oleorresina de páprika es un extracto líquido graso obtenido a partir de la páprika, se utiliza como colorante natural en la industria de alimentos y farmacéuticas, siendo apreciado principalmente por su composición en carotenoides, capsaicinoides y algunas vitaminas. El objetivo del presente estudio fue determinar los parámetros de extracción de oleorresina de páprika (*Capsicum annuum* L.), y cuantificar el contenido de capsaicina e intensidad de color.

El proceso de obtención siguió las siguientes etapas: secado, molienda y extracción mediante el método de lixiviación con solventes volátiles (hexano y etanol). La concentración de capsaicina fue determinada mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), expresada en unidades de pungencia Scoville (SHU), y el color fue evaluado por grados ASTA.

Los datos resultantes fueron procesados y analizados empleando el software estadístico Statgraphics Centur  n Versión 16.1.11 (Stat Point Technologies, 2010). El porcentaje de rendimiento de oleorresina fue influenciado por el tipo de solvente y temperatura empleados, presentando diferencias significativas, valores promedio entre 969% y 28,174%. Al usar como solvente etanol relación 1:4 y temperatura 50   C se obtuvo mayor rendimiento de oleorresina de páprika. El contenido de capsaicina en el producto final, fue influenciado estadísticamente, existiendo diferencia significativa, para el tipo de solvente y temperatura empleada, siendo la más alta 13 880,177 SHU. Similar comportamiento fue observado para el color ASTA, la mejor combinación de parámetros correspondió al tratamiento 4, utilizando hexano, temperatura 60   C y relación materia prima:solvente 1:4, obteniéndose 1 409, 761 grados ASTA.

Estos resultados evidencian que los parámetros de extracción influyen en la calidad de oleorresina de páprika (*Capsicum annuum* L.) al aumentar o disminuir sus atributos, tales como pungencia y color.

Palabras clave: páprika, oleorresina, capsaicina, grados ASTA, unidades de pungencia Scoville.

SUMMARY

The oleoresin paprika is an oily liquid extract obtained from the paprika, is used as a natural colorant in the food and pharmaceutical industry, being appreciated mainly by its composition in carotenoids, capsaicinoids and some vitamins. The objective of this study was to determine the parameters of extraction of oleoresin paprika (*Capsicum annum* L.), and quantify the capsaicin content and intensity of color.

The process of obtaining continued the following stages: drying, milling and extraction using the method of leaching with volatile solvent (hexane and ethanol). The capsaicin concentration was determined by high performance liquid chromatography (HPLC), expressed in Scoville Pungency Units (SHU), and the color was evaluated by degrees the flagpole.

The resulting data were processed and analyzed using the statistical software Statgraphics Centurion Version 16.1.11 (Stat Point Technologies, 2010). The performance percentage of oleoresin was influenced by the type of solvent and temperature employees, presenting significant differences, the average values between 6.969% and 28.174%. When using ethanol as a solvent 1:4 ratio and temperature 50 °C was obtained higher performance of oleoresin paprika. The capsaicin content in the final product, was influenced statistically significant differences, for the type of solvent and temperature employed, being the highest 13 880.177 SHU. Similar behavior was observed for the color ASTA, the best combination of 4 corresponded to the treatment parameters, using hexane, temperature 60°C and raw material:1:4 solvent, 1409, 761 degrees ASTA.

These results show that the extraction parameters influence the quality of oleoresin paprika (*Capsicum annuum* L.) to increase or decrease their attributes, such as pungency and color.

Key words: páprika, oleoresin, capsaicin, the flagpole, degrees of pungency Scoville units.

I. INTRODUCCIÓN

El fin fundamental de la industria alimentaria es aplicar tecnologías de conservación y transformación sobre materias primas agropecuarias para la producción de alimentos procesados. En la industria de alimentos el sabor y color de los productos cumplen un papel predominante en la aceptación o rechazo de estos.

La oleorresina de páprika se considera como un extracto líquido graso de viscosidad media, obtenido a partir de especias como: páprika, clavo, cúrcuma, etc. La páprika y su oleorresina son considerados productos de gran valor en mercados internacionales para la industria alimentaria y farmacéutica, siendo su uso principal como colorante natural por su alto contenido de carotenoides.

La oleorresina de páprika es obtenida por métodos convencionales de extracción con solventes orgánicos. En la actualidad se utiliza como tecnología emergente la extracción con dióxido de carbono en condiciones supercríticas, y en nuestro país, su uso se encuentra en ascenso, según se reporta en las investigaciones estudiadas (Cáceres et al., 2016). Dentro de los parámetros para determinar calidad y valor comercial de la oleorresina se encuentra la medición de color en grados ASTA (American Spice Trade Association), que expresa el contenido total de carotenoides, factor de importancia en el aspecto comercial al igual que el rendimiento en la producción agroindustrial. Estos factores que influyen en la fabricación de alimentos también est  n relacionados directamente con el estilo de vida y la salud.

El color es la primera sensación que se percibe de un alimento. En cierta medida es un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento y en tiende a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor. Varios de

los colorantes sintéticos, conocidos por ser nocivos para la salud fueron retirados del mercado, siendo la tendencia actual de los consumidores el uso de colorantes naturales, considerados en general como inocuos. La oleorresina de paprika, pigmento natural, es usado extensamente en la industria de alimentos procesados para colorear un amplio rango de productos cárnicos, cereales, frutas y hortalizas, quesos madurados, concentrados para animales, gelatina y otros alimentos.

Considerando el fundamento expuesto se ejecutó el presente trabajo de investigación “Determinación de parámetros de extracción de oleorresina de páprika (*Capsicum annuum* L.) y la cuantificación de capsaicina e intensidad de color”, con los siguientes objetivos.

Objetivo general.

- Determinar los parámetros de la extracción de la oleorresina a partir de páprika (*Capsicum annuum* L.), y cuantificar el contenido de capsaicina e intensidad de color en el producto final.

Objetivo específico.

- Determinar la influencia del solvente empleado hexano y etanol en el rendimiento, capsaicina y color de la oleorresina de páprika.
- Determinar la influencia de la temperatura de extracción en el rendimiento, capsaicina y color de la oleorresina de páprika.
- Verificar la influencia de relación materia prima:solvente en el rendimiento, capsaicina y color de la extracción de oleorresina de páprika.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. PÁPRIKA

La páprika (*Capsicum annuum* L.), es un tipo de ají que se produce a lo largo de toda la costa peruana, constituye la tercera exportación agrícola más importante, sólo superada por la exportación del café y del espárrago. Además, debido a las condiciones climáticas de la costa peruana, con ingreso de producción de la costa norte y sur, se puede tener producción asegurada a lo largo de todo el año permitiendo que el Perú satisfaga la demanda de páprika de países como Estados Unidos o España, convirtiéndolo en el mayor exportador de paprika en el mundo. Sin embargo, en el último año se ha visto un fuerte incremento en las exportaciones de páprika por parte de China, que viene exportando un producto de alta calidad.

La ventaja que tiene el producto peruano, frente al producto chino, es que en China solo se puede cosechar en el último trimestre del año, a diferencia del producto peruano que se puede producir durante todo el año (Jorge, 2013).

La páprika se usa como insumo principalmente en dos industrias: en la industria alimenticia y en la industria farmacéutica. En la industria alimenticia se usa como saborizante y colorante para carnes, embutidos, snacks, pizzas, bebidas, etc. En la industria farmacéutica se utiliza para la elaboración de cosméticos como lápices labiales, polvos faciales, aceites esenciales. Industrialmente se utiliza como oleoresina de páprika, que es el extracto líquido graso de frutos de páprika maduros y secos que tiene una viscosidad media, color rojo anaranjado y el aroma típico del páprika según las diferentes calidades (Fernández y Trujillo, 2008).

2.1.1. Aspectos generales.

El ají páprika, (*Capsicum annuum* L.), es un cultivo originario de América del Sur y Centro América, concretamente Perú y México. En nuestro país, el cultivo empresarial, se inicia el año 1994, en la zona de Villacuri del departamento de Ica, actualmente es cultivado en la costa norte y sur del país en los departamentos de Arequipa, Lima, Ica, Tacna, Ancash, La Libertad, Piura, y Lambayeque (Velásquez y Licho, 2010). También se clasifica como una especie de color que además cumple con la función de mejorar el sabor y color de los alimentos.

La páprika forma parte del género *Capsicum*, su especie recibe el nombre científico de *Capsicum annuum* L. y comúnmente se le conoce por los nombres de mentón. Puede crecer en las zonas de clima cálido y húmedo, utilizando riego ríodico.

En el Perú, la variedad del pimiento páprika no es muy explotado, las principales zonas de producción son Villacuri (por el sur) y Virú en la Libertad (por el norte), siendo necesario realizar trabajos orientados a mejorar las técnicas de producción con el fin de obtener mayores rendimientos, calidad en el cultivo y eficiencia en su industrialización. Es un producto sin mayores dificultades en su cultivo, debido a que tiene la virtud que se desarrolla tanto en la zona norte de nuestro país como en la zona de la sierra (Zúñiga, 2006).

El ciclo vegetativo de la páprika es de cinco a siete meses dependiendo de la modalidad de cultivo, es por eso que en los meses julio a diciembre la producción responde a sus propios cultivos, (Díaz, 2015) y en los meses de enero a junio se abastece acopiando la producción de pequeños agricultores de las zonas de Ica, Piura y Barranca; este esquema le permite cumplir con todos sus requerimientos

comerciales a lo largo del año, los cuales en un 90% tienen como destino final México, el 5% restante tiene como destino final España y el 5% restante es para venta a una empresa local, empaquetada y preparada para exportar con la marca de la empresa que importa.

La razón fundamental por la cual la producción de páprika es destinada mayormente a México radica en que se mantienen parámetros estandarizados sin restricciones para el ingreso de alimentos, en comparación a España y EE.UU, quienes mantienen rigurosos parámetros y requerimientos técnicos superiores en el control de toxinas y pesticidas (Mor  n, 2008).



Figura 1. Páprika (*Capsicum annuum* L.), variedad *Pendulum*

Las condiciones comerciales para la agro exportación se ha visto favorecida gracias a los tratados de libre comercio suscritos por el gobierno peruano entre los cuales figuran Estados Unidos, España y México que son tres de los principales consumidores de páprika a nivel mundial. (Cáceres et al., 2016).

Lambayeque es la única región en el país con una producción diversificada de *Capsicum* entre los cuales se tiene al pimiento piquillo, morrón, jalapeños y guajillo, cuya siembra se encuentra concentrada en los valles de Motupe y Olmos, un clima ideal para el cultivo de este producto. Los rendimientos en Lambayeque son bien altos al realizarse la siembra en suelos (Cáceres et al., 2016).

La páprika es normalmente secada al sol, tiene un color rojo brillante o rojo-anaranjado, y mide 8 a 17 centímetros de largo y 3 a 4 centímetros de ancho. Su sabor es dulce y ligeramente picante. Los productos y calidades derivadas se pueden agrupar en: páprika entero y páprika procesado (Zúñiga, 2006).

La tendencia mundial de reemplazar los pigmentos sintéticos por los naturales ha traído como consecuencia el incremento de este cultivo constituyéndose en el segundo cultivo más exportado. (Cáceres et al., 2016).

La oleoresina de páprika se usa principalmente en la industria alimenticia, entre otros. Debido a la tendencia al uso de colorantes, la demanda a nivel mundial está en aumento pues se presenta un mercado extranjero potencial (Cáceres et al., 2016).

En la Tabla 1 se aprecia que el comercio con México es muy dinámico y a pesar de que los niveles de exportación se han incrementado aún queda potencial comercio por atender, y que por ahora es abastecido por otros países, por lo cual estaríamos en condiciones de poder atender a los requerimientos del mercado mexicano. (Cáceres et al., 2016).

Tabla 1

Comercio actual y potencial entre México y Perú

Descripción del producto	México importa desde el Perú			Perú exporta hacia el mundo		
	Valor en 2012 (USD)	Valor en 2012 (USD)	Valor en 2012 (USD)	Valor en 2012 (USD)	Valor en 2012 (USD)	Valor en 2012 (USD)
Paprika seca	5,878	15,976	19,541	80,529	63,007	57,926
paprika pulverizada	5	26	100	30,837	27,974	32,473

Fuente. Tomado de Las estadísticas comerciales para el desarrollo de negocios internacionales mensuales, trimestrales y anuales de datos comerciales: Importación y exportación de valores, los volúmenes, las tasas de crecimiento y cuotas de mercado.

2.1.2. Clasificación botánica.

Todas las formas de pimiento, chile o ají utilizados por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico deriva del griego kapso (pican). Este género se incluye en la extensa familia de las solanáceas. Su descripción botánica es(Costa, 2003). La páprika se ubica en la siguiente posición botánica.

Reino	Plantae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	<i>Capsicum annuum</i> L.
Nombre común	Paprika o pimentón

2.1.3. Principales características de la paprika.

La páprika se caracteriza por tener un tallo erguido de altura de 40 a 80 cm, ramificado, con hojas ovaladas y flores axilares, provisto de un corto pedúnculo y una Cádiz coneciente con el fruto. El fruto mide de 6 a 12 cm de largo y 3 a 4 cm por su base, sus características de color, olor y sabor pueden variar por causa del proceso de (Leñacto, 1978).

La variedad de páprika con características de presentar un fruto más carnoso y grado de picantes muy bajos, se alcanza en condiciones de clima adecuado luego de 120 a 140 días, y la cosecha debe realizarse cuando est  n totalmente rojos o anaranjados (Banic, 1999).

El   ndice de madurez para la cosecha varía para cada tipo de aji y aún dentro de una especie en particular; por ejemplo la páprika se puede cosechar en dos estados: uno al estado fresco, fruto de color verde, el cual se exportar   enlatado; el otro estado es completamente rojo y seco con fines de obtener oleoresina. (Minag, 2003)

a) **Pungencia:** Es la sensación de ardor producido por un poderoso principio pungente llamado capsaicina. Durante mucho tiempo se creía que la capsaicina era el único principio pungente en los *Capsicum*. Sin embargo, recientemente técnicas de investigación mejoradas han dado como resultado el descubrimiento de otros compuestos pungentes de los *Capsicum*. (Leñacto, 1978).

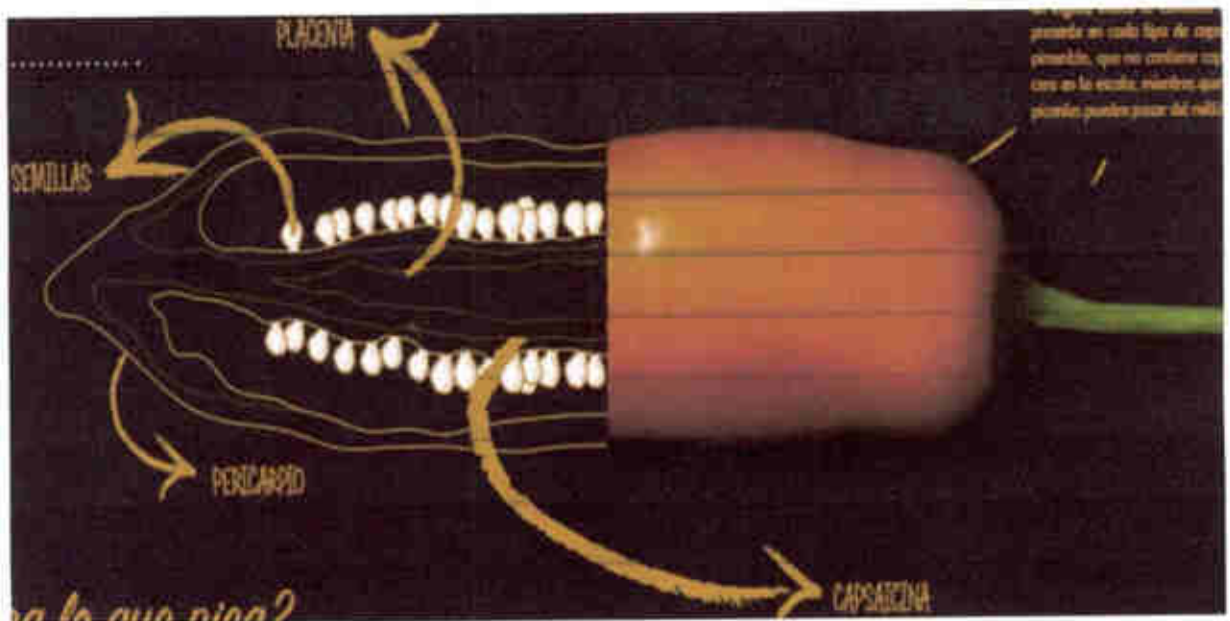


Figura 2. Características de la páprika, variedad *Pendulum*, Leñacto (1978).

- b) **Sabor:** El componente del sabor de los *Capsicum* se localiza en la parte externa del fruto, se encuentra muy poco en la placenta y nada en las semillas, el sabor no se encuentra en una estructura especializada, pero es producido por reacciones bioquímicas especializadas en las mismas células. (Leñacto, 1978)
- c) **Color:** Es un componente primario de la apariencia total de un producto, así como un indicador de calidad del mismo, las propiedades colorantes de los *Capsicum* se utilizan en los alimentos a nivel mundial. (Leñacto, 1978).

2.1.4. Composición química y valor nutritivo de páprika.

La páprika tiene un valor nutricional con alto contenido en vitamina A y C, sales minerales, azucares, capsaicina y capsantina. Este último es el carotenoide predominante del pigmento natural, extraido de la oleorresina y ampliamente utilizado en la industria alimenticia y farmacéutica, siendo muy solicitado a nivel internacional (Costa, 1996).

Tabla 2

Composición química de la páprika en polvo

Composición	Promedio/100g
Energía (Kcal)	26,0
Proteína (g)	1,3
Fibra (g)	1,4
Calcio (mg)	12,0
Hierro (mg)	0,9
Carotenos (mg)	1,8
Cenizas	6,00
Vitamina A y C (mg)	103,0

Fuente. (Costa, 1996).

2.1.5. Principales variedades de la páprika en el Perú.

2.1.5.1. Longum (*Capsicum annuum*).

El fruto de la páprika es de color rojo cuando est   madura, mide alrededor de 12 cm, posee un peculiar aroma muy agradable y un sabor característico no picante. Es uno de los recursos agrícolas con mayor potencial económico del Perú y su exportación ha experimentado un notable incremento en los últimos años, ubicándose como el tercer producto más importantes del país, solo por detrás del café y el espárrago.

El año 2004 se comercializaron 25 736 toneladas de páprika por un monto de US \$ 50,3 millones, lo que sitúa al Perú como el segundo exportador de páprika en el mundo, sólo por detrás de China (León, 2000).

Actualmente los departamentos de Lima, Lambayeque, Arequipa, Piura e Ica, son los principales productores de este recurso; mientras que España, Estados Unidos y México, constituyen los mercados destino más importantes de la producción nacional de páprika, a la que se le da valor agregado, secándola o pulveriz  ndola (León, 2000).

2.1.5.2. Pendulum (*Capsicum baccatum*).

A esta especie pertenecen muchas de las variedades cultivadas en nuestro país, especialmente las de la costa, donde fueron encontrados restos de ají amarillo de 4000 años de antigüedad, en las zonas arqueológicas de Huaca Prieta y Anc  n.

La corola del ají amarillo es blanca con manchas amarillas o rojas; su fruto es generalmente de color anaranjado, aunque varía en algunos casos; y posee semillas de color cremoso o blanquecino. (Núñez et al., 2003).

En el Perú el ají amarillo se desarrolla en costa, sierra y Amazonía hasta unos 1500 msnm, en climas cálidos con temperaturas de entre 16 y 24   C. La mayor

de esta especie se encuentra en Perú, Ecuador y Chile.

El índice de madurez para la cosecha debe ser de color naranja, tener de 8-12 cm de largo y presentar las características propias del paprika (Minag, 2003).

2.1.5.3. Limo (*Capsicum sinense*).

El ají limo presenta una corola de color blanco verdoso, y se le puede distinguir de las otras especies por poseer de 3 a 5 flores por cada nudo que presenta. Sus frutos son extremadamente picantes, miden de 1 a 12 cm de longitud, pueden adoptar formas esféricas o alargadas, y ser de colores rojo intenso, anaranjado, amarillo o marrón cuando alcanza la madurez.

En el Perú, esta especie es cultivada en costa, sierra y Amazonía hasta los 1500 msnm, en zonas de clima húmedo y cálido, bajo temperaturas que oscilan entre 18 y 24 °C. (León, 2000).

2.1.5.4. Rocoto (*Capsicum pubescens*).

El fruto del rocoto puede ser rojo, amarillo o marrón, y se distingue de los otros ajíes por contener semillas de color negro.

En el Perú esta especie es cultivada en zonas andinas hasta los 2000 msnm, especialmente en los departamentos de Ancash, Lima y Arequipa. El cultivo del rocoto se ha extendido a México y Costa Rica. (Núñez et al., 2003).

2.1.5.5. Chile (*Capsicum spp*).

Existen variedades de chile como guero, habanero, jalapeño y serrano. Su color varía de acuerdo a las variedades de chile: rojo, verde, amarillo o verde claro, anaranjado y verde.

La planta crece normalmente de 40 a 70 cm de altura. Siendo maduro, el fruto mide aprox. unos 4 cm de largo por 3 cm de ancho y adquiere un tono anaranjado pulido (Núñez et al., 2003).

2.1.6. Factores que afectan el crecimiento, formación del fruto y la maduración.

Núñez et al., (2003), señala numerosos factores que inciden y marcan las diferencias del crecimiento, formación del fruto y maduración en la planta del pimentón, entre los cuales destacan los siguientes:

- a. Nutrición:* Un alto contenido de nitrógeno incrementa significativamente el número de flores y frutos que se forman.
- b. Temperatura:* El pimentón o la páprika es una planta que exige temperaturas altas para desarrollarse y fructificar adecuadamente, el calor excesivo no favorece su floración. Se considera como temperatura ideal de crecimiento a aquella que fluctúa entre los 21 y 23   C. temperaturas muy altas producen anomalías tanto en la flor y el fruto.
- c. Humedad:* El contenido de humedad del suelo tiene efecto sobre el crecimiento y la producción de los Capsicum. Se necesita de mucha humedad en el aire, porque en ambiente seco el desarrollo de la planta resulta muy escaso y comprometido.
- d. Luz:* Las plantas son extremadamente sensibles a las pequeñas diferencias en la duración del día, el pimentón es una planta tropical de días cortos.
- e. Suelo:* El pimentón si bien no tiene exigencias específicas prefiere un terreno suelto, que permita trabajarlo con facilidad y por donde el agua drene bien, evite la formación de costras superficiales y está menos expuesto a las invasiones de las hierbas malas.

2.1.7. Principales países exportadores de paprika.

El paprika más exportado en los tres últimos años es para EE.UU, tal como se muestra en la siguiente figura.

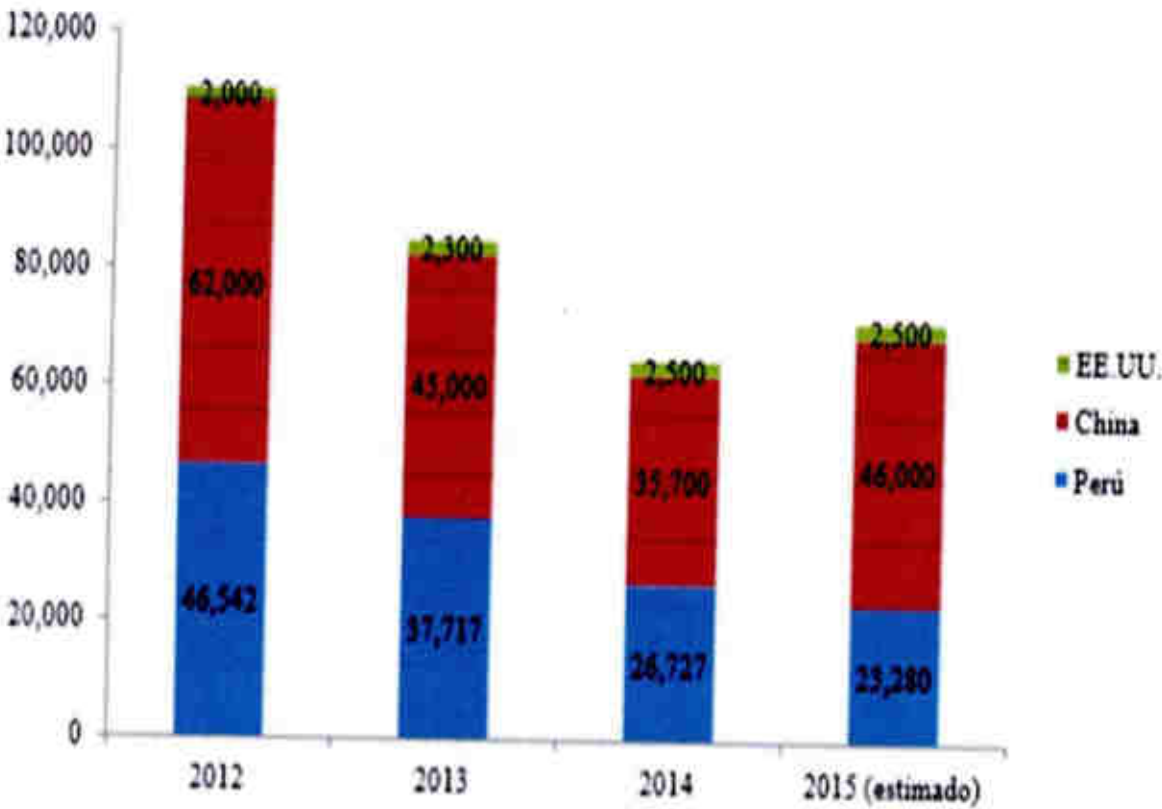


Figura 3. Exportaciones de producción local de paprika en los 3 últimos años.

2.2. OLEORRESINA DE PÁPRIKA

La oleorresina de páprika, es un producto muy importante de valor agregado para la industria alimentaria y farmacéutica. Se obtienen de especias como pimienta, clavo, cúrcuma, etc., y también de otras plantas, por medio de una extracción con disolventes orgánicos como hexano, acetona, éter o diclorometano, que después se eliminan por destilación; el producto resultante es un líquido viscoso y coloreado que contiene una mezcla de los compuestos volátiles y no volátiles de la materia prima, aun cuando no se extraen todos los responsables del aroma (Badui, 1993).

Este tipo de oleorresina se encuentra compuesta en su mayoría por diversos tipos de carotenoides, entre los que se encuentra la capsantina, principal carotenoide del pimiento común, este representa hasta el 60 % del total de carotenoides presentes. Su estructura tiene la particularidad de que el anillo de uno de sus extremos es solamente de cinco eslabones. También se encuentran los capsaicinoides, básicamente con propiedades pungentes (picantes) y pigmentantes (coloración).

En su obtención se pueden acarrear algunas sustancias indeseables que dependen de la polaridad del disolvente y del contenido de la humedad de la materia prima; las contaminaciones más importantes se deben a la presencia de taninos, azúcares, almidones, resinas y pigmentos, que se eliminan por medio de algunos tratamientos de solubilización, filtración o centrifugación; el paso que requiere de más precaución es la concentración, debido a que sus constituyentes son sensibles a las altas temperaturas y se destruyen con facilidad (Badui, 1993).

La creciente tendencia a la eliminación de los colorantes artificiales, por su toxicidad, en la industria de los alimentos ha determinado un vertiginoso crecimiento en la utilización de productos naturales. En el caso particular de la páprika su empleo es cada vez más importante en una amplia gama de industrias, tales como industrias conserveras (vegetales, cárnicas y de pescado), industrias lácteas (quesos y mantequillas), industrias cárnicas, salsas y sopas (deshidratadas o no), industria farmacéutica, industria cosmética, repostería, fabricación de suministros para salsas como mayonesa, ensaladas, salsas, comida preparada y alimentos congelados, etc. (Chepote, 1995).

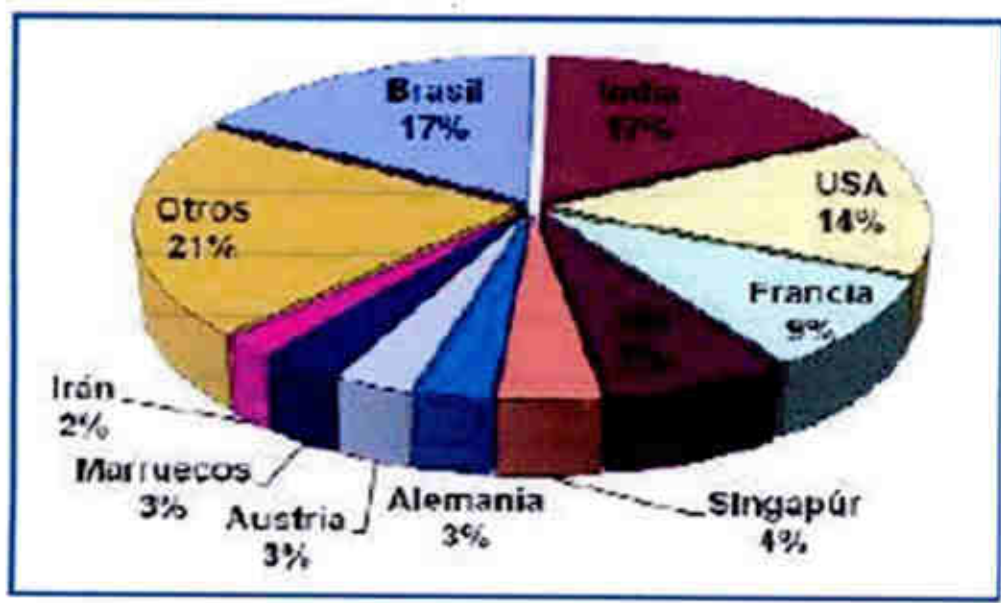


Figura 4. Principales países proveedores de oleorresinas *Capsicum*

Se sabe que la venta mundial de este aceite se sitúa entre 120 y 200 toneladas por año. La India es el primer productor de oleorresinas en el mundo, seguido por China. De hecho, es de la India de donde provienen la mayoría de las importaciones de oleorresina *Capsicum* a nivel mundial. (Minag, 2009)

2.2.1. Características de la oleorresina de páprika.

La oleorresina de páprika es soluble en aceites y grasas. Sus propiedades son las siguientes: color rojo naranja oscuro, olor agradable y característico de la páprika, sabor dulce (o algunas veces ligeramente pungente), fluye fácilmente, homogénea ligeramente viscosa, densidad 0.9400 – 0.9600 g/mL, residual a plaguicidas libre, ligera solubilidad en aceites vegetales a temperatura ambiente y buena intensidad de color, mínimo 2500 grados ASTA. (Giménez et al., 1983).

La oleorresina de páprika contiene una mezcla compleja de aceites esenciales, ceras, materiales coloreados y varios capsaicinoides. También contiene ácidos de resinas y sus esteres, proteínas, aminoácidos, terpenos. (Minag, 2009).

Un kilogramo de oleorresina *Capsicum* es equivalente a una cantidad entre 18 y 20 kilogramos de páprika bien molido, de buen grado. Esta proporción puede variar dependiendo del tipo de páprika procesado. Puede ser utilizada a temperaturas de hasta 180   C. Generalmente se empaca, almacena y transporta en contenedores de plástico (grado alimenticio) con capacidad para 2    5 kg (Minag, 2009).

Tabla 3

Grado de pungencia, contenido de capsaicina y variación de color en algunos ejemplos de Capsicum.

Clasificación	Pungencia Scoville	unidades	Contenido capsaicina %	Color
Chiles altamente pungentes	175000		100	
	105000		60	
	70000		40	
Chiles de pungencia moderada				Tiene tendencia a decrecer conforme aumenta la pungencia
	35000		20	
Chiles de pungencia media				
Paprika pungente	0		0	
Paprika dulce				

fuente. (Smith, 1982)

2.2.2. Principales oleorresinas.

Según el Centro de Comercio Internacional (1981), las principales oleorresinas son las siguientes:

- a) **Apio:** La cual es usada en la elaboración de alimentos preparados, como es el caso de sopas envasadas y salsas de carne entre otros.
- b) **Canela:** Empleada en la industria panificadora, en la fabricación de productos de confitería, encurtidos y esencias.
- c) **Cúrcuma:** Utilizada principalmente como sustancia colorante en diversos alimentos.



- d) **Paprika *Capsicum*:** Usada en la industria alimentaria y también en la industria farmacéutica. Utilizada como sustancia colorante, en especial en alimentos de servicio rápido, en la preparación de productos cárnicos, encurtidos, salsas, adobos, condimentos chutney, sopas y comidas preparadas.
- e) **Jengibre:** Es un elemento importante dentro de la preparación de productos cárnicos y alimentos elaborados al horno, encuentra aceptación también como aditivo en encurtidos y ciertas bebidas.
- f) **Nuez moscada:** Se usa en productos cárnicos, encurtidos, condimentos chutney y legumbres elaboradas, a veces también se utiliza en la industria cosmética.

2.2.3. Ventajas e inconvenientes del uso de la oleorresina de páprika.

El Centro Comercio Internacional (1986), señala entre las principales ventajas de la oleorresina las siguientes:

- a. Las oleorresinas de especias constituyen la forma líquida más concentrada de especias, reproduciendo el carácter de esta con mucha mayor plenitud que los aceites esenciales.
- b. Las oleorresinas son de empleo más económico, de más fácil control de calidad y más limpias que las especias molidas equivalentes, numerosas pruebas microbiológicas a las cuales han sido sometidas diversos tipos de oleorresinas han demostrado que son libres de materias viables.
- c. Cuando se calientan presentan una mayor estabilidad que los aceite esenciales.
- d. Puede normalizarse su sabor, lo que contribuye a minimizar las diferencias existentes entre oleorresinas de las diversas especias.
- e. Contiene antioxidantes naturales.
- f. Están exentas de enzimas

- g.* Puede almacenarse durante un periodo de tiempo prolongado sin perder sus condiciones óptimas.

En cuanto a los inconvenientes, el mismo Centro Comercio Internacional (1986), señala los siguientes.

- a.* Su elevada concentración hace difícil que las oleorresinas como tales se incorporen a las mezclas de productos alimentarios, por lo que en muchos casos se dispersan en una base seca, como por ejemplo harina. Esta característica determina además que sean difíciles de manipular y pesar con precisión.
- b.* El sabor de las oleorresinas es bastante bueno, sin embargo varía mucho según sea la materia prima de la que se haya extraído.
- c.* Su densidad varía de líquida a sólida viscosa, por lo que no son factibles de incorporar uniformemente a mezclas de productos alimenticios.
- d.* Contiene taninos, excepto cuando se les somete a tratamiento especial.
- e.* La calidad del sabor depende básicamente del disolvente que se emplea durante la extracción.

2.3. COMPOSICIÓN DE LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA

Si bien la composición química cuantitativa de la oleorresina de páprika puede variar de acuerdo a la calidad, cualitativamente siempre responde a los siguientes componentes Chepote (1995).

2.3.1. Capsaicina.

La capsaicina es el componente responsable de la sensación picante de los ajíes, la cual incluso llega a ser utilizada como analgésico tópico (Cisneros et al., 2007). Además de su importancia como alimento, se ha reportado que la especie es utilizada como medicamento entre las comunidades indígenas de México Centro y Sudamérica (Chávez et al., 2004).

Cabe señalar que la medicina tradicional le atribuye propiedades irritantes, axantes, rubefacientes y expectorantes. Se utiliza para tratar ciertas enfermedades culturales como “mal de aire y mal de ojo” y enfermedades de la piel como: la erisipela, erupciones, heridas externas, llagas infectadas, vesicante (Waizel y Camacho, 2011).

Entre los años 1950 y 1960, en donde no se contaba con la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), la separación se realizaba en placas de sílice y luego se cuantificaba la capsaicina presente por espectrofotometría (Mile y André, 1975).

El análisis de capsaicina o compuestos capsaicinoides se realizó en las décadas de los 80's y 90's por espectrofotometría, cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). (López y Martínez, 1999). La cuantificación de la capsaicina se determina mediante las unidades de pungencia Scoville (SHU).

2.3.1.1. Propiedades físicas.

La capsaicina posee una fórmula molecular $C_{18}H_{27}NO$, a la cual le corresponde un peso molecular de 305,40 g/mol, su punto de fusión es 65 °C y el de ebullición está entre 210-220 °C, la presión de vapor a 25 °C no es significativa, posee un color rojónaranja, pudiéndose almacenar durante años en forma estable.

La capsaicina es ligeramente soluble en agua, pero soluble en grasas, alcoholes y aceites. La capsaicina puede estar en presencia de 5 compuestos como pueden ser: Capsaicina 69%, Dihidrocapsaicina 22% y tres componentes minoritarios: Nordihidrocapsaicina 7%, Homocapsaicina 1% y Homodihidrocapsaicina 1%. (López, 2012).

2.3.1.2. Propiedades químicas.

La capsaicina o también *trans*-8-metil-N-vainillil-6-nonenamida es el componente responsable del comportamiento picante, en mayor o menor grado, de los frutos de la familia *Capsicum*, localizándose, fundamentalmente, en sus semillas y membranas. Es un compuesto orgánico de nitrógeno de naturaleza lipídica (López, 2012).

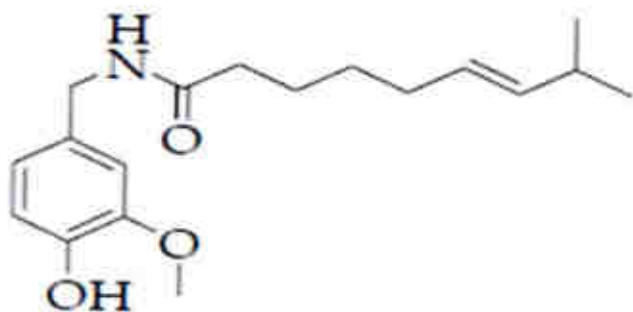


Figura 5. Estructura química de la Capsaicina (López, 2012).

El nombre fue aplicado, en 1876, a un compuesto incoloro aislado de la oleorresina del *Capsicum*. En los años 60 el compuesto natural fue adecuadamente caracterizado.

La capsaicina purificada, diluida cien mil veces, sigue siendo tan activa que aún es capaz de producir ampollas en la lengua. La capsaicina es la responsable de la sensación de ardor, e incluso dolor, en la mucosa oral. Estimula las secreciones gástricas y, si se usa en exceso, ocasiona inflamación, favorece en el cerebro la producción de endorfinas, que son moléculas que promueven la sensación del bienestar (López, 2012).

2.3.1.3. Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).

El sistema de cromatografía líquida de alta eficiencia es una técnica cromatográfica que permite trabajar con diferentes modalidades de cromatografía: adsorción, reparto, intercambio iónico y filtración molecular. Para realizar esto, sólo es necesario cambiar el tipo de fase estacionaria y la utilización de eluentes adecuados.

Las principales ventajas son las siguientes, según (López y Martínez, 1999).

- ✓ Capacidad de separación bastante elevada
- ✓ Separaciones a temperatura ambiente
- ✓ No está limitada a la volatilidad o a la estabilidad térmica de las sustancias
- ✓ Rapidez y reproducibilidad de los análisis
- ✓ Las muestras no son destruidas por el detector y pueden ser recogidas y utilizadas puras (separaciones en escala preparativa).

El análisis cuantitativo se realiza, normalmente, a través de la técnica de alibración con patrón externo. Se preparan como mínimo tres soluciones de un patrón y la sustancia que va a ser analizada, con una concentración conocida y cada una de ellas se inyecta por triplicado en el cromatógrafo. Se elabora una curva de calibración con los valores medios de tres determinaciones del área o altura del pico, versus

concentración. Una vez construida esta curva, la o las sustancias se pueden cuantificar a través de su inyección en el sistema y la lectura del área de la señal correspondiente. Interpolando el valor en la curva de calibración se obtiene la cuantificación de la sustancia en el fitocomplejo, con alto grado de exactitud y reproducibilidad. (López y Martínez, 1999)

Las separaciones por cromatografía líquida de alta eficiencia son realizadas, normalmente, a temperatura ambiente. Incluso sustancias termolábiles van a pasar por el sistema cromatográfico, sin que ocurra degradación, por lo cual, es bastante recomendable el uso de productos fitoterapéuticos. El proceso puede ser automatizado, lo que permite una mejor reproducibilidad de los resultados (López y Martínez, 1999).

2.3.1.4. Unidades de pungencia Scoville (SHU).

También el método Scoville es actualmente conocido como el método (*Estándar Internacional ISO 3513-1977*) para la aplicación en extractos o productos de ají para evaluar su grado de pungencia. Este método fue nombrado por Wilbur Scoville, quien desarrolló el examen organoléptico Scoville en 1912 (Núñez et al., 2003).

Actualmente, ya no se utiliza la medida organoléptica, se utilizan métodos de análisis cuantitativo. El capsicum de la especie ahora es medido, generalmente, por el método de cromatografía líquida de alta eficiencia (*HPLC*). Esto identifica y mide los productos químicos que producen la pungencia. Entonces se utiliza un factor matemático, según su capacidad relativa de producir una sensación.

Según este método, se debe convertir a Unidades Scoville para determinar el grado de pungencia de las muestras analizadas, para ello se considera que una parte por millón (1ppm) de capsaicina equivale a 15 Unidades Scoville (SHU). (Batchelor y Jones, 2000).

Tabla 4

Escala Scoville y las principales especies/variedades del Capsicum

Unidad Scoville	Variedad/Chile
850 000 – 1 001 304	Bhut Jolokia (India, Sri Lanka)
350 000 – 570 000	Red Savina Habanero (California, USA)
100 000 – 350 000	Chile Habanero
100 000 – 325 000	Scotch Habanero
100 000 – 200 000	Chile Jamaicano
50 000 – 100 000	Chilpete, Piquín, Chile Thai
30 000 – 50 000	Pimienta Cayanna, Chile Tabasco
10 000 – 30 000	Chile Serrano, Chile de árbol
2 500 – 8 000	Chile Jalapeño
2 500 – 5 000	Salsa Tabasco
1 000 – 1 500	Chile Poblano
0	Chile Dulce (Pimiento dulce, Chile verde)

Fuente: Peralta (2007).

2.3.2. Pigmentos carotenoides.

Constituye el criterio básico de calidad de estos productos, desde el punto de vista comercial. De todos los métodos de análisis, los más reconocidos son tres: el método ASTA, el método ESTANDAR y el método propuesto por la Asociación de Aceites Esenciales. (Hendry y Houghton, 1991).

Las oleorresinas se consiguen como soluciones liposolubles estandarizadas con aceite vegetal de acuerdo a su fuerza colorante, la que es valorada en múltiplos de 250 unidades de color ASTA, siendo las de 1 000, 1 500, 2 000 y 2 500 las más comerciales. Un extracto de fuerza colorante de 10 000 unidades de color tiene un contenido aproximado de 10% en peso de carotenoides. Oleorresinas solubles en agua. (Hendry y Houghton, 1991).

Dentro de este grupo de sustancias, que constituyen casi exclusivamente el criterio de calidad de la oleorresina, se puede establecer la siguiente división según, (Hendry y Houghton, 1991).

a) **Carotenos:** En este grupo encontramos el beta caroteno, colorante provitaminico que, en el organismo animal proporciona la vitamina A, y que se encuentra en un nivel del 8 al 23 % del total de pigmentos.

b) **Xantófilas:** Podemos subdividirlos en dos grupos: Rojas: capsantina (52-60% del total de pigmentos), capsorrubina (10-18%); Amarillas: criptoxantina (3-5%), zeaxantina (8-10%), luteina y violaxantina, estas dos últimas en menores cantidades.

La mayoría de estos carotenoides se encuentran esterificados, lo que los hace liposolubles. Si bien se ha mencionado sólo los carotenoides principales, se ha logrado separar por HPLC.

c) **Ácidos grasos:** Láurico, mirística, palmítico, heptadecanoico (sólo a veces), esteárico, oleico, linoleico y linolénico.

d) **Vitaminas:** Dentro del grupo de vitaminas liposolubles sólo se encuentra vitaminas A y D en oleorresinas de páprika comerciales, pero no está claro si su presencia se debe a la adición de aceites vegetales con que suele diluirse la oleorresina de páprika.

2.3.2.1. Colorantes naturales.

Son colorantes orgánicos derivados de fuentes naturales comestibles usando métodos reconocidos de preparación de alimentos. Por ejemplo curcumina (derivado de la cúrcuma), bixina (derivado de las semillas de achiote), carmin, betalainas y antocianinas (derivado de frutas rojas). Son colorantes naturales ampliamente utilizados en los productos alimenticios (Hendry y Houghton, 1991).

Las principales razones por las que se añaden colorantes a los alimentos son:

Para asegurar la uniformidad de color en el alimento de lote a lote.

Para reforzar un color existente en los alimentos que el consumidor espera que sea

3. Para restaurar la apariencia original de un alimento que ha perdido su color durante el procesamiento.

4. Para dar color a ciertos alimentos que de otro modo serían incoloros. En el área de alimentos, la aplicabilidad de los colorantes es evidente y se usan como aditivos.

En general, un aditivo es aquella sustancia que se añade de manera intencional a los alimentos, por lo general en pequeña cantidad, para mejorar su apariencia, sabor, color, para ayudar a su preservación, etc., de acuerdo con el Codex Alimentarius (1988).

2.3.2.2. Colorantes sintéticos.

En los últimos años la preocupación por la seguridad de los alimentos, y la presión del público, ha llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y sustituir cuando es tecnológicamente factible los colorantes artificiales por otros naturales. Además, son más resistentes que los colorantes naturales.

Precisamente la preocupación por su seguridad ha hecho que los colorantes artificiales hayan sido estudiados en forma exhaustiva en lo que respecta a su efecto sobre la salud, mucho más que la mayoría de los colorantes naturales. Ello ha llevado a reducir cada vez más el número de colorantes utilizables, aunque al contrario de lo que sucede en los otros grupos de aditivos, existan grandes variaciones de un país a otro.

Por ejemplo, en los Países Nórdicos están prohibidos prácticamente todos los colorantes artificiales, mientras que en Estados Unidos no están siendo autorizados algunos de los colorantes que se usan en Europa pero sí lo están otros que no se utilizan en el Perú.

En España la cantidad total de colorantes artificiales está limitada en cualquier producto alimentario. Además cada colorante tiene por sí mismo un límite que varía según la sustancia de que se trate y del alimento en el que se utilice. La tendencia actual es a limitar más los productos utilizables como las cantidades que pueden añadirse. (Hart y Fisher, 1971). Son los colorantes que no se encuentran en la naturaleza y son producidos por síntesis química. Ejemplo: Tartrazina, eritrosina, etc.

III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en los laboratorios de Química de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial y en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas, en el periodo de Marzo a julio del 2014.

3.2. MATERIA PRIMA, EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.2.1. Materia prima.

Se trabajó con páprika, variedad *Pendulum*, deshidratado, el mismo que fue adquirido en el sector San Gabriel - Pachachaca, distrito y provincia de Abancay, región Apurímac.

3.2.2. Equipos e instrumentos.

- Secador de bandejas
- Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), marca DAD
- Espectrof  t  metro Ultravioleta Visible
- Balanza analítica, marca OHAUS (AdventurerTM), capacidad máxima 210 g.
- Balanza 5 Kg.
- Tamices, marca Tyler 0.15 a 0.25 mm de diámetro.
- Evaporador rotatorio al vacío, marca Büchi
- Baño maría
- Equipo de baño ultra sonido
- Papel filtro Whatman N   02 y 04

- Equipos de laboratorio necesarios para los análisis correspondientes (buretas, pipetas, tubos de ensayo, gradillas, matraces, etc).
- Mezclador marca vórtex de 230 Volt.
- Molino de disco, marca GP DISK MILL, modelo FFC-15.

3.2.3. Reactivos.

Se utilizaron los reactivos necesarios para los análisis físico-químicos de acuerdo a las exigencias de la metodología.

3.2.4. Solventes.

Hexano y etanol. En la Tabla 5 se puede apreciar las características de cada uno de estos compuestos.

Tabla 5

Características físico - químicas del hexano y etanol

Propiedades físico-químicas	Hexano (C ₆ H ₁₄)	Etanol (C ₂ H ₅ OH)
Zona de ebullición	66-69 °C	78-79 °C
Densidad	0.66-0.668	0.789-0.79
Materias no volátiles	0.00%	Max. 0.001%

3.2.5. Indumentarias

- Mandil
- Gorra
- Respirador RS-100, marca Segurindustrial.
- Guantes.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La recolección de páprika se realizó mediante muestreo no probabilístico a partir de plantas de 6 meses de edad, teóricamente con índice de madurez apropiado. La recolección se hizo con los pedúnculos y algunas hojas, a partir de allí se realizaron el muestreo al azar.

3.4. METODOLOG   EXPERIMENTAL

3.4.1. Materia prima.

Se determinó la humedad de la materia fresca con la finalidad de conseguir la diferencia de extracción del agua en el proceso de secado.

La metodología a seguir para el proceso de extracción de oleoresina de paprika se detalla en la siguiente:

- a. Pesado:* La materia prima recibida, se pesó con fines de control.
- b. Selección:* Se seleccionó los mejores frutos de páprika, de las deterioradas y de bajo color.
- c. Despedunculado y despepitado:* La materia fue despepitada y despedunculada. Como todo color reside en la cáscara, se hizo conveniente eliminar la mayor proporción posible de pedúnculos y semillas, a fin de concentrar el poder colorante de la oleoresina, factor primordial en la asignación de calidad y precio del producto.
- d. Lavado:* Los frutos fueron lavados por inmersión y aspersión con agua potable para facilitar la eliminación de impurezas adheridas al fruto como: tierras, piedras y demás materias orgánicas que está presente con el fruto.
- e. Secado:* Se utilizó el secador de bandejas de la Dirección Regional de

  n del Gobierno Regional Apurímac. Mediante esta operación se buscó

reducir el agua entre el 5% y 12% en el pericarpio., con la finalidad de interrumpir los procesos de degradación causados por enzimas o fermentos, impidiendo el desarrollo de microorganismos y las reacciones de oxidación y posteriormente convertido en harina.

Los parámetros de proceso, temperatura 50 °C y tiempo de secado 6 horas, fueron recomendados por Fopex (1983).

f. Molido: La molienda tuvo como objetivo la disminución del tamaño de las partículas del fruto para adecuarlas a la etapa siguiente del proceso de extracción. Se utilizó un molino de discos, luego esta fue seguida por el juego de tamices de la serie Tyler, el tamaño fue 0.15 a 0.25 mm. Lo cual fue recomendado por Salmerón y Remojaro (1975), quienes determinaron que cuando la extracción se efectúa sobre partículas de este tamaño se obtienen resultados más satisfactorios. La páprika convertida en harina fue evaluada por análisis físico-químicos como: humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra.

g. Extracción: La extracción de oleorresina de páprika, se realizó por el método de lixiviación, con agitación continua, con el fin de lograr un contacto constante y uniforme entre el solvente y el producto molido. El método consiste en una extracción de tipo sólido-líquido. La lixiviación normalmente es utilizada para separar el soluto deseado o eliminar un soluto indeseable de la fase sólida, ésta se pone en contacto con una fase líquida. Ambas fases entran en íntimo contacto y el soluto o solutos se difunden desde el sólido a la fase líquida, lo que permite una separación de los componentes originales del sólido. (Gildardo et al., 2009)

Los parámetros evaluados fueron:

Solvente: hexano y alcohol etílico

Relación materia prima: solvente: 1:3 y 1:4

Temperatura de extracción: 50 y 60 °C.

- h. Filtración:* La filtración tiene por objeto separar las partículas sólidas de la mezcla obtenida. Se utilizó el método de filtración al vacío, en el cual se empleó como medio filtrante papel Whatman N° 2, colocado en un embudo Büchner.
- i. Evaporación:* Para eliminar toda la traza de solvente se optó por la volatilización del solvente con un evaporador rotatorio al vacío. Se eligió este método por tratarse de muestras pequeñas de oleorresina.
- j. Envasado:* Posteriormente se procedió al envasado de las muestras en frascos de color ámbar y se realizó un tapado hermético a las 24 muestras obtenidas como producto final, con el propósito de evitar deterioro y oxidación.

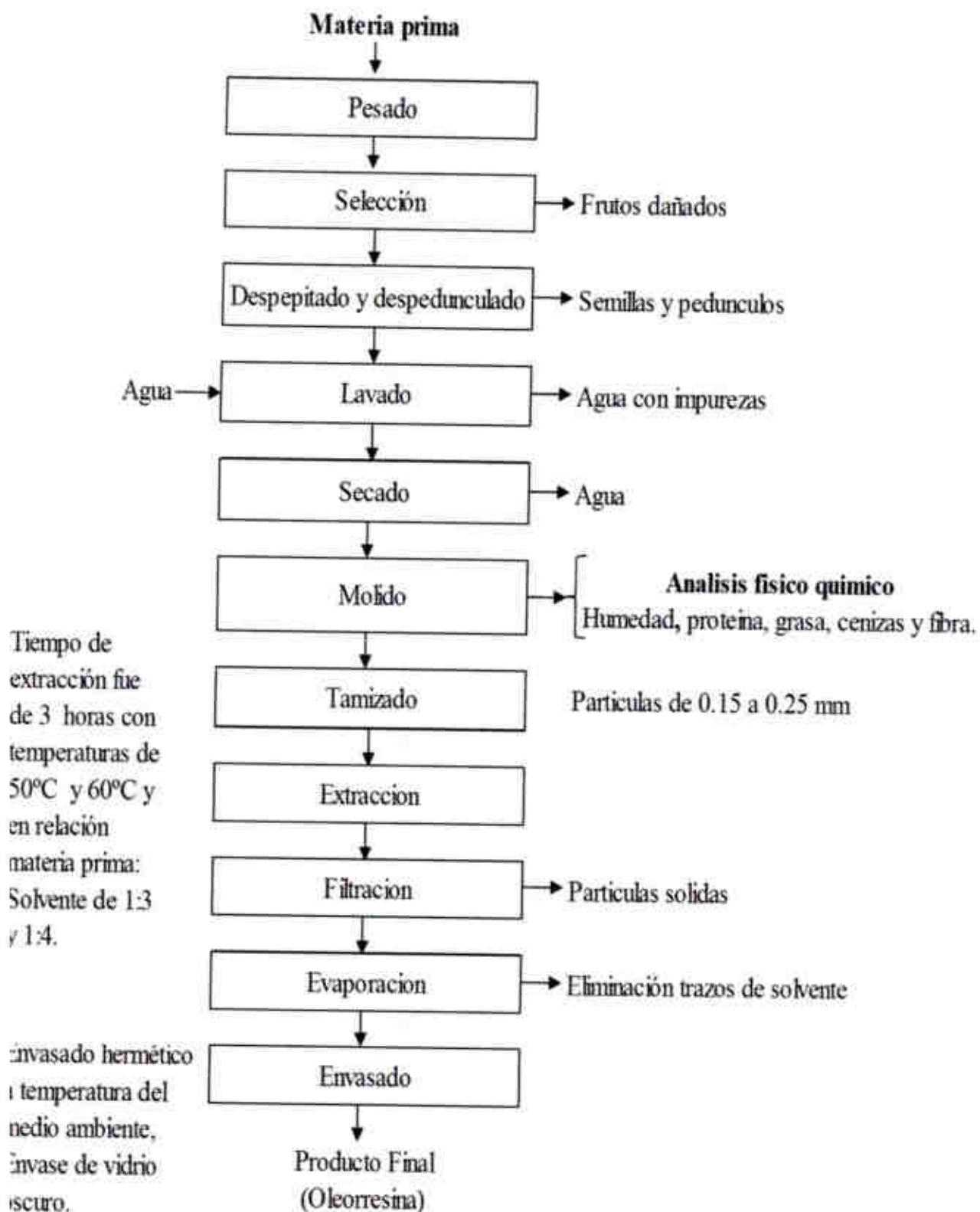


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de oleoresina de páprika.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LA OLEORRESINA

3.5.1. Determinación del rendimiento de la oleorresina de páprika

3.5.1.1. Fundamento.

Es un método que determina la cantidad máxima del producto obtenido, mediante una descripción de la relación del peso final e inicial, que sirve para medir la efectividad de un procedimiento.

3.5.1.2. Procedimiento.

Para la determinación del porcentaje de rendimiento de oleorresina se requiere la masa de materia prima utilizada en el proceso extractivo y la masa de la oleorresina recuperada. Esta operación se logró realizar con el empleo de una balanza analítica, obteniéndose los pesos respectivos, y se aplicó la siguiente formula.

$$\%R = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100$$

Dónde:

%R: Porcentaje de rendimiento

P_i: Peso inicial de páprika en polvo (g)

P_f: Peso final de la oleorresina extraída (g)

3.5.2. Determinación de color por el método grados ASTA.

3.5.2.1. Fundamento.

Es un método que determina la calidad y el precio del pimentón, dependen de la intensidad del color, que puede medirse siguiendo el procedimiento establecido por ASTA (American Spice Trade Association, 1986). Expresa el contenido total de carotenoides, factor importante en el aspecto agroindustrial y comercial.

3.5.2.2. Procedimiento.

Pesar exactamente la muestra de 50 a 80 mg en un matraz volumétrico fiola de 100 mL y enrasar al volumen con acetona. Hacer la extracción en un tiempo mínimo de 15 minutos, agitando ocasionalmente. Con una pipeta de 10 mL, transferir 10 mL del extracto en otro matraz volumétrico fiola de 100 mL y enrasar al volumen con acetona. Filtrar el extracto diluido usando papel Whatman No.40; desechar 10 a 15 mL del primer filtrado. Decantar una porción del filtrado en una celdilla y medir la absorbancia a 460 nm, usando acetona como blanco.

Determinación de la absorbancia de la solución estándar de color a 460 nm.

Cálculos:

$$\text{Color ASTA} = \frac{A_{460nm} \times 164 \times If}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

Dónde:

A_{460nm} : absorbancia del extracto de acetona a 460nm.

If : factor de corrección instrumental (0.600/ A_s).

A_s : absorbancia de la solución estándar de color.

3.5.3. Cuantificación de capsaicina.

Se determinó de acuerdo al método de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPCL). López et al., (1996) mencionan que el HPCL es el más empleado en la caracterización del contenido de capsaicinoides en las diferentes variedades de *Capsicum*.

3.5.3.1. Fundamento.

Es un tipo de cromatografía en columna utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

3.5.3.2. Procedimiento.

a) Preparación de solución Stock.

Se pesó 4,3 mg de estándar capsaicina en un balón de 25 mL. Seguidamente se enrasó con etanol y se identificó. La solución resultante presentó una concentración de 144 ppm.

b) Preparación de estándares.

A partir de la solución Stock se realizaron las diluciones pertinentes para obtener soluciones más diluidas, siendo las diluciones 0,1 mg, 0,5 mg y 1 mg.

c) Curva de Calibración.

Se inyectaron 10 μ L de cada uno de los estándares y se realizó una correlación de mínimos cuadrados entre la concentración de capsaicina y su respectiva área de pico presente en el cromatograma obtenido. Teniendo así las referencias necesarias para las mediciones de las muestras posteriores.

d). *Cuantificación de muestras*

Preparados los estándares las muestras fueron diluidas en 10 mL de etanol, ya que se encontraban lo más homogéneas posible y se trasvasaron cuantitativamente a un balón de 15 mL, se enrasaron con etanol. De cada uno de éstos balones se tomaron alícuotas de 1 mL y se transfirieron a balones de 15 mL, las soluciones fueron filtradas para eliminar las partículas pequeñas en la solución.

Las soluciones fueron envasadas y etiquetadas en viales de 2 mL. Estos viales fueron tapados y colocados en la canasta del automuesteador, y el instrumento fue programado para trabajar bajo las siguientes condiciones:

Tabla 6

Condiciones de análisis capsaicina HPLC-DAD.

Fase estacionaria	Columna Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 150 mm ID x 12.5 mm
Fase móvil	Acetonitrilo
Flujo de columna	1.500 mL/Min.
Longitud de onda	228 nm
Temperatura de la columna	50 °C
Volumen de inyección	10 µL
Solvente A	60% H ₂ O
Solvente B	40% Acetonitrilo

3.4.5.2. Cálculo de las unidades de pungencia Scoville (SHU)

Para determinar el valor de pungencia en unidades Scoville (SHU) en la oleorresina de páprika, se requirió la concentración de capsaicina presente reportada en ppm a partir del análisis de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) y ese dato se multiplica por un factor 15 a cada una de las muestras.

$$\text{Unidades de pungencia Scoville (SHU)} = \text{Capsaicina (ppm)} * 15$$

En este sentido una ecuación referencial es:

$$1 \text{ ppm capsaicina} = 15 \text{ unidades Scoville.}$$

El rango de unidades Scoville (SHU) aceptado internacionalmente para chiles frescos de buen grado es de 2500 a 5000 SHU (Peralta, 2007).

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.6.1. Factores de estudio y variables respuesta.

El modelo experimental muestra el número de tratamientos, que tiene por finalidad encontrar una mejor combinación de las variables en estudio, es decir, temperatura, relación materia prima/solvente y tipo de solvente empleado, que permitan una máxima solubilización y separación de oleorresina de la páprika en polvo, resultando en alto rendimiento de oleorresina extraída como producto final.

En tal sentido se estudiaron tres factores en un método de extracción de oleorresina de páprika, con dos niveles por cada factor, con un total de 8 tratamientos de tres repeticiones cada uno, haciendo un total de 24 unidades experimentales.

Las variables respuesta fueron el porcentaje de rendimiento de oleorresina, cantidad de capsaicina y la intensidad de color, las cuales fueron evaluadas en el producto final, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7

Niveles de los factores de estudio y variables respuesta de la investigación.

Factores de estudio	Niveles de factor	Variables respuesta
Temperatura de extracción (��C)	50, 60	Rendimiento del producto (%)
Tipo de solvente (mL)	Hexano, etanol	Contenido de capsaicina (SHU)
Relación MP:solvente (g-mL)	1:3, 1:4	Intensidad de color (grados ASTA)

3.6.2. Diseño experimental.

El método estadístico que se empleó para el análisis y discusión de resultados fue el diseño factorial 2^3 , que estudia tres factores en dos niveles cada uno, en total comprende 8 tratamientos. Para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones, resultando 24 unidades experimentales.

3.6.3. Análisis de datos.

Para el estudio de los datos se empleó el software estadístico Statgraphics Centurión Versión 16.1.11 (Stat Point Technologies, 2010). La comparación de los datos obtenidos de rendimiento, grados de color ASTA y cantidad de capsaicina en el producto final, se llevó a cabo por medio de un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, con prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia, con la finalidad de identificar y seleccionar el tratamiento con mejores características. Se tomó un nivel de confianza del 95% en el análisis de varianza.

En todos los análisis estadísticos, las condiciones de decisión de la hipótesis fueron los siguientes:

- Si $p\text{-valor} < \alpha$, o su equivalente $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p\text{-valor} > \alpha$, o su equivalente $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Dónde:

$\alpha = 0,05$ de nivel de significancia para ambos casos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MATERIA PRIMA FRESCA

4.1.1. Humedad

El valor de humedad del pericarpio fresco antes de llevar al proceso de secado fue 88%. Estudios de planificación y diseño de una planta de secado solar para p  prikas expresan un contenido de humedad del pericarpio fresco de páprika que oscila entre 80 a 90% antes de ser secado Hart y Fisher (1971), por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del promedio deseado.

4.1.2. Componentes estructurales de páprika fresco.

En la Tabla 8 se puede observar la composición estructural del producto fresco en relación a la materia prima utilizable: así pues tenemos que 70% corresponde al pericarpio, 24% a las semillas y 6% a los pedúnculos. Estos datos concuerdan con lo relatado por Hart y Fisher (1971) para paprika.

En la Tabla 9 se aprecia el rendimiento que se obtiene desde pericarpio fresco como materia prima hasta pericarpio seco en polvo, llegando a establecerse una relación entre el rendimiento de materia prima y producto terminado.

Tabla 8

Componentes estructurales de la páprika

Nombre	Porcentaje (%)
Producto fresco entero	100
Pericarpio	70
Semillas	24
Pedúnculos	6

Tabla 9

Rendimiento del pericarpio seco en polvo con respecto a la materia prima

Producto	Peso (Kg)	Rendimiento (%)
Páprika fresco	20	
Páprika deshidratado	11,025	55,13
Páprika molido	10	50

4.2. PERICARPIO SECO MOLIDO

4.2.1. Análisis proximal.

En la Tabla 10, se observa los valores obtenidos de los análisis físico-químicos realizados. Porcentajes similares fueron encontrados en las diversas fuentes bibliográficas revisadas. Tandon (1964) expresa valores de la composición básica del pimentón de diversas variedades.

De los resultados se puede apreciar que el contenido de fibra bruta 16,70% se encuentra dentro de los rangos establecidos por estudios precedentes sobre la composición de páprika. Un porcentaje más alto o más bajo que el promedio nos da un criterio en la detección de adulteración con otro tipo de materiales Hart y Fisher (1971). Del mismo modo en el estudio realizado por López et al. (2010), el contenido de fibra, 16,294%, también es coincidente con el presente estudio realizado.

Otro valor útil en el proceso de evaluación de la calidad de la materia prima es el que se refiere a las cenizas, Gerhardt (1975) explica que un valor demasiado alto de cenizas para especias en general es un exponente de suciedad.

El contenido de cenizas totales en el presente estudio fue 3,82%, valor que está dentro de los rangos encontrados en la bibliografía base, los cuales fluctúan entre 2 y 7 %. Tandon (1962) reporta valores de cenizas totales de 6,27% para páprika de la India. López et al. (2010) relata resultados de contenido de cenizas 5,809%.

Yamamoto (2010), cita datos de la harina de páprika en polvo con un valor 5,809% de cenizas, lo cual no diferencia significativamente del resultado obtenido.

En cuanto a la proteína, el valor 6,04% se encuentra también dentro de los rangos establecidos en base a estudios anteriores. Los estudios de composición química del pericarpio seco molido realizados por López et al. (2010), presentan como resultado en proteínas 8,31%, que también está cerca al dato encontrado en este estudio. Tard  n (1962), indica que la grasa se encuentra presente en el pericarpio deshidratado en un porcentaje de 10 a 18%, similarmente en nuestro estudio se determinó 10,60% de grasa.

Tabla 10

Análisis fisicoquímico de harina de páprika, variedad Pendulum

Harina de páprika	Cantidad (%)
Humedad	12,1
Proteína	6,04
Grasa	10,6
Ceniza	3,82
Fibra	16,7
Carbohidratos	67,44

4.3. EXTRACCIÓN

Si bien es cierto el rendimiento es un factor importante en el proceso de selección de los mejores parámetros de extracción, en términos económicos es de mayor importancia el color, puesto que este determina la calidad del producto, su aceptación y cotización en el mercado (Fopex, 1986). En el estudio realizado, los parámetros óptimos de extracción fueron aquellos donde se obtuvieron los mejores resultados de rendimiento, color y contenido de capsaicina.

4.3.1. Efecto de solvente, relación materia prima/solvente y temperatura sobre el rendimiento de extracción de oleorresina de paprika.

a. Solvente.

El rendimiento varió según el solvente utilizado. En la Tabla 11 se observa que las pruebas realizadas con etanol presentaron datos más altos en el rendimiento de la oleorresina de páprika, alcanzando valores promedio de 16,653% hasta 28,175%, mientras los datos obtenidos con hexano distan significativamente llegando a tener un rendimiento promedio de 6,969% hasta 15,193%.

Tabla 11

Porcentaje promedio de la determinación de rendimiento de oleorresina de páprika

Solvente (mL)	Relación MP/Solvente g/mL)	Temperatura (��C)	Rendimiento promedio (%)
Hexano	1:3	50	10,582 $\pm$ 1,824
		60	6,969 $\pm$ 0,526
	1:4	50	15,193 $\pm$ 2,123
		60	12,827 $\pm$ 0,587
Etanol	1:3	50	19,773 $\pm$ 0,548
		60	16,653 $\pm$ 0,926
	1:4	50	28,175 $\pm$ 0,643
		60	22,962 $\pm$ 1,245

David (1962) alcanzó un valor de 17,46% para el rendimiento de extracción de oleorresina de páprika utilizando como solvente etanol, mediante método de percolación. Fopex (1986), considera un rendimiento estimado de 4% de oleorresinas, utilizando hexano como solvente y el método de extracción por lixiviación y condensación.

Yamamoto (2010), en el estudio realizado obtuvo 15,603% de oleorresina, utilizando como solvente etanol y con hexano llegó a obtener rendimiento de 6,013%.

De la Cruz (2011), evaluó el porcentaje de rendimiento de la oleorresina de chile blanco (*Capsicum annuum* L.), utilizando como solvente soluciones de alcohol etílico-agua, a escala laboratorio en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, y al realizar el análisis estadístico logró determinar que el porcentaje de rendimiento de oleorresina depende solamente del tipo de solvente a usar, relatando valores promedio entre $20,01 \pm 0,54\%$ y $40,04 \pm 3,95\%$. Similar comportamiento fue observado en el presente estudio donde el rendimiento de oleorresina dependió del tipo de solvente utilizado, obteniéndose hasta 28,175%, al usar como solvente etanol.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son próximos a los valores obtenidos en estudios realizados por los autores mencionados líneas arriba. Sin embargo, hay una diferencia significativa de valores obtenidos con el solvente etanol, teniéndose un rendimiento máximo de 28,175%.

Según David (1986) las diferencias que existen entre un valor y otro dependen exclusivamente de la relación materia prima/solvente establecida, método usado en el proceso de extracción, temperatura y calidad del solvente.

La Tabla 1, anexo 4. ANOVA descompone la variabilidad de rendimiento en contribuciones debidas a varios factores. El p-valor para el solvente es menor que 0.05, indicando que este factor tiene un efecto o influyen estadísticamente significativo sobre rendimiento de oleorresina de páprika con 95.0% de nivel de confianza.

b. Relaci3n materia prima/solvente.

En la Tabla 11 se presentan los valores promedio de rendimiento (%) a diferentes relaciones materia prima:solvente, observándose que el valor más alto de rendimiento fue 28.175%, correspondiendo a una relaci3n 1:4, mientras que el resultado más bajo fue 6.969%, que corresponde a una relaci3n 1:3.

En cuanto a la materia prima: solvente sobre el rendimiento en el proceso de extracción se puede establecer que existen altas significancias en el intervalo de valores estudiados. Pruebas estadísticas realizadas, tal como la prueba de comparación de medias de Tukey, indicaron que tanto para el etanol como hexano es más conveniente trabajar con una relación materia prima solvente 1:4. Existiendo por consiguiente una relación directamente proporcional entre la cantidad de solvente utilizado y el rendimiento del producto.

La Tabla 1, anexo 4. ANOVA descompone la variabilidad rendimiento en contribuciones debidas a varios factores. El p-valor para relación materia prima /solvente es menor que 0.05, indicando que este factor tiene un efecto o influye estadísticamente alto significativo sobre rendimiento a 95.0% de nivel de confianza. Estos resultados tienen relación con relatos de Salmeron et al., (1975) Quienes concluyen que a mayor contacto del solvente con el soluto, mayor será el rendimiento de extracción de oleorresina. Sin embargo, no significa que a niveles ilimitados de solvente la extracción será mejor, obviamente existe un punto en el cual el incremento del rendimiento ya no se presenta al trabajar con mayores cantidades de solvente. El efecto de incrementar la relación cantidad de solvente para igual cantidad de muestra, respectivamente incrementa el rendimiento.

Es importante indicar que en la presente investigación no se ha trabajado con una relación materia prima solvente mayor a 1:4, por cuanto en estudios precedentes en a mayoría de los casos se emplearon relaciones 1:2 y 1:3 y además, según Gorriti (1993) un exceso de solvente puede provocar una extracción adicional de otros componentes que incrementa el rendimiento, pero no necesariamente la calidad del producto. Por otro lado, el empleo de una mayor cantidad de solvente elevaría considerablemente los costos de producción.

Treybal (1973) Manifiesta que una relación materia prima:solvente 1:4 permite obtener una solución más fluida, favoreciendo el intercambio de la materia grasa con el líquido extractor, permitiendo una mejor y mayor extracción.

Trabajando con la relación 1:4 se obtuvo rendimiento hasta 28.175% en las pruebas con etanol y 15.193% en la pruebas realizadas con el solvente hexano, valor que dista significativamente del estudio realizado por Yamamoto (2010) quién relata un valor 15,603% de oleorresina, utilizando el mismo solvente e igual relación materia prima/solvente.

c. Temperatura.

En la Tabla 11 se presentan los valores promedios de los diferentes ensayos realizados, a diferentes combinaciones de temperatura. Se observa que conforme aumenta la temperatura se reduce los valores de rendimiento. A 50 °C los rendimientos fueron considerablemente mayores en relación a 60 °C.

Según Bernardini (1981) este comportamiento puede deberse a que algunos materiales, tales como grasa, oleorresinas, colorantes, etc. tienen ciertos compuestos termolábiles que se desestabilizan a determinadas temperaturas, mostrando una tendencia inconstante.

Los datos correspondientes a temperatura de extracción presentan valores altamente significativos en el análisis de varianza de a variable rendimiento. Al someterse los resultados a la prueba de Tukey, se observó que a temperatura 50 °C se lograron los mejores resultados, por lo que, estadísticamente, queda comprobado que la mejor temperatura para trabajar es 50 °C, obteniendo mayor porcentaje de rendimiento.

A 50 °C y trabajando con etanol, la relación materia prima:solvente 1:4, se obtuvieron máximos rendimientos, 28.175 %.

En la Tabla 1 del anexo 4, ANOVA descompone la variabilidad de rendimiento en contribuciones debidas a varios factores y el p-valor para temperatura (T) es menor que 0.05, e indica que este factor tienen efecto o influye estadísticamente alto significativo sobre rendimiento con 95.0% de nivel de confianza.

Según Yamamoto (2010) en el estudio realizado obtuvo 15,603% de oleoresina, utilizando temperatura 60 °C y a temperatura de 50 °C obtiene 13,825%, no existiendo diferencia significativa.

4.3.2. Efecto del solvente, relación materia prima/solvente y temperatura sobre la cuantificación de capsaicina de la oleoresina obtenida.

a) Solvente.

En la Tabla 12, se observa que el máximo nivel de pungencia fue 13 880,170 unidades de pungencia Scoville, correspondiendo al tratamiento 8, usando como solvente etanol, valor por debajo de la escala que cita Peralta (2007), quién menciona que las paprikas de color amarillo de cualquier variedad su pungencia fluctuaria desde 100 000 hasta 325 000 unidades de pungencia Scoville. Sin embargo, el valor obtenido puede ser comparado con la variedad Chile serrano de árbol que fluctúa de 10 000 hasta 30 000 unidades de pungencia Scoville.

En la Tabla 1, anexo 5, el ANOVA descompone la variabilidad de capsaicina en contribuciones debido a varios factores. El p-valor para el solvente usado fue menor que 0.05, donde indica que este factor tienen un efecto o influye estadísticamente alto significativo sobre la cuantificación de capsaicina con 95.0% de nivel de confianza.

Yáñez et al., (2015). En su estudio realizado de las características morfológicas y de concentración de capsaicina en cinco especies nativas del género *Capsicum*, utilizando como solvente etanol, obtuvo valores de capsaicina 164,69 ppm, lo que da lugar a 17 470,40 unidades de pungencia Scoville en la variedad *Pendulum*, que

es la misma variedad que se utilizó en la presente investigación y con valores de pungencia próximo al obtenido en el presente estudio, 13 880,170 unidades de pungencia Scoville.

Según De la Cruz (2011) para la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de chile blanco (*Capsicum annuum* L.) proveniente de tres estratos altitudinales determinó el contenido de capsaicina presente, mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC). Según el análisis estadístico, tanto la concentración de etanol y agua, presentaron diferencias significativas, reportando valores entre 4 539,000 y 20,9900 ppm, rango dentro del cual está comprendido el valor de pungencia obtenido en el presente trabajo.

Tabla 12

Promedio de la determinación de capsaicina de la oleorresina de páprika

Solvente (mL)	Relación MP/Solvente (g/mL)	Temperatura (��C)	Capsaicina (SHU)
Hexano	1:3	50	2 355,32 �� 464,084
		60	2 266,575 �� 530,180
	1:4	50	2 859,17 �� 106,716
		60	2 539,672 �� 315,786
	1:3	50	7 409,433 �� 5508,374
		60	13 664,245 �� 4386,933
Etanol	1:4	50	7 774,52 �� 2248,924
		60	13 880,177 �� 1553,725

Tabla 13

Promedio de la determinación de color de la oleorresina de páprika

Solvente (mL)	Relación MP/solvente (g/mL)	Temperatura (��C)	Color (grados ASTA)
Hexano	1:3	50	937,739 $\pm$ 44,025
		60	1 005,65 $\pm$ 21,450
	1:4	50	1 247,864 $\pm$ 36,595
		60	1 409,761 $\pm$ 16,613
Etanol	1:3	50	242,682 $\pm$ 8,452
		60	274,973 $\pm$ 34,226
	1:4	50	307,076 $\pm$ 25,954
		60	369,339 $\pm$ 11,668

Visualmente los investigadores observaron que el producto final obtenido de la extracción con etanol, no era totalmente homogéneo, ni uniforme en el color, por lo que se puede decir que el etanol no es lo suficiente selectivo en el momento de la extracción.

Caro (1987), explica que el alcohol   tilico no es un solvente tan selectivo y por lo tanto durante la extracción disuelve gran cantidad de gomas y otros compuestos, los cuales incrementan el porcentaje de oleorresina, aumentando el volumen del producto final obtenido, pero que a la vez alteran la pureza y la calidad del mismo.

En el presente trabajo se eligió como solvente más adecuado para la extracción de oleorresina el solvente hexano, que si bien no dio el mayor rendimiento de oleorresina, pero si proporcionó el mayor valor de color. Este comportamiento puede

obedecer al hecho de que es más selectivo y/o afin para los componentes colorantes que guarda la páprika en su estructura celular.

Yamamoto (2010) en su estudio realizado de Obtención de oleorresina de páprika, obtuvo un resultado de 365,06 grados ASTA, utilizando como solvente hexano y 251,31 grados ASTA como máximo con el solvente etanol. Dónde los datos es de cuencidir con la presente investigación.

b) Relación materia prima:solvente.

En la Tabla 13 se presentan los valores promedio de color (unidades ASTA), encontrados a diferentes relaciones de materia prima:solvente, siendo el mayor valor como 1 409,761 unidades ASTA, que corresponde a la relación materia prima:solvente 1:4, utilizando hexano, mientras que el valor más bajo 242,682 unidades ASTA fue para la relación 1:3 utilizando como solvente etanol.

En la Tabla 1, anexo 6, El ANOVA descompone la variabilidad de color en contribuciones debido a varios factores. Dónde el p-valor para el factor relación materia prima:solvente es menor que 0.05, indicando que este factor tiene efecto o influye estadisticamente alto significativo sobre el color con un 95.0% de nivel de confianza.

Para Treybal (1973) una considerable cantidad de solvente favorece el intercambio de la materia grasa con el liquido extractor, permitiendo una mejor y mayor extracción, en este caso de la materia colorante.

Yamamoto (2010) en su estudio realizado de Obtención de oleorresina de   prika obtuvo 365,06 unidades ASTA a una relación materia prima:solvente 1:4, valor por debajo de lo obtenido en la presente investigación 1 409,761 unidades ASTA, utilizando la misma relación 1:4.

b) Temperatura.

En la Tabla 1, anexo 6, el ANOVA descompone la variabilidad de color en contribuciones debido a varios factores. El p-valor para el factor temperatura es menor que 0.05, indicando que este factor tienen efecto o influye estadísticamente alto significativo sobre el color con 95.0% de nivel de confianza.

La oleorresina obtenida experimento incremento en la intensidad de color a medida que la temperatura fue aumentando, alcanzando valor de 1 409,761 unidades ASTA, a temperatura 60 °C, y a 50 °C se obtuvo 242 unidades ASTA.

Para la misma temperatura 60 °C Yamamoto (2010) en su estudio realizado de Obtención de oleorresina de páprika obtuvo 365.06 Unidades ASTA. Según Bernardini (1981), puede ser una explicación a esta inestabilidad. El incremento en los resultados de rendimiento y color a 60 °C puede ser explicado por el hecho que a esa temperatura, cerca al punto de ebullición de los solventes, todavía se sigue transfiriendo material desde la superficie de las partículas hasta la solución.

A temperatura 60 °C se obtuvieron valores más altos de color en unidades ASTA (1 409,761, utilizando hexano y relación materia prima:solvente 1:4), esto pudo deberse a que esta temperatura facilitó el paso del medio extractable a través de la membrana celular, habiendo un incremento del coeficiente de difusión, permitiendo aumentar la velocidad de extracción. Una adecuada temperatura en combinación con el tiempo idóneo, facilita la extracción de la materia colorante, Salmerón et al., (1975).

La combinación temperatura 60 °C, materia prima:solvente 1:4 y solvente hexano, fue efectivo para obtener mayor intensidad de color de la oleorresina de   prika.

Al respecto Treybal (1973) expone que la temperatura de ebullición del solvente cercana a ella es mejor para realizar las extracciones de la mayoría de los solutos

oleosos. Sin embargo, hace la advertencia de no trabajar con temperaturas excesivas que ocasiona una degradación de los principios activos de las especias.

Después de analizar los resultados se puede concluir que los parámetros óptimos de extracción de la oleorresina de paprika en relación al color son los siguientes:

- Solvente: Hexano
- Relación materia prima:solvente: 1:4
- Temperatura: 60 °C

Si bien, estos parámetros no dieron el mayor valor de rendimiento, sin embargo, fue verificada la mayor intensidad de color en unidades ASTA en la oleorresina obtenida en relación a las demás muestras analizadas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los parámetros de extracción influyen en la calidad de oleorresina de páprika (*Capsicum annuum L.*) al aumentar o disminuir el rendimiento y sus atributos, tales como pungencia y color.

Los parámetros adecuados para la extracción de oleorresina de páprika fueron: solvente hexano, relación materia prima:solvente 1:4 y temperatura 60   C.

El rendimiento de oleorresina fue influenciado por el tipo solvente utilizado, temperatura y relación materia prima:solvente, alcanzando mayor valor con etanol, 60   C y relación 1:4.

La concentración de capsaicina fue influenciado principalmente por el tipo de solvente y temperatura de extracción utilizados; presentando mayor concentración con etanol y 60   C respectivamente.

La intensidad de color fue influenciado principalmente por el tipo de solvente y relación materia prima:solvente, es decir hexano y relación 1:4.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de prefactibilidad técnico-económica para la instalación de una planta productora de oleorresina de paprika.

Aun cuando el hexano ha demostrado ser el solvente más selectivo para la extracción de oleorresina de paprika, se recomienda hacer una evaluación técnico-económica que permita determinar costos y riesgos de su utilización a nivel industrial.

Realizar estudios para la utilización de la torta residual de paprika, subproducto en la extracción de oleorresina.

Realizar investigaciones sobre obtención de la oleorresina empleando otros métodos de extracción con el fin de comparar rendimientos y calidad del producto final.

Los análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) deben realizarse inmediatamente después de extraído la oleorresina para evaluar los resultados y localizar posibles fuentes de error.

En relación a la cuantificación de capsaicina de la especie *C. baccatum*, podría complementarse con otras investigaciones que evalúen el contenido de otros capsaicinoides, por ejemplo dihidrocapsaicina y homodihidro-capsaicina, que poseen alto valor comercial por sus potenciales aplicaciones en el campo médico.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Andrew, Jean. 1985. Extracción y determinación de capsaicina en los géneros de capsicum.
- Bautista *et al.*, 2008. extracción de olorresinas de la páprika (*capsicum annum* L.) en unidad piloto. Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- Batchelor, J. y B. Jones. 2000. Determination of the scoville heat value for hot sauces and chilies: An hplc experiment. Journal of Chemical Education.
- Badui, S. 1993. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana, México.
- Banic, M. 1999. Perspectivas y ventajas competitivas para la exportación de paprika a los EE UU. UCSM, Arequipa, Perú.
- Balseca y Rivadeneira (2013). Extracción y cuantificación de capsaicina a partir de cinco especies nativa del género Capsicum existentes en el Ecuador mediante cromatografía líquida de alta definición (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ecuador.
- Bernardini, E. 1981. "Tecnología de aceites y grasas". Editorial Alhambra, España.
- Brennan, J. et al., 1980. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. España: Editorial Acribia.
- Bruno Ortiz Rodríguez. 2011. Revista de Química PUCP.
- Cáceres et al., 2016. Planeamiento Estratégico para la empresa Agrícola Río Grande SAC (Tesis de maestría). Pontificia universidad católica el Perú - Escuela de posgrado
- Caro, Mafalda. 1987. "extracción de oleorresina del aji escabeche (*Capsicum annum*)". Tesis Ing. Industrias Alimentarias. U.N.A. La Molina. Lima-Peru.



- Cano Morales. et al., 2002."obtención y caracterización de capsaicina, ingrediente activo de productos Fito farmacéuticos y agroindustriales de 3 especies de *capsicum* cultivadas en Guatemala.
- Chepote, J. 1995. Separata: "Mercado e Industrialización del Páprika". Seminario de Colorantes Naturales, Lima.
- Centro de Comercio Internacional. UNCTAD - GATT. "Los Mercados de algunos aceites esenciales y oleorresinas". Ginebra-Suiza, 1974.
- Centro de Comercio Internacional. UNCTAD – GATT. "Mercado de algunas oleorresinas". Ginebra-Suiza, 1981.
- Centro de Comercio Internacional. UNCTAD – GATT. "Aceites Esenciales y Oleorresinas. Estudio de distintos productores y de mercados importantes". Ginebra-Suiza, 1986.
- Cheftel y Cheptel. 1989. "Introducción a la Ciencia y Tecnología de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Costa, 1996. El cultivo de los Pimientos, Chiles y Ajíes, México Ediciones Mundi.
- De la Cruz Leonardo, Aldo A. 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 (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería
- Debernardi, G. et al. 1990. "Proyecto de exportación de paprika a los Estados Unidos de Norteamérica". Escuela de Comercio Exterior. Lima – Perú.
- Desroisier Norman 1996. "Elementos de Tecnología de Alimentos". Editorial Continental S.A. México DF-México.

- Desroisier Norman 1983. "Elementos de Tecnología de Alimentos". Editorial Continental S.A. México DF-México..
- Díaz, 1969. "Efecto de la edad del fruto en la calidad de germinación de la semilla de *Capsicum annum*". Tesis Ing. Agrónomo. U.N.A. La Molina. Lima – Perú.
- FAO, 2006. Organismo mundial para la Alimentación, Requisitos para Producción, Exportación y los principales Mercados de exportación
- Fenema, Owen. 1993. "Introducción a la Ciencia y Tecnología de los Alimentos". Editorial Reverte S.A. España.
- Fopex. 1981. "Aji – Oleorresina del pimentón" Folleto. Lima-Perú.
- Fernández y Trujillo. 2008. Extracción con CO₂ supercrítico de oleorresina y otras fracciones de pimentón dulce y picante. Murcia.
- García, M. A.; Baena, D. Vallejo, F. 2006. Estudio de la diversidad genética de las accesiones de *Capsicum* spp. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira.
- Giménez, J.; Romojaro, F.; Martínez, F. 1983. Agricultura
- Giaconi. V. 1990, Cultivo de hortalizas.
- Gildardo et al., 2009. "Comparación de métodos de extracción de oleorresina de páprika (*Capsicum annum* L.) convencionales con una tecnología amigable al medio ambiente". Producción más limpia.
- Gorriti, M. 1993. "Extracción de oleorresina de Jengibre". Tesis Ing. Industrias Alimentarias. U.N.A. La Molina. Lima Perú.
- Hart y Fisher, H. 1971. "Análisis Moderno de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza-España.

- Hendry, G.A. and Houghton, J.D. 1991. Natural Food Colorants. Blackie, Glasgow.
- Herrera, Joaquín. 1988. "Extracción continua de oleorresina de pimentón". Revista Alimentación Equipos y Tecnología. Madrid-España.
- Jorge J. vivar calle. 2013. (Tesis de grado). Diseño de una planta piloto de extracción de oleorresina de páprika usando CO₂ como fluido supercrítico. La Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencias e ingeniería.
- León, J. (2000). Botánica del cultivo tropical. San Jose: Agroamerica.
- Leñacto, Fausto. 1978. "Hortalizas de Fruto: Donde, Como, Cuando, Manual de Cultivo Moderno". Editorial de Veschi, Barcelona-Esp  a.
- Long - Solis, Janet. 1980. "Industrialización del Chile". Fondo de Cultura Agronómica. México D.F. México.
- López y Hernández, J. et al., 1996. Chemical composition of Padrón peppers (*Capsicum annum* L.) grown in Galicia (N.W. Spain). In: Food Chemistry.
- López y Martínez. 1999. Nuevo Método Espectrofotométrico de Determinación de Capsaicinoides en Salsas y Chiles. Novena Jornada de Análisis del CONACYT. México.
- López et al., 2010. Elaboración de oleorresina en base de paprikas (Tesis pregrado) Universidad UNALM – Perú.
- López Aguilera, E. (5 de enero del 2012). Biochemistry 2013. Recuperado el 20 de febrero de 2013 de esperanza, sobre el fin de dolor: <http://biochemistry2013.wordpress.com>.
- Minag, 2003. Importaciones/Exportaciones del Páprika, Ministerio de Agricultura, Lima- Perú

- Minag, 2009. Importaciones/Exportaciones del Páprika, Ministerio de Agricultura, Lima Perú
- Mile L., Andre L. 1975. Determination de Capsaicin Content of Ground Paprika” Acta Alimentary.
- Ministerio de Agricultura, Oficina General de Planificación Agraria. Perfil del pimiento paprika elaborado por: Ing. Jeannette Diaz Villarroel. Lima, setiembre del 2006.
- Morán, M. R. 2008. Oportunidades y desafíos de las agroexportaciones.
- Núñez, S. 1976. “Extracción de aceite de Girasol”. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. U.N.A. La Molina. Lima – Perú.
- Núñez, F., R. Gil y J. Costa. 2003. Cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Mundi-Prensa, Madrid.
- Peralta, G. 2007. Determinación del nivel de pungencia en Unidades Scoville para *Capsicum annum* var. *aviculare* procedente de Regiones Productoras de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pearson, D. 1970. “Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos”. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- Quinde, A. 1977. “Determinación de Capsaicinoides en *C. Pendulum*”. (Tesis Químico). U.N.A. La Molina. Lima – Perú.
- Salmeron, P. y Romojaro, F. 1975. “Estudio sobre obtención de Oleorresina del pimentón (*Capsicum annum*)”. Revista Agronómica y tecnología de Alimentos. Centro de Edafología y Bioquímica Aplicada de la Segura. Vol., 15, núm. 4. Murcia-España.

- Schmidt Hebbel, Hernán. 1980. "Las Especies (Condimentos vegetales). Su importancia en Química y Tecnología de Alimentos y en el arte culinario". Editado por Fundación Chile.
- Smith, Alan. 1982. "Selected Markets for Chilles and Paprika". London-England.
- Tandon, G. David, S. and Siddappa, G. 1964. "Oleoresin of Capsicum (Red Chillis). Some Tecnological and Chemical Aspects". Joural Food Science.
- Treybal, R. 1973. "Operaciones con Transferencia de Masa". Editorial Hispano-América S.A. Buenos Aires-Argentina.
- Velásquez y Nicho, P. E. 2010. Cultivo de aji páprika. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Vidal M.A, *et al.* 2004. «Capsaicina tópica en el tratamiento del dolor neuropático».Revista de la sociedad española del dolor España.
- Yamamoto Parasi. "obtención de oleorresina de paprika" (Tesis pre grado). UNALM Lima – Perú 2010.
- Yáñez, P., D. Balseca, L. Rivadeneira y C. Larenas. 2015. Características morfológicas y de concentración de capsaicina en cinco especies nativas del género Capsicum.
- Zúñiga, V. 2006. Páprika: Cultivo y comercialización. Lima, Perú: Ripalme.

OTRAS BIBLIOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS

- Adamson, A.D. 1971. "Oleoresin, Product and Marker with particular reference to the United Kingdom". Tropical Product Institutes. London.
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Publicado por la AOAC. Washington, 1960.
- Cisneros, Torres, Gutiérrez, Contreras, González y Peraza. 2007. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of yucatan, mexico. Food Chem, 104: 1755– 1760.
- Escala Scoville. WIKIPEDIA: La Enciclopedia Libre. [online] s.l. Wikipedia, 2006. [Citado Octubre 1 de 2006]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Scoville
- Eiserle. Robert. 1974. "The Oleoresin Handbook". Fritzsche, Doand Olcott Inc. New York USA.
- Govindarajan B. *et al.* 1980. "Evaluation of Spices and Oleoresin". Sensorial Evaluation Discipline Central Food Technology and Research Institute. Mysore-India.
- Indian Standars Institution. 1979. "Oleoresin Chillies (Capeicum)". India.
- Moster, J.B. and Prater. A.N. 1952. "Color of Capcicum Spices, I. Measurement of extractable color". Food Technology. Rivasplata cabanillas, Cesar. unjbg – cert – tacna - peru. 2009. "planificación y diseño de una planta de secado solar para aji".
- Tood, Paul h. 1960. "The Estimation of Residual Solvents in Spice Oleoresins". Food Technology.
- Yeager, S. 2002. La guia médica de remedios alimenticios. Rodale, EEUU.
- Waizel, J. y R. Camacho. 2011. El género capsicum spp. Aleph Zero, 60: 67–79.

VII.NEXOS

ANEXO 1

1.1. Metodología para la extracción de oleorresina de páprika

Método: lixiviación

Fundamento: Es un proceso por el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido. Ambas fases entran en contacto íntimo y el soluto o los solutos pueden difundirse desde el sólido a la fase líquida, lo que produce una separación de los componentes originales del sólido.

Equipos y materiales de laboratorio

- Balanza analítica
- Tamices
- Espectrofotómetro
- Evaporador rotatorio al vacío, marca Büchi
- Equipo de baño maría
- Equipo de baño ultra sonido
- Refractómetro de mano Reichert, Jung Model 10431
- Papel filtro Whatman N° 02 y 04
- Termómetro de mercurio
- Equipo de laboratorio necesario para los análisis correspondientes (buretas, pipetas, tubos de ensayo, matraces, etc).
- Centrifuga
- Mezclador marca vortex de 230 Volt
- Tubos de ensayos
- Gradillas

- Secador de bandejas.

Procedimiento

Macerar la muestra 24 horas antes de la extracción, luego se realiza la extracción utilizando el método de lixiviación, con agitación, con el fin de lograr un contacto constante y uniforme entre el solvente y el producto molido.

Los parámetros evaluados fueron:

Solvente: hexano y alcohol etílico

Relación materia prima: solvente: 1:3 y 1:4

Temperatura de extracción: 50 °C y 60 °C.

Seguidamente se filtra empleando como medio filtrante papel Whattman N° 2. Luego se procede a evaporar con un evaporador rotatorio al vacío, finalmente se le envasa el producto final en frascos de color ámbar y se realizó un tapado hermético, con el propósito de evitar deterioro y oxidación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

Nº0030-14-LAQ

SOLICITANTE: FANY SERRANO PANIAGUA

MUESTRA : PAPRIKA

FECHA : 0/13/01/2014

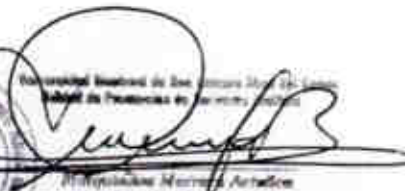
RESULTADO ENSAYO DE HUMEDAD:

HUMEDAD %

88.00

NTP 206.011

Cusco, 14 de Enero 2014


Laboratorio de Análisis Químico
Unidad de Prestaciones de Servicio de Análisis Químico
Responsable del Laboratorio de Análisis Químico

UNSAAC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

Nº00084-14-LAQ

SOLICITANTE: FANY SERRANO PANIAGUA

MUESTRA : HARINA DE PAPRIKA

FECHA : C/13/02/2014

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

Humedad %	12.10	206.011 NTP
Proteína %	6.04	AOAC 935.39C
Grasa %	10.60	NTP 206.017
Ceniza %	3.82	AOAC 935.39B
Fibra %	16.70	FAO 14/7
Carbohidratos %	67.44	Diferencia

Cusco, 20 de Febrero 2014



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestaciones de Servicio Químico

[Firma]
Responsable Técnico Analítico
TELÉFONO: 22483100
FAX: 22483100

ANEXO 2

Tabla 1

Resultados de rendimiento, capsaicina y color de la oleorresina de páprika

Trata- miento	Parámetro de estudio			Variables respuesta		
	Solvente (mL)	Relación (g/mL)	Temperatura (��C)	Rendimiento (%)	Capsaicina (SHU)	Color (grados ASTA)
1	Hexano	1:3	50	11,386	2462,355	953,833
1	Hexano	1:3	50	8,494	1847,07	887,932
1	Hexano	1:3	50	11,866	2756,535	971,452
2	Hexano	1:3	60	7,555	2823,09	1030,382
2	Hexano	1:3	60	6,540	1767,39	992,133
2	Hexano	1:3	60	6,810	2209,245	994,435
3	Hexano	1:4	50	15,86	2772,9	1282,439
3	Hexano	1:4	50	16,902	2978,505	1209,538
3	Hexano	1:4	50	12,816	2826,105	1251,615
4	Hexano	1:4	60	13,235	2899,8	1392,911
4	Hexano	1:4	60	12,155	2409,12	1410,247
4	Hexano	1:4	60	13,091	2310,095	1426,126
5	Etanol	1:3	50	20,271	11554,86	246,642
5	Etanol	1:3	50	11,864	1158,985	232,978
5	Etanol	1:3	50	19,187	9514,455	248,427
6	Etanol	1:3	60	17,21	13968,555	251,711
6	Etanol	1:3	60	17,167	17891,1	258,934
6	Etanol	1:3	60	15,585	9133,08	314,273
7	Etanol	1:4	50	27,462	5179,065	277,983
7	Etanol	1:4	50	28,708	9145,515	327,852
7	Etanol	1:4	50	28,357	8998,98	315,392
8	Etanol	1:4	60	22,369	14702,205	360,789
8	Etanol	1:4	60	24,393	14850,2	364,597
8	Etanol	1:4	60	22,125	12088,125	382,632

Tabla 2

Tiempo y concentración de la cuantificación de capsaicina

N° Muestras	Solvente	Relación (g/mL)	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (min)	Concentración de Capsaicina (ppm)
M1	Hexano	1:3	50	6.712	164.157
M2	Hexano	1:3	50	6.716	123.138
M3	Hexano	1:3	50	6.717	183.769
M4	Hexano	1:3	60	6.722	188.206
M5	Hexano	1:3	60	6.726	117.826
M6	Hexano	1:3	60	6.728	147.283
M7	Hexano	1:4	50	6.727	184.86
M8	Hexano	1:4	50	6.723	198.567
M9	Hexano	1:4	50	6.725	188.407
M10	Hexano	1:4	60	6.724	193.32
M11	Hexano	1:4	60	6.724	160.608
M12	Hexano	1:4	60	6.727	220.673
M13	Etanol	1:3	50	6.742	770.324
M14	Etanol	1:3	50	6.745	770.599
M15	Etanol	1:3	50	6.749	634.297
M16	Etanol	1:3	60	6.743	931.237
M17	Etanol	1:3	60	6.742	1192.740
M18	Etanol	1:3	60	6.742	608.872
M19	Etanol	1:4	50	6.743	345.271
M20	Etanol	1:4	50	6.742	609.701
M21	Etanol	1:4	50	6.742	599.932
M22	Etanol	1:4	60	6.739	980.147
M23	Etanol	1:4	60	6.738	990.28
M24	Etanol	1:4	60	6.737	805.875

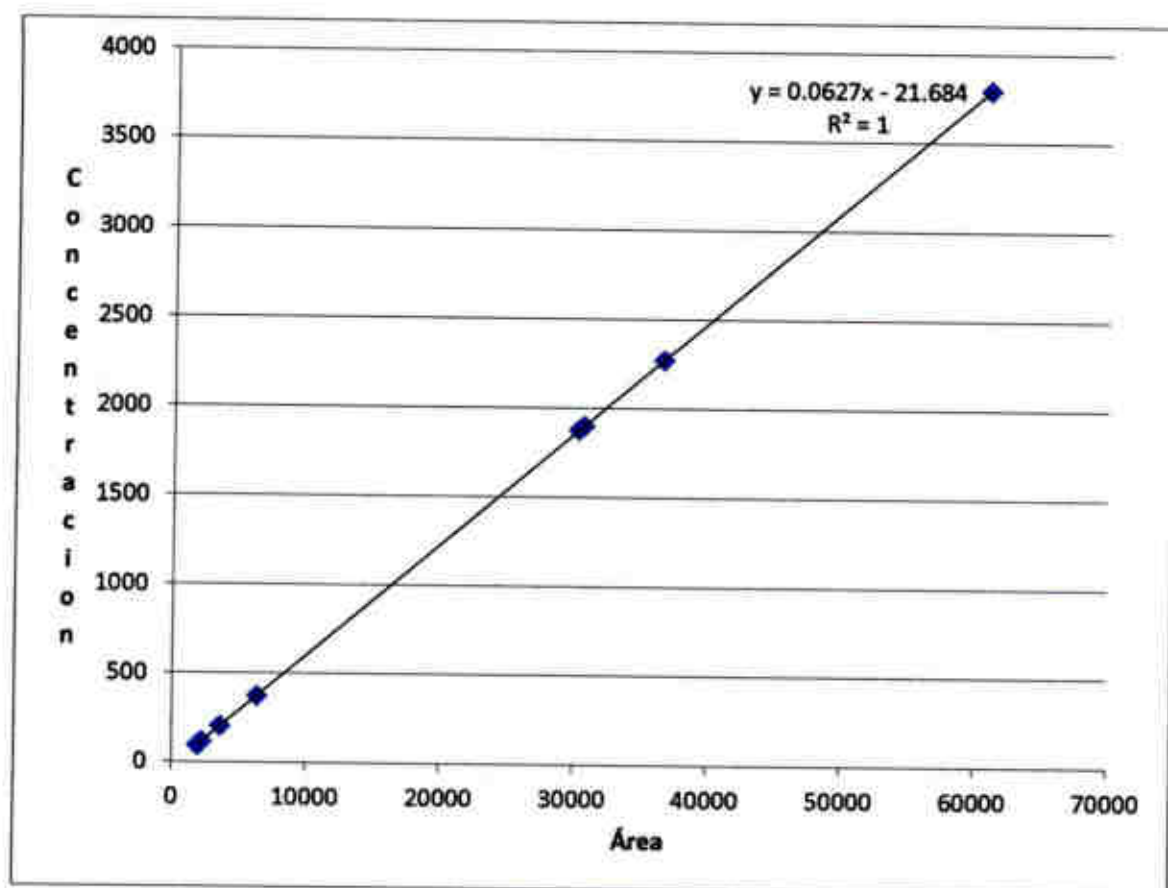


Figura 1. Curva de calibración para la detección de capsaicina en oleorresina de páprika (*Capsicum annuum* L.), por HPLC.

ANEXO 3

Tabla 1

Esquema diseño factorial 2³ para la obtención de oleorresina de páprika

Tratamiento	Factores de estudio			Numero de repeticiones	Simbologia
	Solvente (mL)	Relación materia prima/Solvente (g/mL)	Temperatura (��C)		
1	hexano	1:3	50	1 2 3	T1
2	hexano	1:3	60	1 2 3	T2
3	hexano	1:4	50	1 2 3	T3
4	hexano	1:4	60	1 2 3	T4
5	etanol	1:3	50	1 2 3	T5
6	etanol	1:3	60	1 2 3	T6
7	etanol	1:4	50	1 2 3	T7
8	etanol	1:4	60	1 2 3	T8

ANEXO 4

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA

Tabla 1

Análisis de Varianza Multifactorial para rendimiento

Fuente de variación	SC	GL	CM	F ₀	P-Valor	Sig.
A:SOLVENTE	661,322	1	661,322	411,23	0,000	**
B:RELACION	237,743	1	237,743	147,84	0,000	**
C:TEMPERATURA	76,816	1	76,816	47,77	0,000	**
AB	6,747	1	6,7469	4,2	0,056	NS
AC	2,075	1	2,075	1,29	0,272	NS
BC	0,269	1	0,269	0,17	0,688	NS
RESIDUOS	27,339	17	1,608			
TOTAL (CORREGIDO)	1012,31	23				

Tabla 2

Pruebas de comparación múltiple de tukey al 95.0 %, para rendimiento por solvente, relación y temperatura

Solvente, Relación Temperatura	y Casos	Media	Sigma	Grupos Homogéneos
Hexano	12	11,3923	0,366077	X
Etanol	12	21,8909	0,366077	X
1/3	12	13,4942	0,366077	X
¼	12	19,789	0,366077	X
60	12	14,8526	0,366077	X
50	12	18,4307	0,366077	X

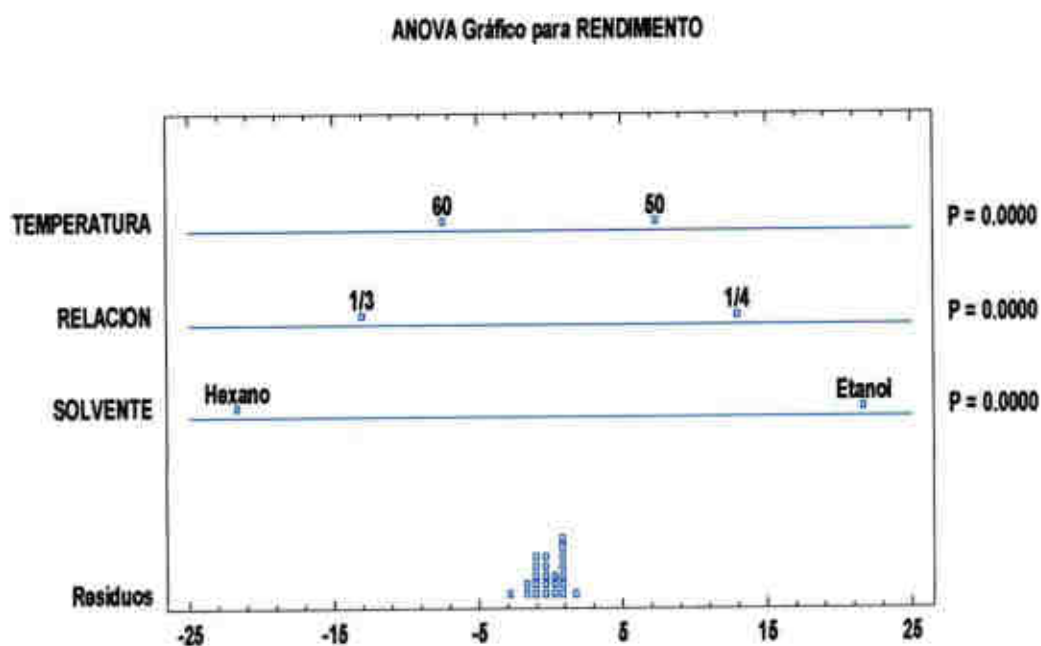


Figura 1. Gráfico de ANOVA para rendimiento

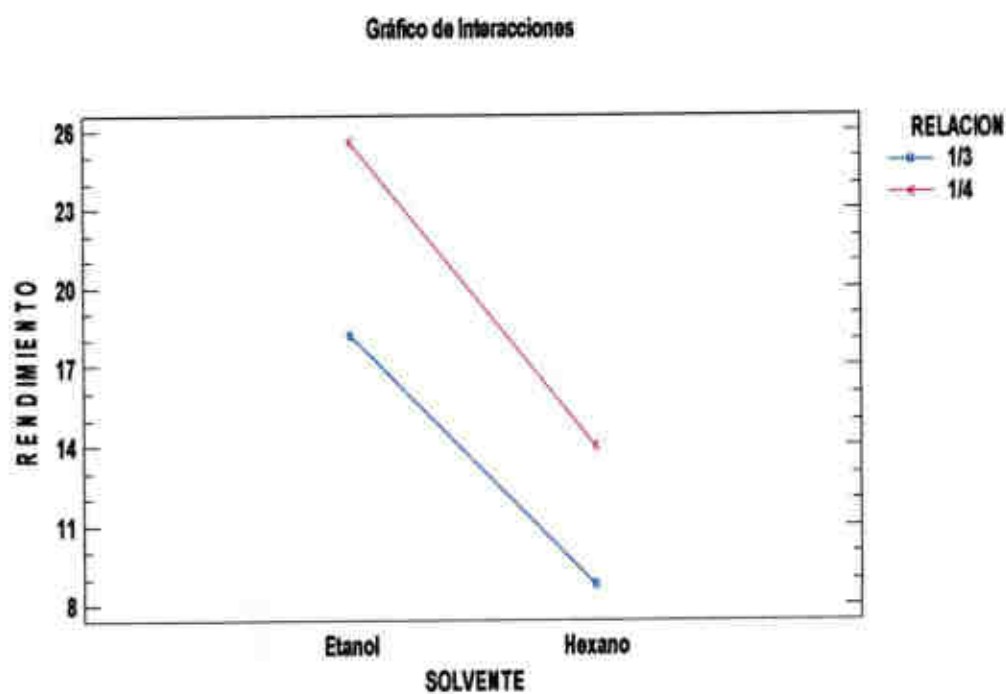


Figura 2. Gráfico de interacciones

ANEXO 5

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE CAPSAICINA DE LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA

Tabla 1

Análisis de Varianza multifactorial para Capsaicina

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F ₀	P-Valor	Sig.
A:SOLVENTE	4,01E+08	1	4,01E+08	59,13	0,000	**
B:RELACION	691526	1	691526	0,1	0,7534	NS
C:TEMPERATURA	5,36E+07	1	5,36E+07	7,9	0,012	*
AB	14395,5	1	14395,5	0	0,9638	NS
AC	6,11E+07	1	6,11E+07	9,01	0,008	*
BC	54123,9	1	54123,9	0,01	0,9299	NS
RESIDUOS	1,15E+08	17	6,78E+06			
TOTAL (CORREGIDO)	6,32E+08	23				

Tabla 2

Pruebas de comparación múltiple de Tukey al 95.0 %, para capsaicina por solvente, relación y temperatura

Solvente, Relación Temperatura	y Casos	Media	Sigma	Grupos Homogéneos
Hexano	12	2505,18	751,91	X
Etanol	12	10682,1	751,91	X
1/3	12	6423,89	751,91	X
1/4	12	6763,38	751,91	X
50	12	5099,61	751,91	X
60	12	8087,67	751,91	X

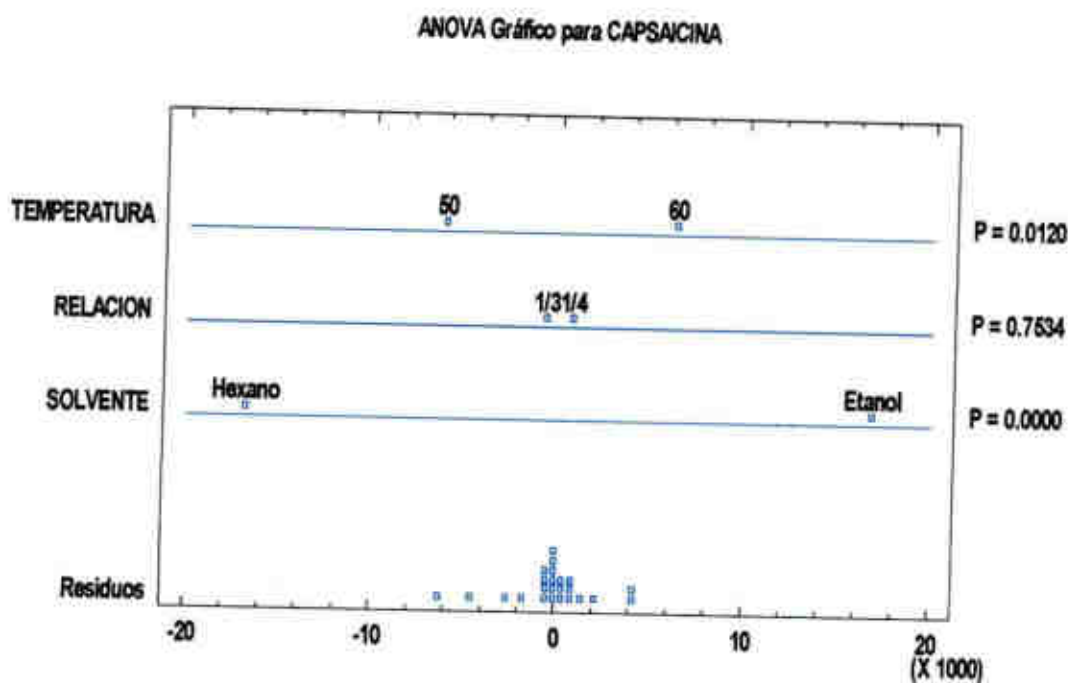


Figura 1. Gráfico ANOVA para Capsaicina

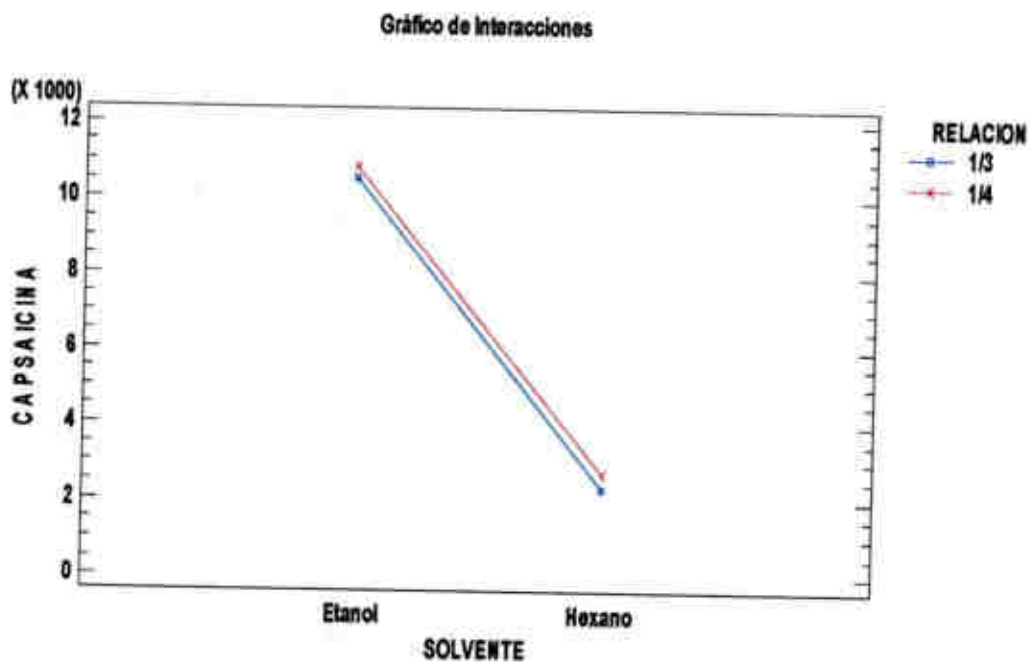


Figura 2. Gráfico de interacciones

ANEXO 6

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE COLOR DE LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA

Tabla 1

Análisis de Varianza multifactorial para color

Fuente de variación	SC	GL	CM	F0	P-Valor	Sig.
A:SOLVENTE	4,35E+06	1	4,35E+06	5413,53	0,000	**
B:RELACION	285796	1	285796	355,45	0,000	**
C:TEMPERATURA	39454,2	1	39454,2	49,07	0,000	**
AB	115708	1	115708	143,91	0,000	**
AC	6860,05	1	6860,05	8,53	0,0095	*
BC	5762,28	1	5762,28	7,17	0,0159	*
RESIDUOS	13668,8	17	804,046			
TOTAL (CORREGIDO)	4,82E+06	23				

Tabla 2

Pruebas de comparación múltiple de Tukey al 95.0 %, para color por solvente, relación y temperatura

Solvente, Relación Temperatura	y Casos	Media	Sigma	Grupos Homogéneos
Etanol	12	298,517	8,18559	X
Hexano	12	1150,25	8,18559	X
1/3	12	615,261	8,18559	X
¼	12	833,51	8,18559	X
50	12	683,84	8,18559	X
60	12	764,931	8,18559	X

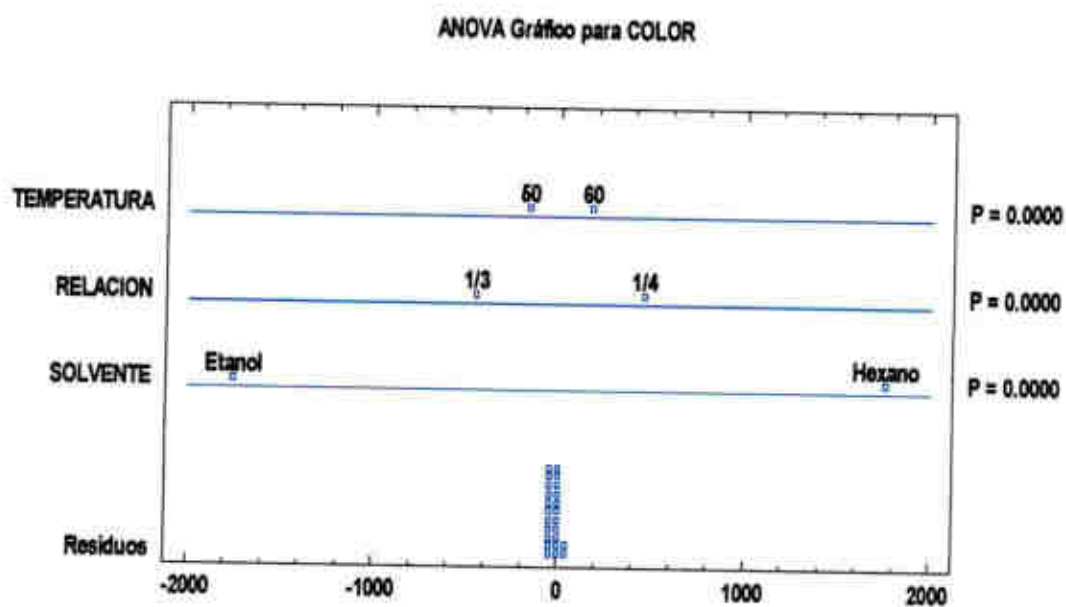


Figura 1. Gráfico ANOVA para color

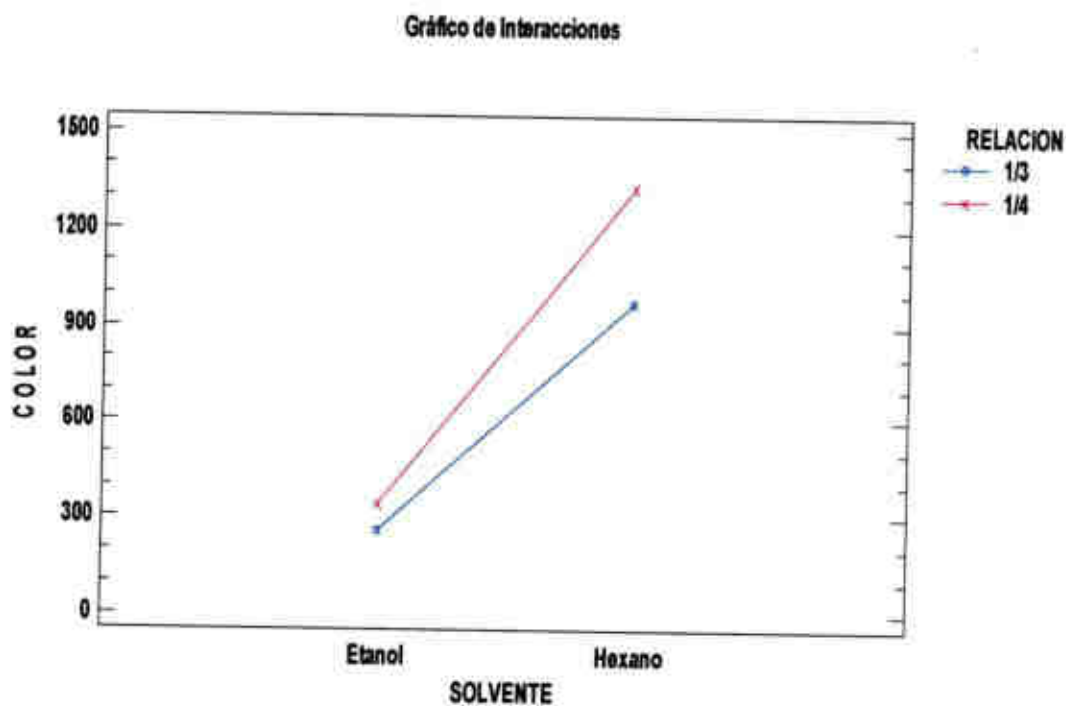


Figura 2. Gráfico de interacciones

ANEXO 7

ÁREAS OBTENIDAS DE LAS 24 MUESTRAS EN EL CROMATOGRAMA

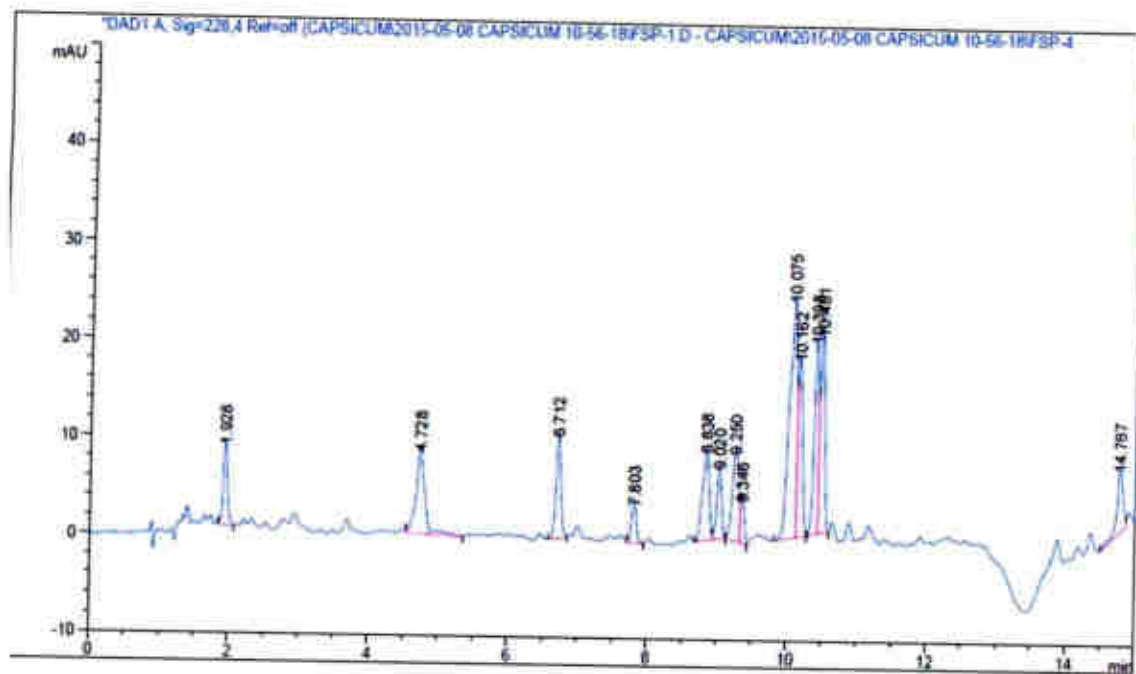


Figura 1. Cromatograma de la muestra 1, cuantificación de capsaicina por HPLC

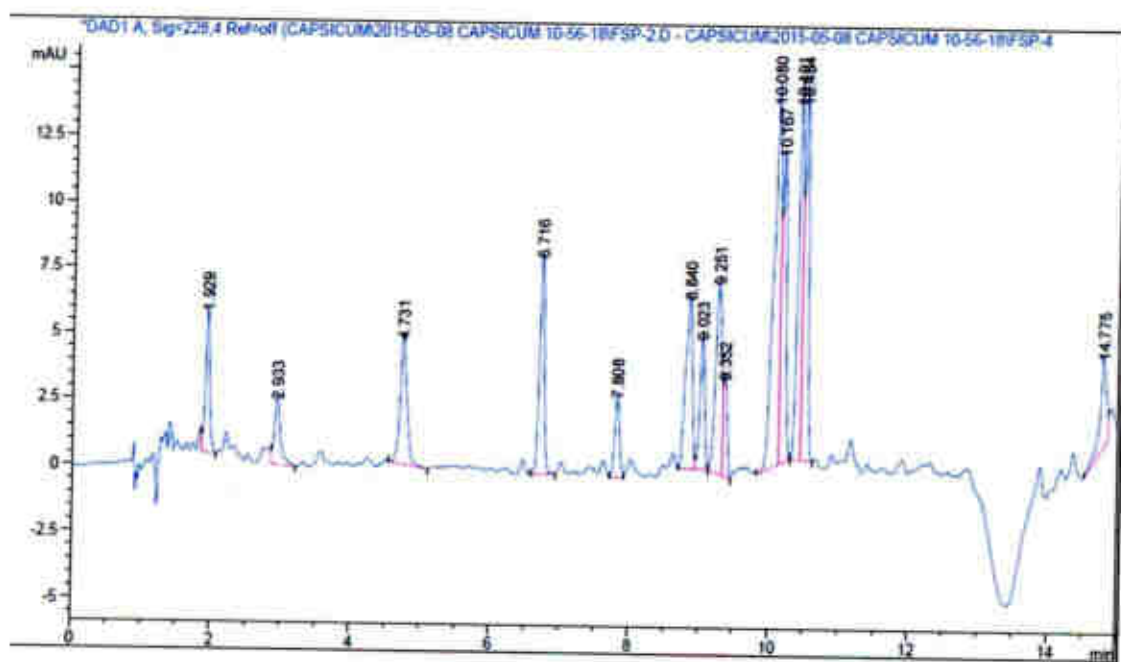


Figura 2. Cromatograma de la muestra 2, cuantificación de capsaicina por HPLC

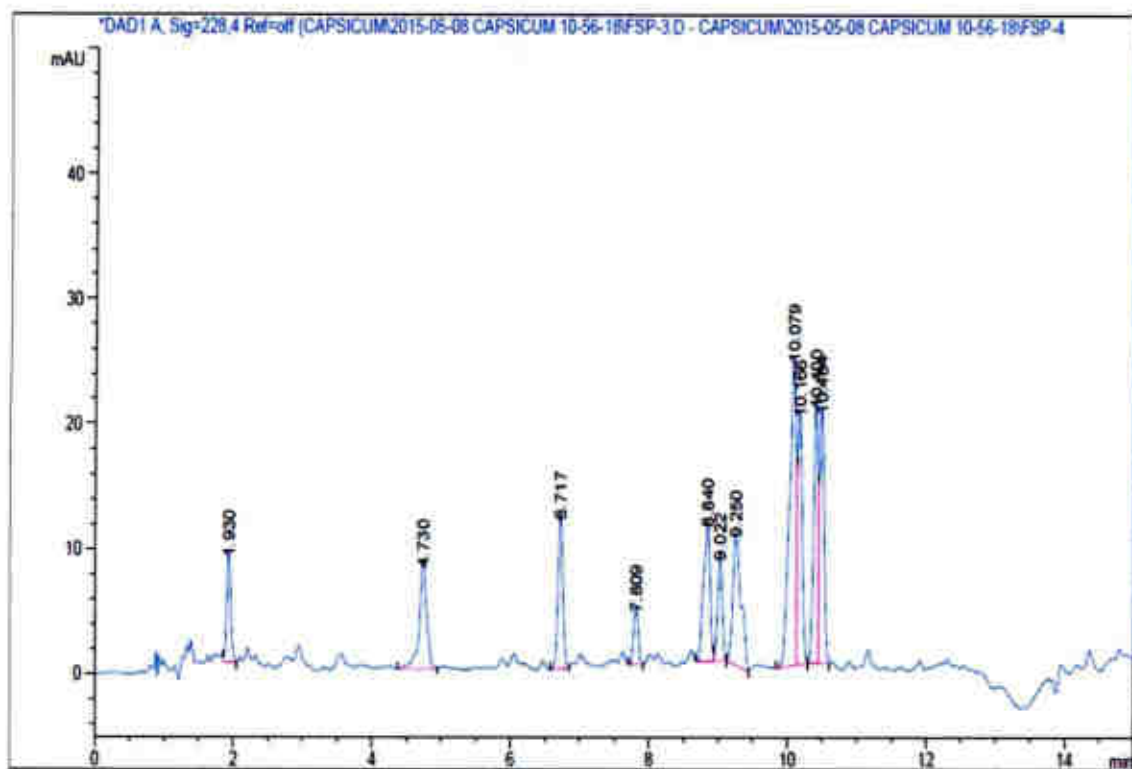


Figura 3. Cromatograma de la muestra 3, cuantificación de capsaicina por HPLC

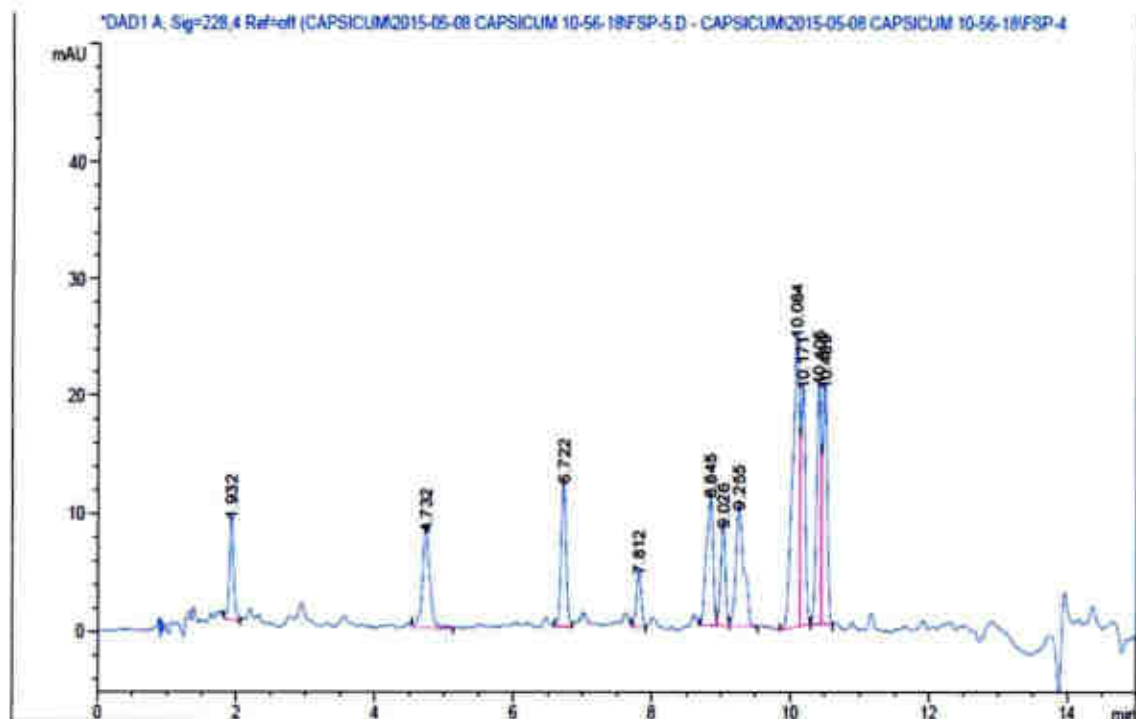


Figura 4. Cromatograma de la muestra 4, cuantificación de capsaicina por HPLC

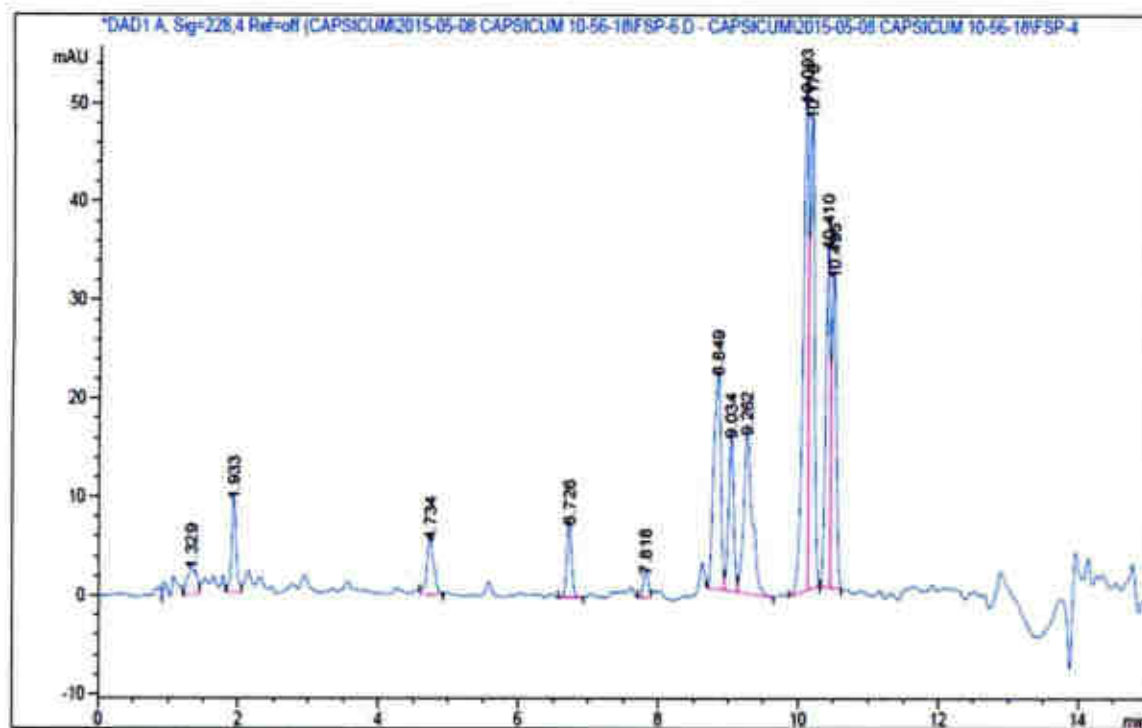


Figura 5. Cromatograma de la muestra 5, cuantificación de capsaicina por HPLC

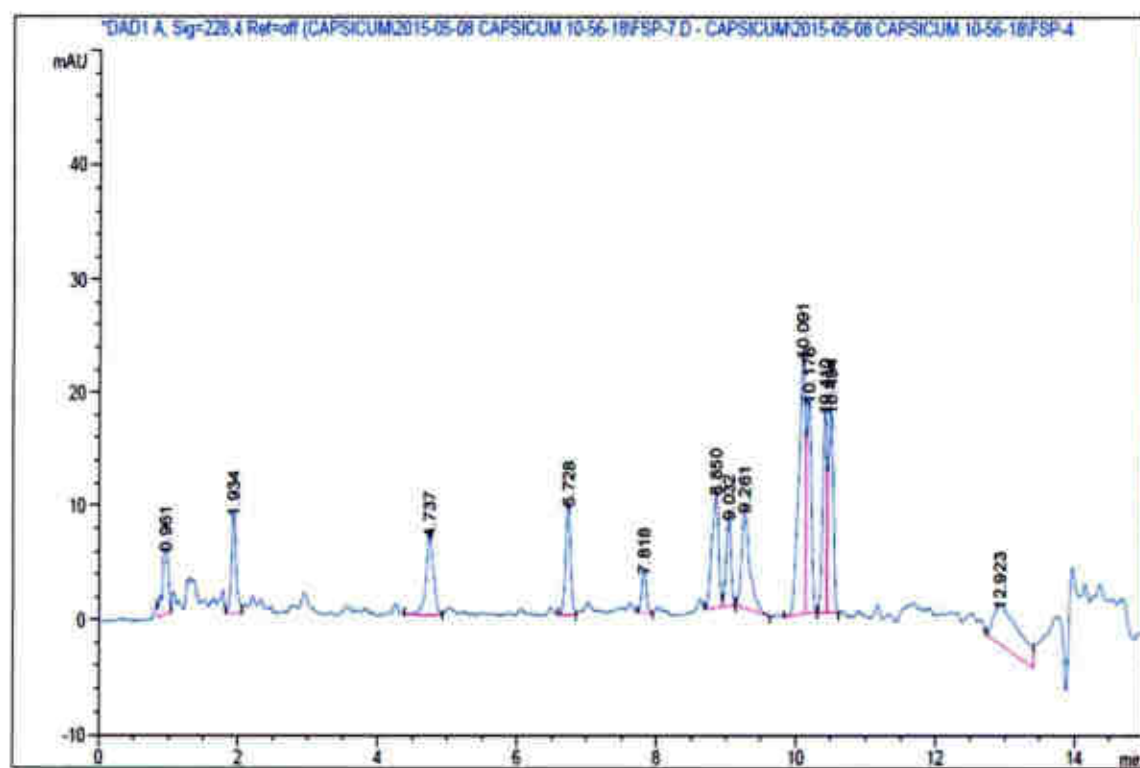


Figura 6. Cromatograma de la muestra 6, cuantificación de capsaicina por HPLC

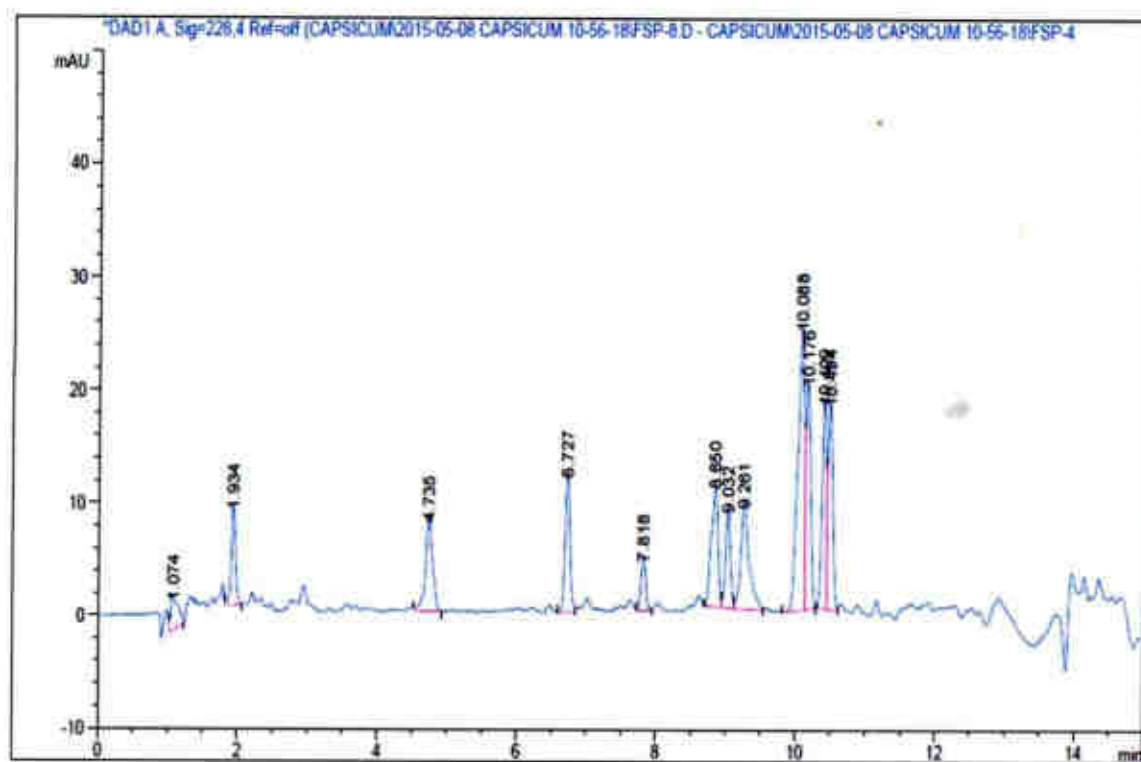


Figura 7. Cromatograma de la muestra 7, cuantificación de capsaicina por HPLC

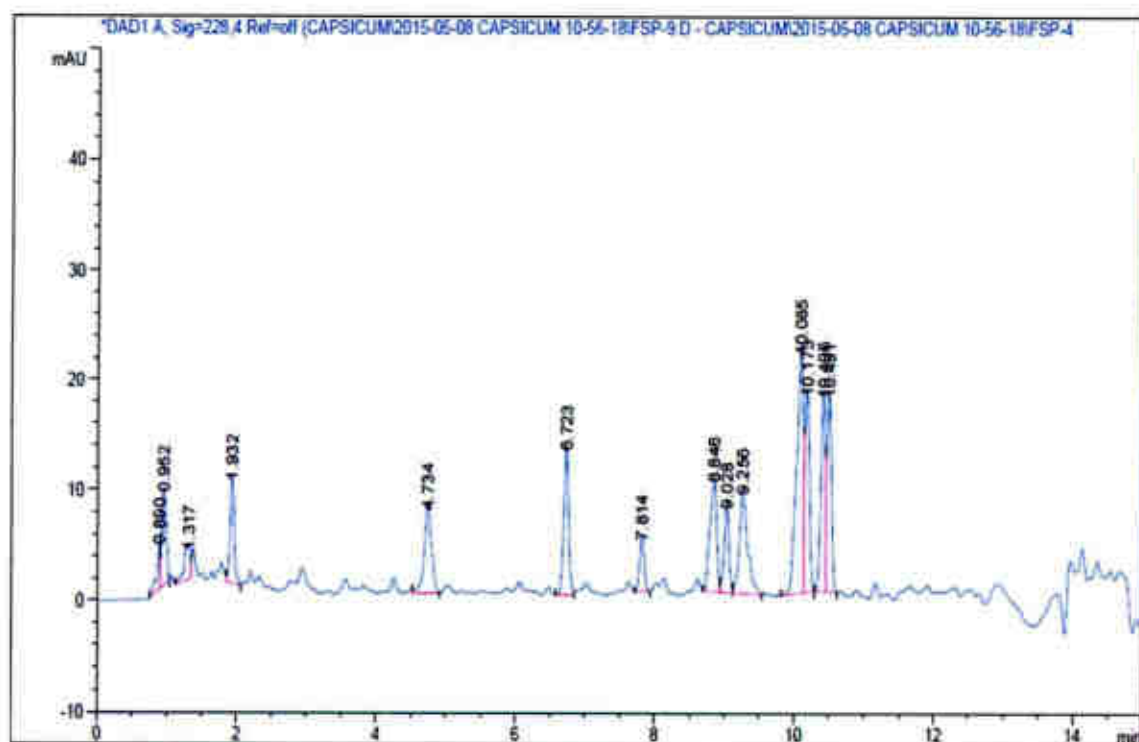


Figura 8. Cromatograma de la muestra 8, cuantificación de capsaicina por HPLC

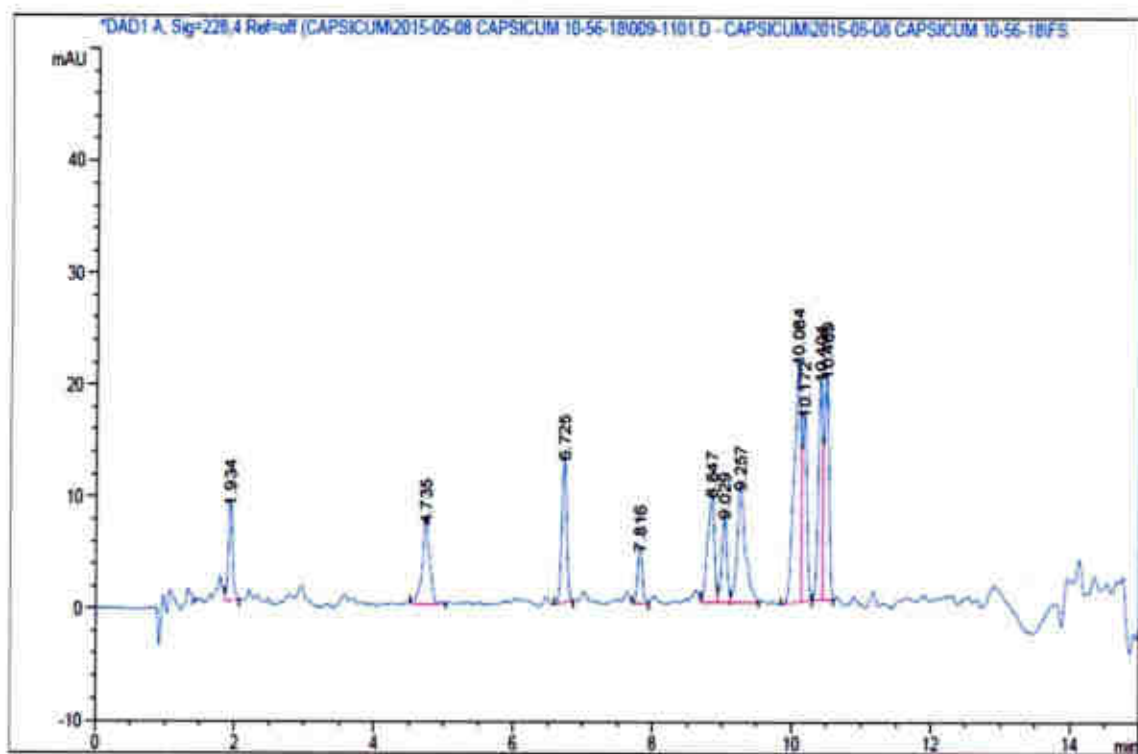


Figura 9. Cromatograma de la muestra 9, cuantificación de capsaicina por HPLC

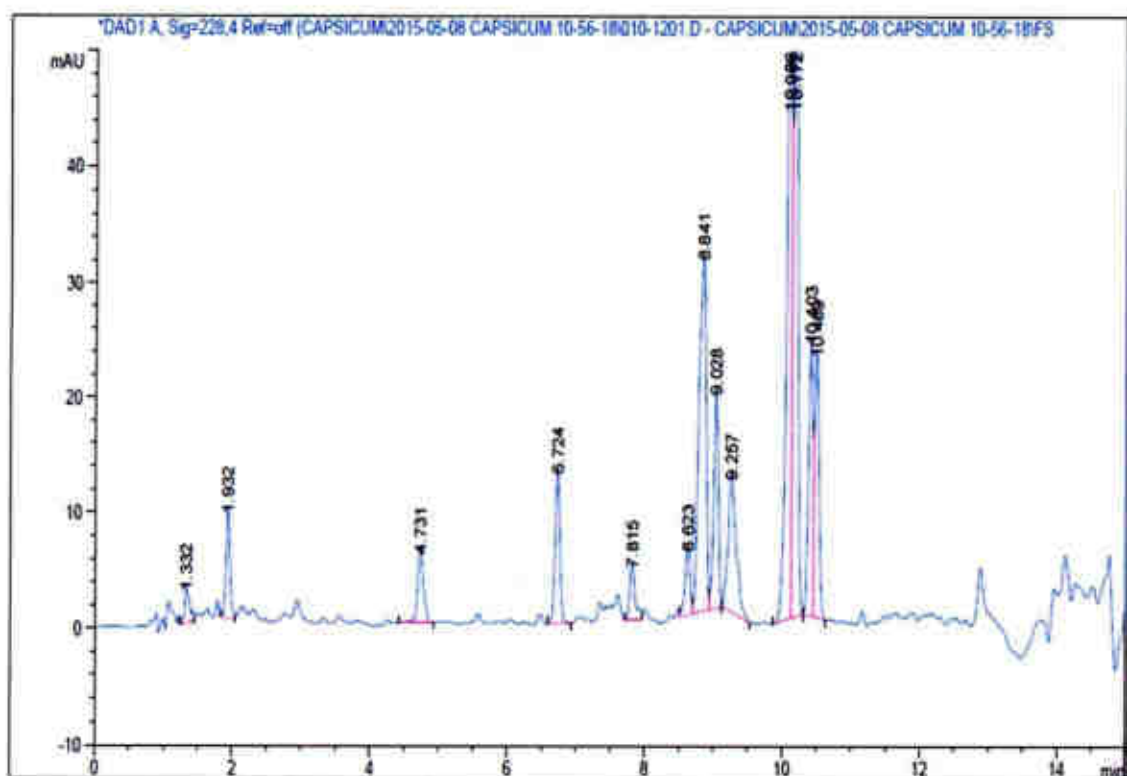


Figura 10. Cromatograma de la muestra 10, cuantificación de capsaicina por HPLC

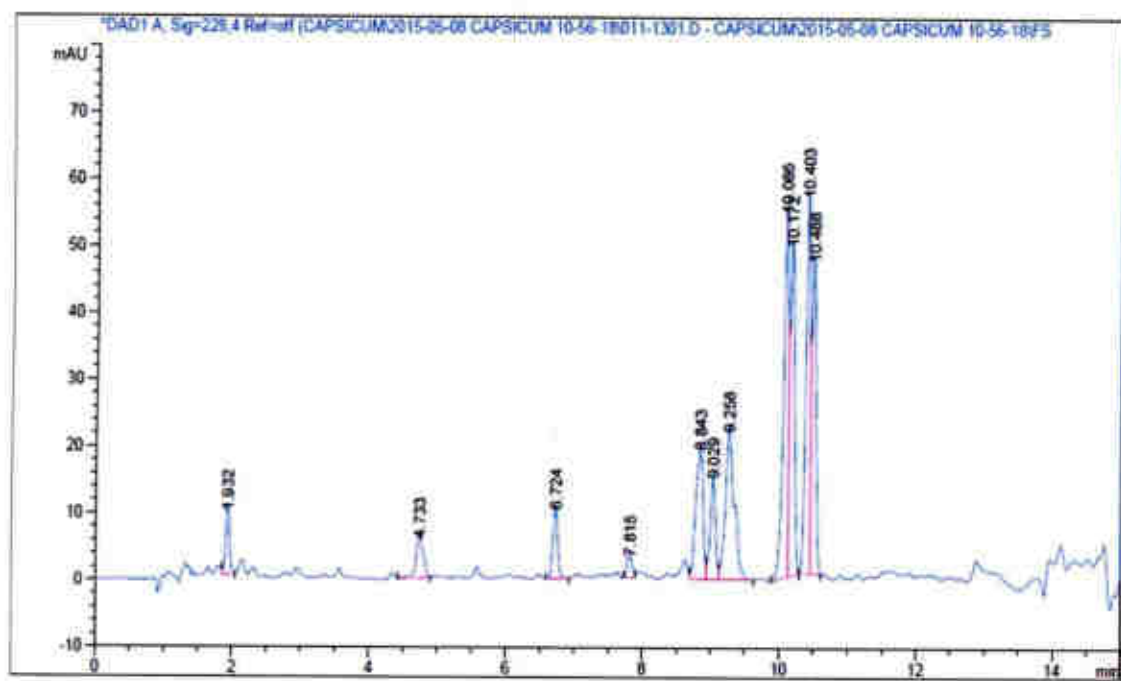


Figura 11. Cromatograma de la muestra 11, cuantificación de capsaicina por HPLC

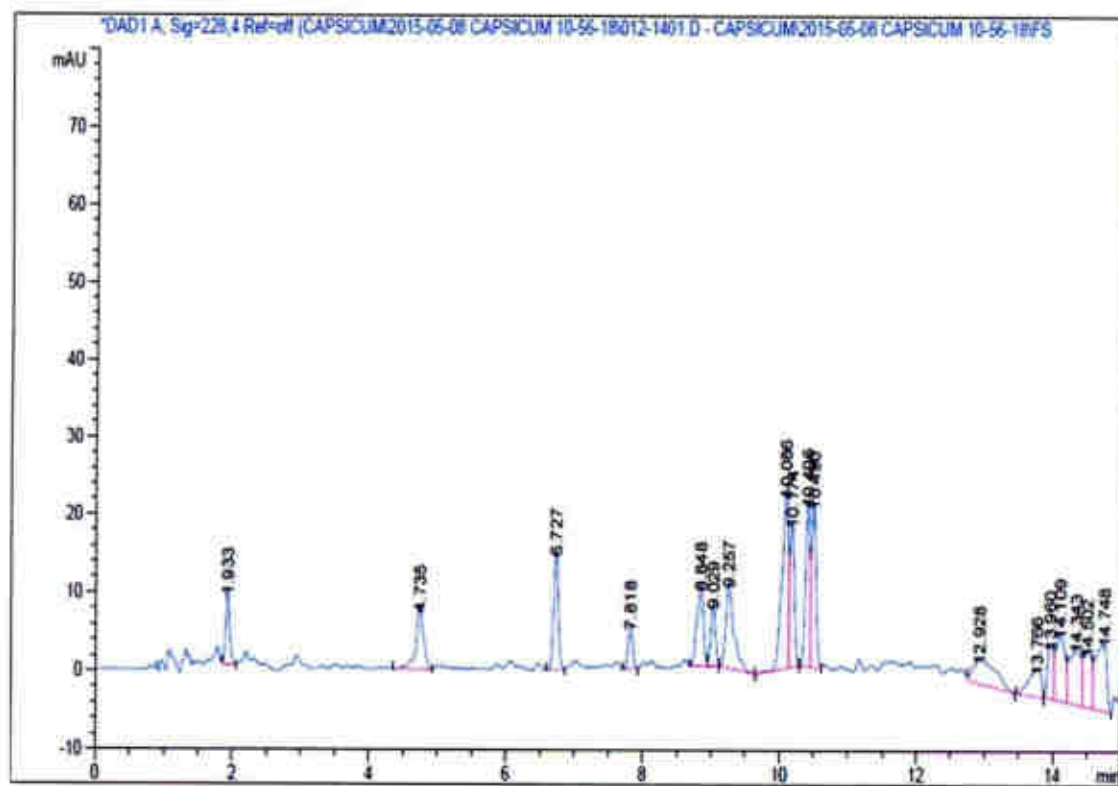


Figura 12. Cromatograma de la muestra 12, cuantificación de capsaicina por HPLC

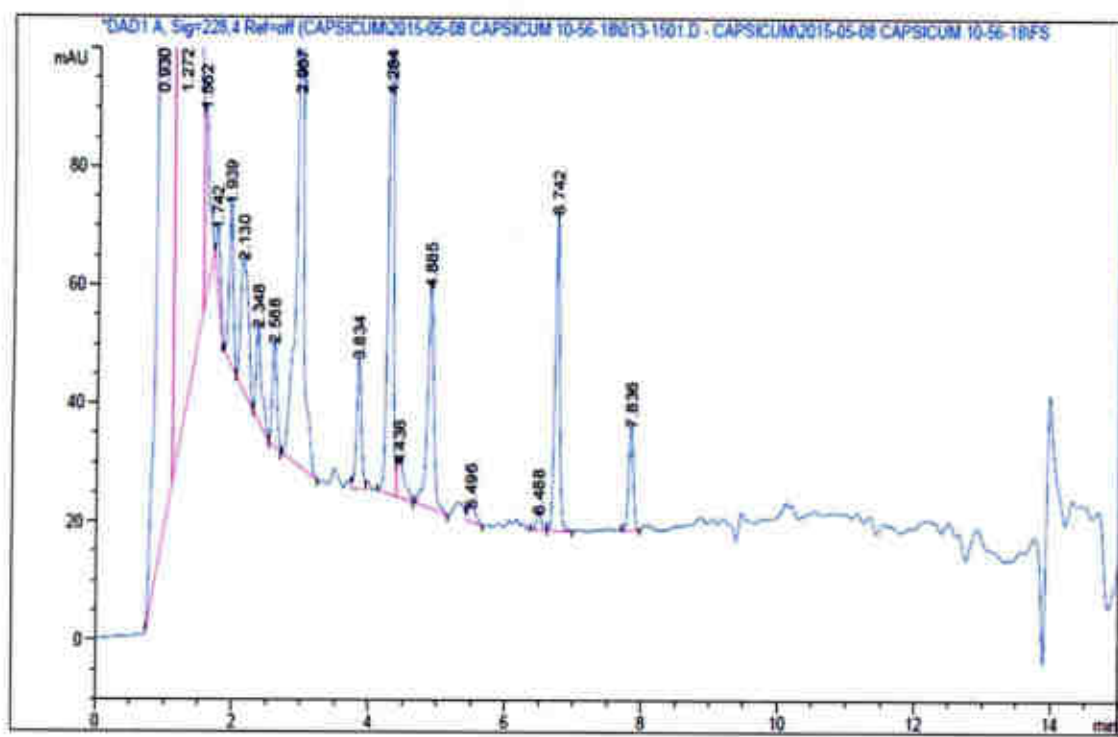


Figura 13. Cromatograma de la muestra 13, cuantificación de capsaicina por HPLC

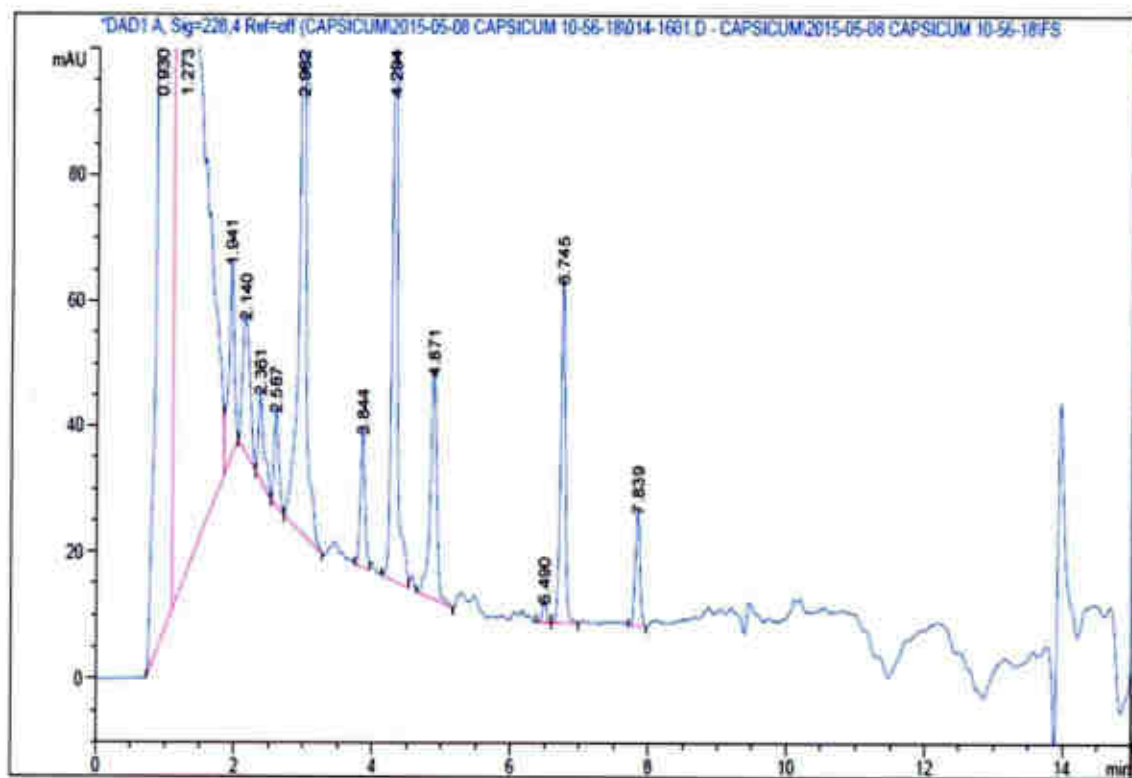


Figura 14. Cromatograma de la muestra 14, cuantificación de capsaicina por HPLC

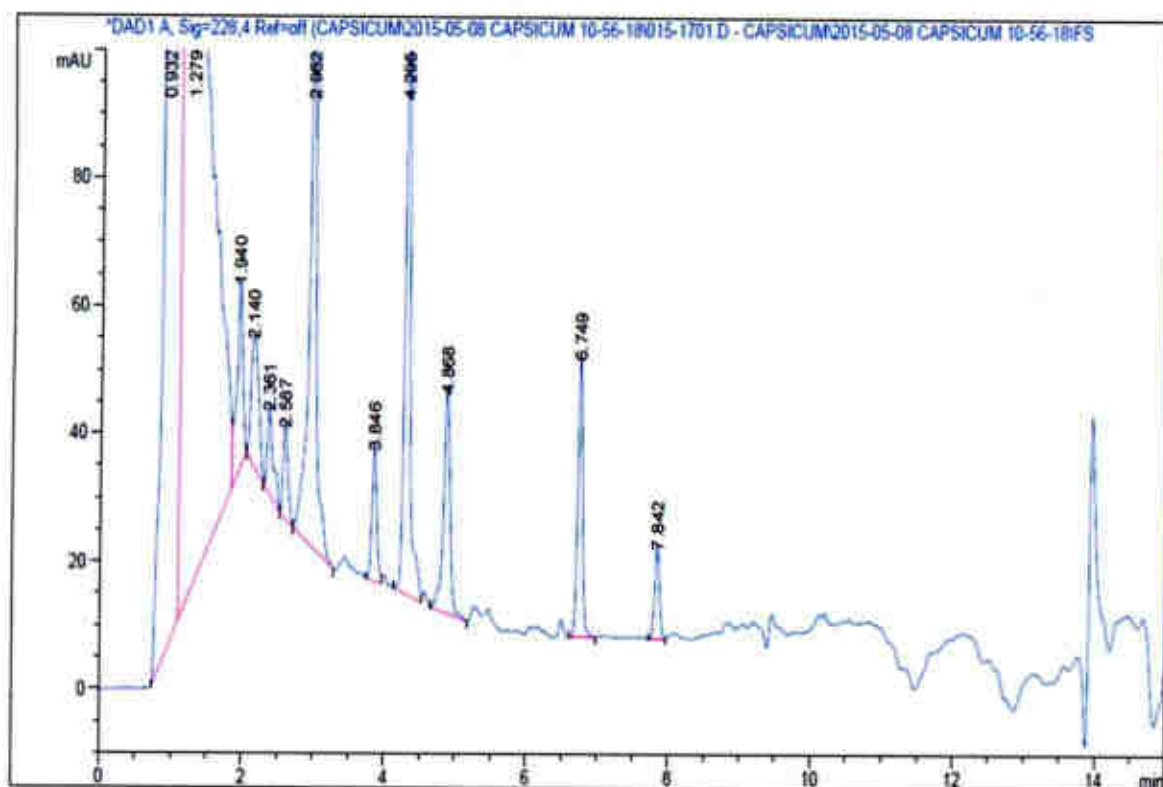


Figura 15. Cromatograma de la muestra 15, cuantificación de capsaicina por HPLC

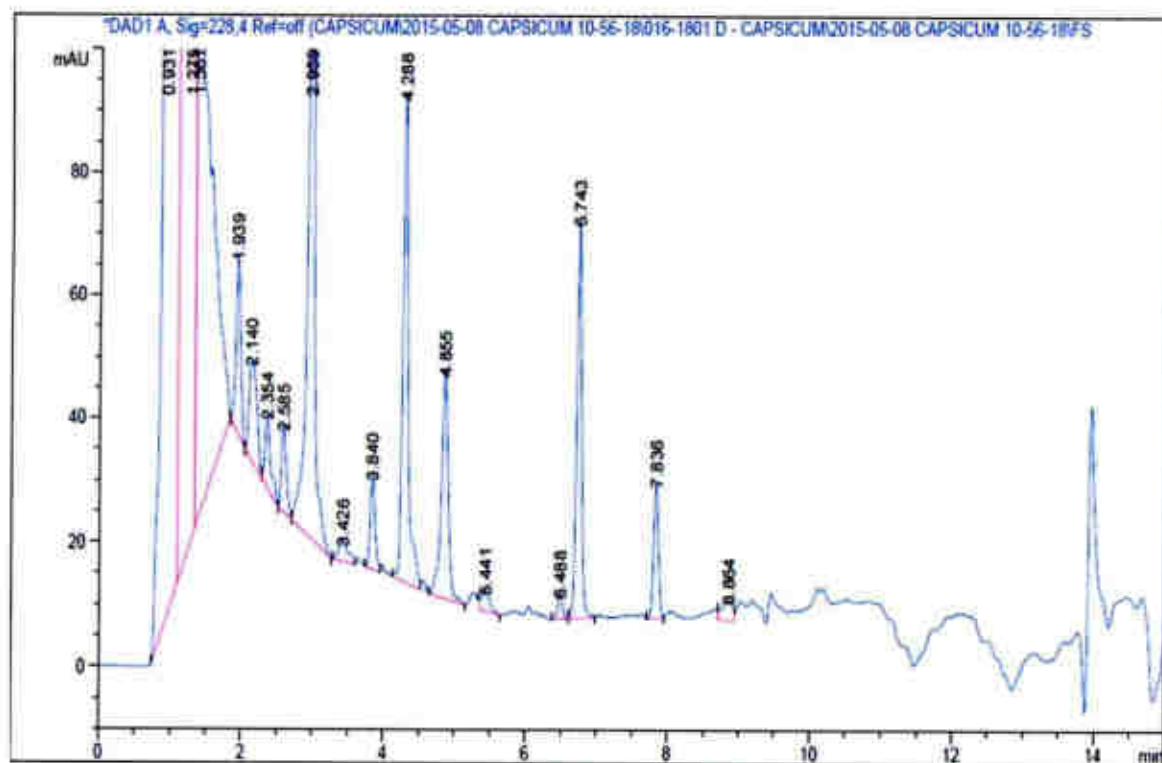


Figura 16. Cromatograma de la muestra 16, cuantificación de capsaicina por HPLC

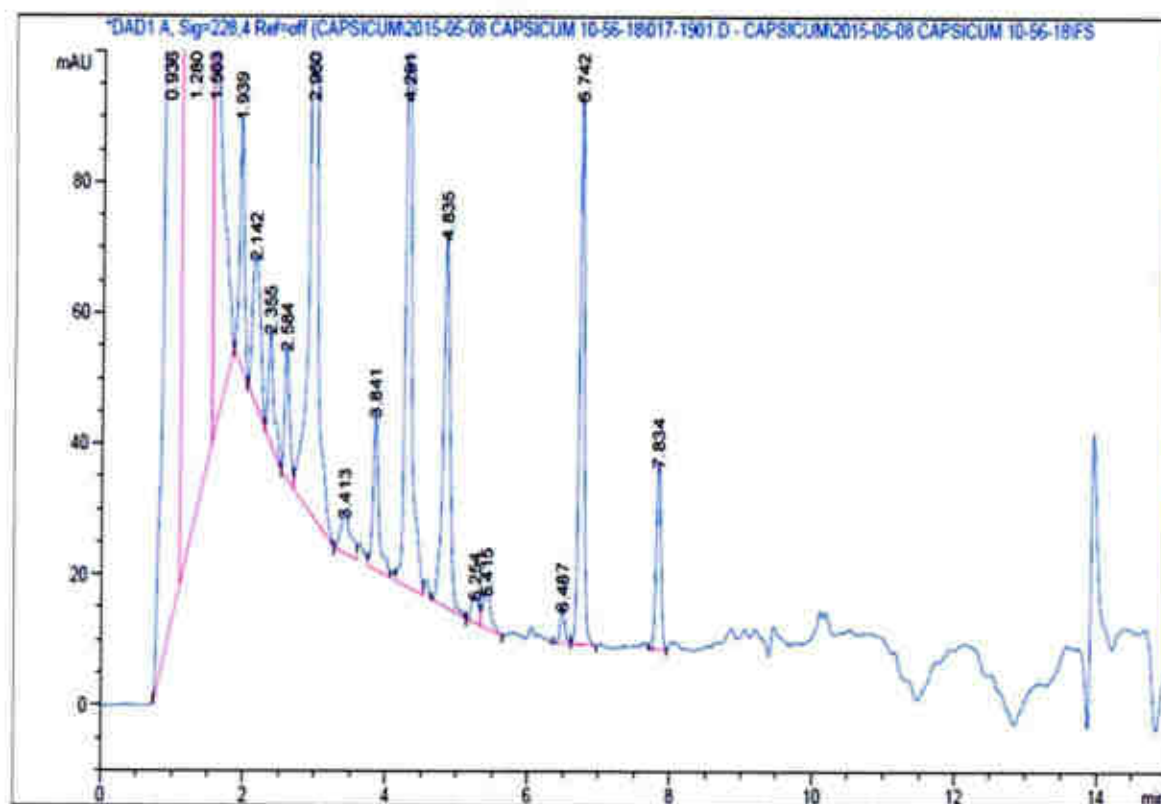


Figura 17. Cromatograma de la muestra 17, cuantificación de capsaicina por HPLC

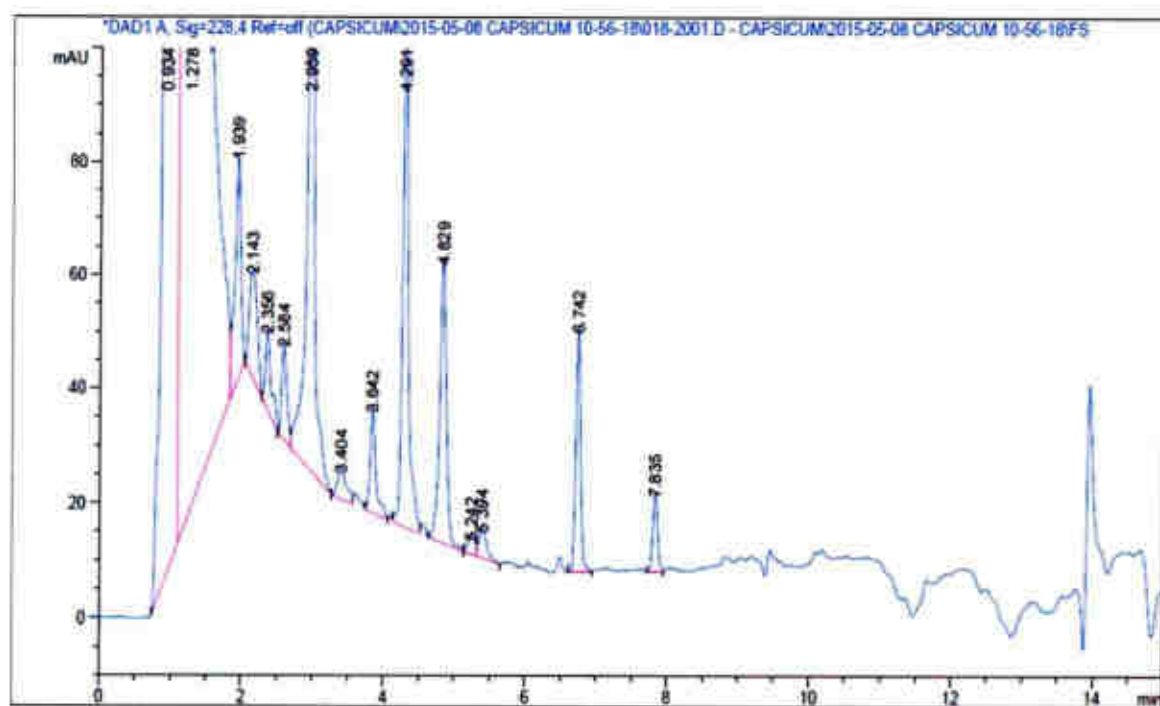


Figura 18. Cromatograma de la muestra 18, cuantificación de capsaicina por HPLC

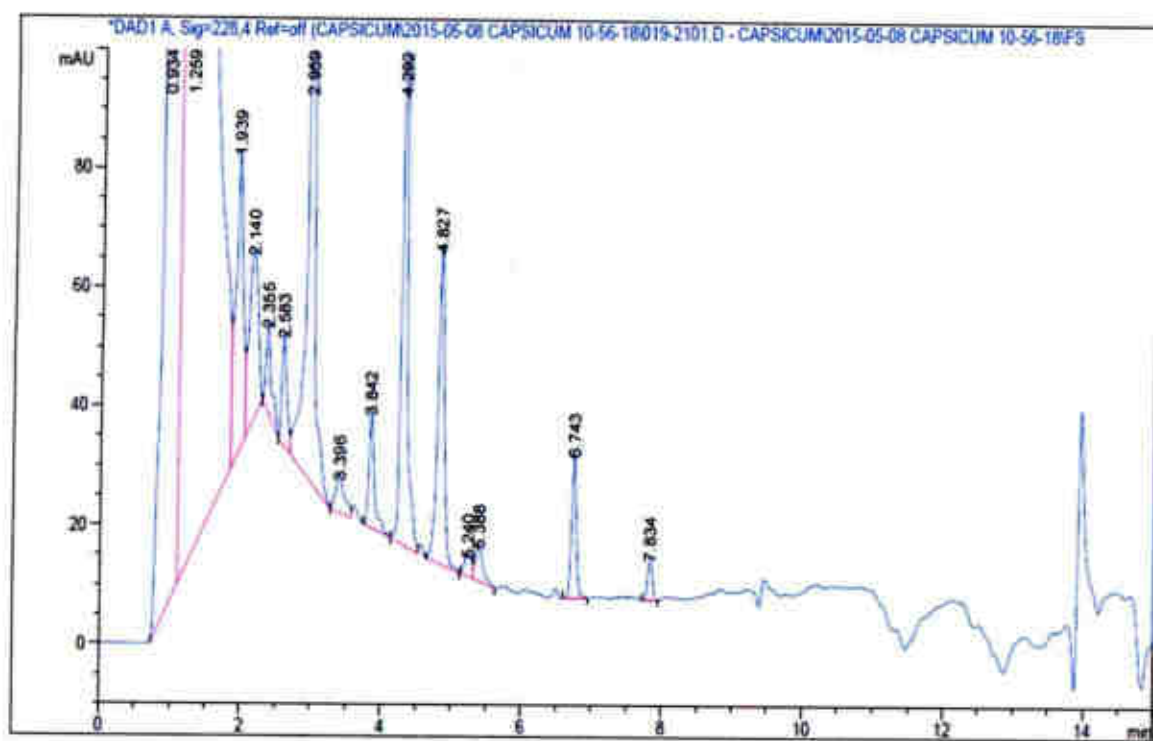


Figura 19. Cromatograma de la muestra 19, cuantificación de capsaicina por HPLC

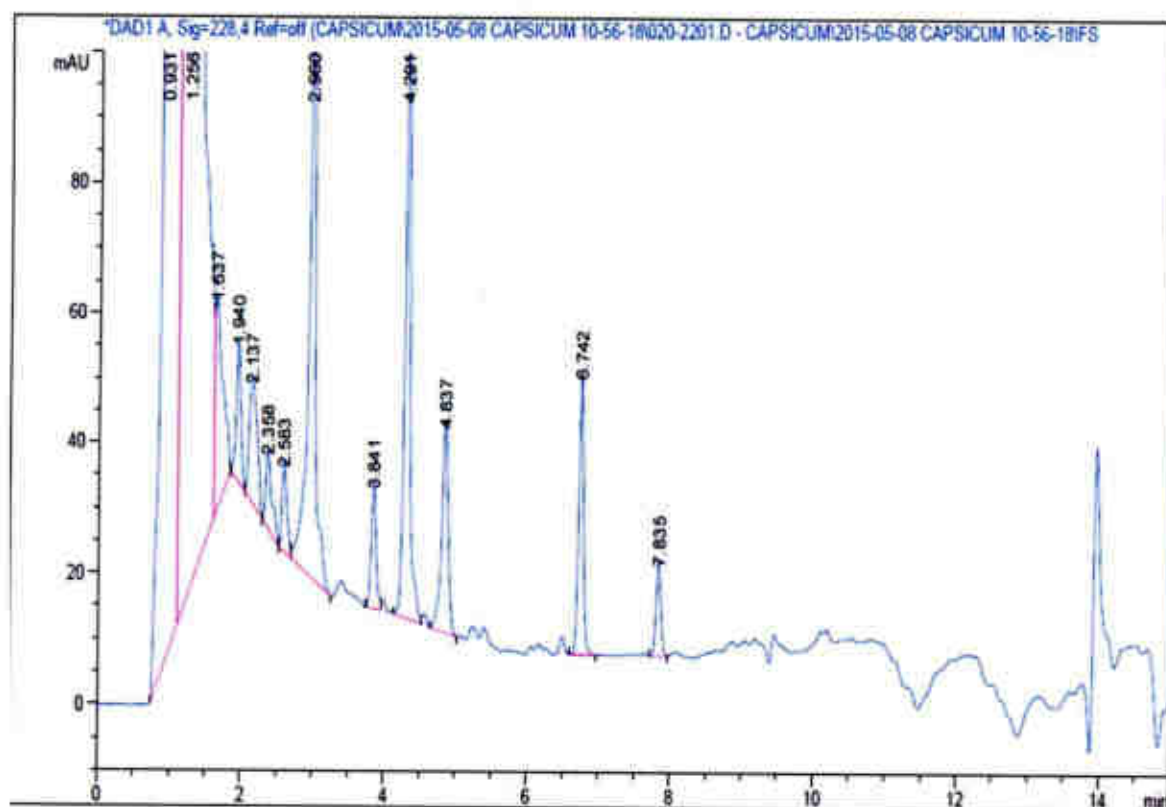


Figura 20. Cromatograma de la muestra 20, cuantificación de capsaicina por HPLC

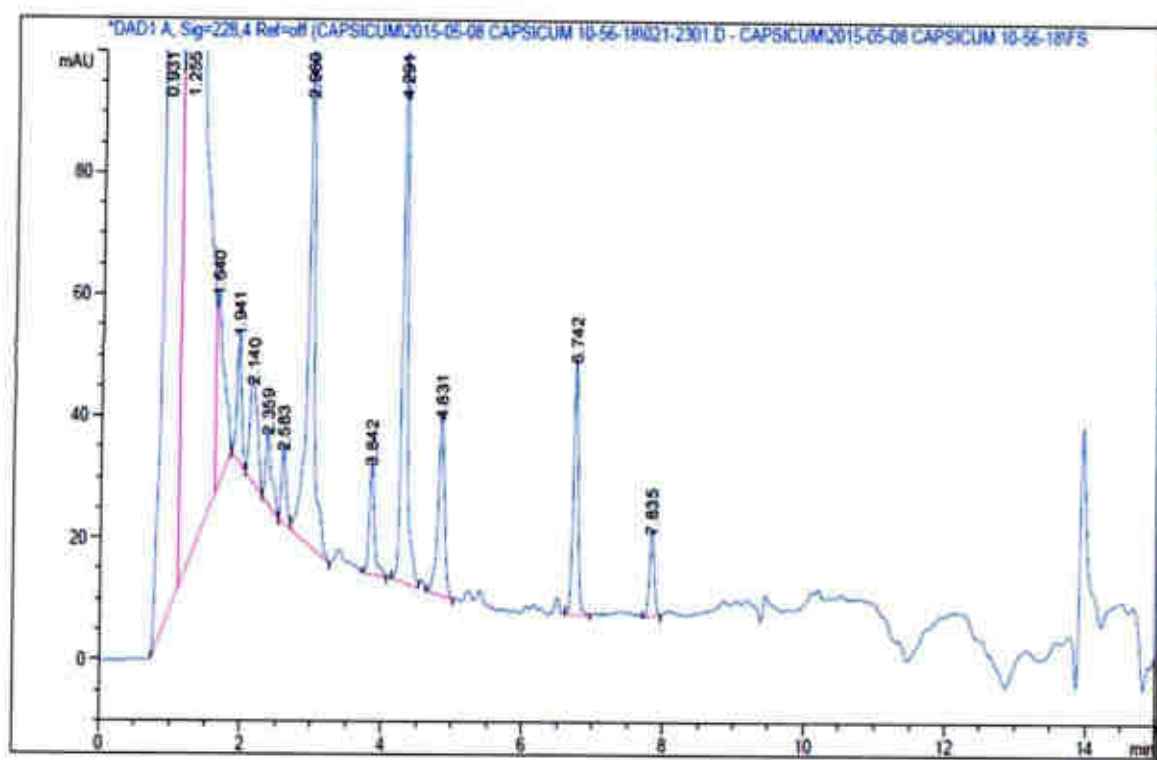


Figura 21. Cromatograma de la muestra 21, cuantificación de capsaicina por HPLC

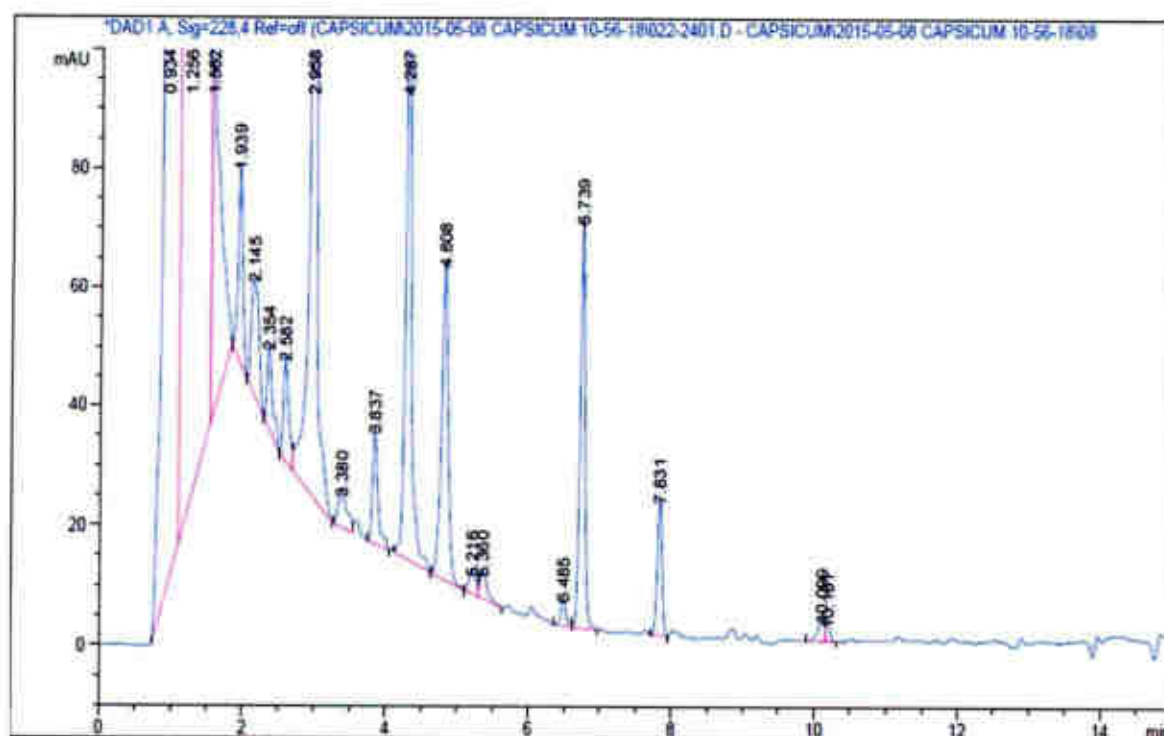


Figura 22. Cromatograma de la muestra 22, cuantificación de capsaicina por HPLC

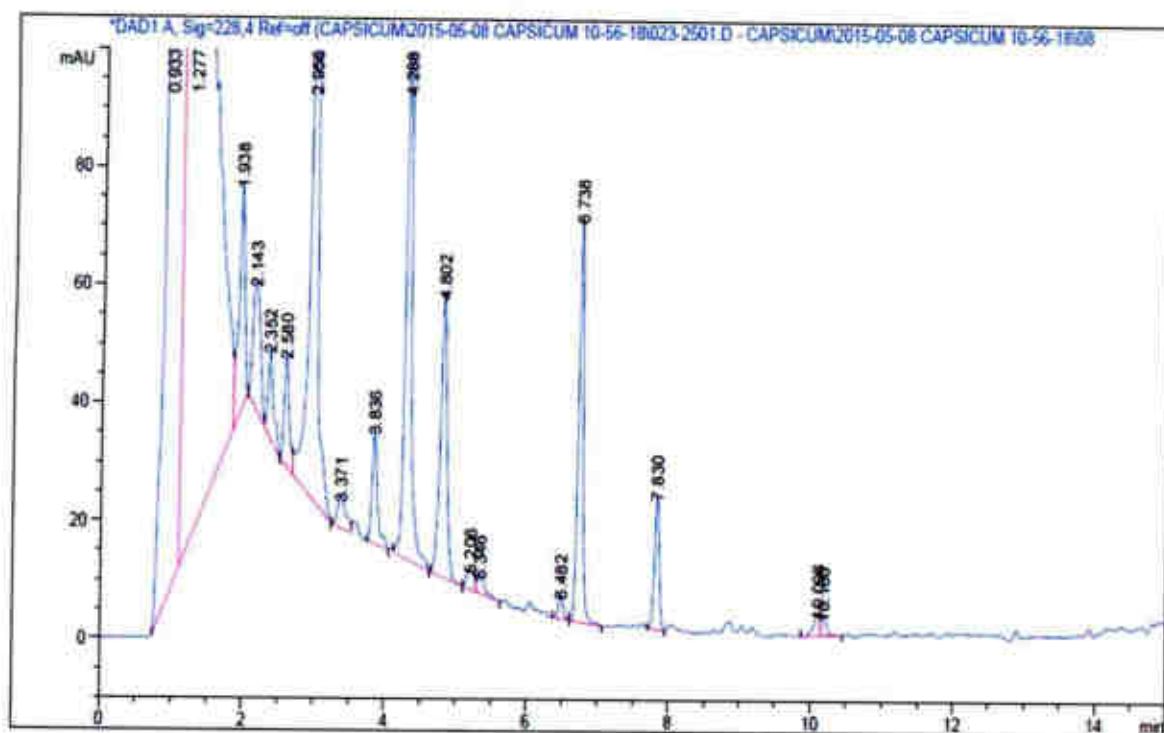


Figura 23. Cromatograma de la muestra 23, cuantificación de capsaicina por HPLC

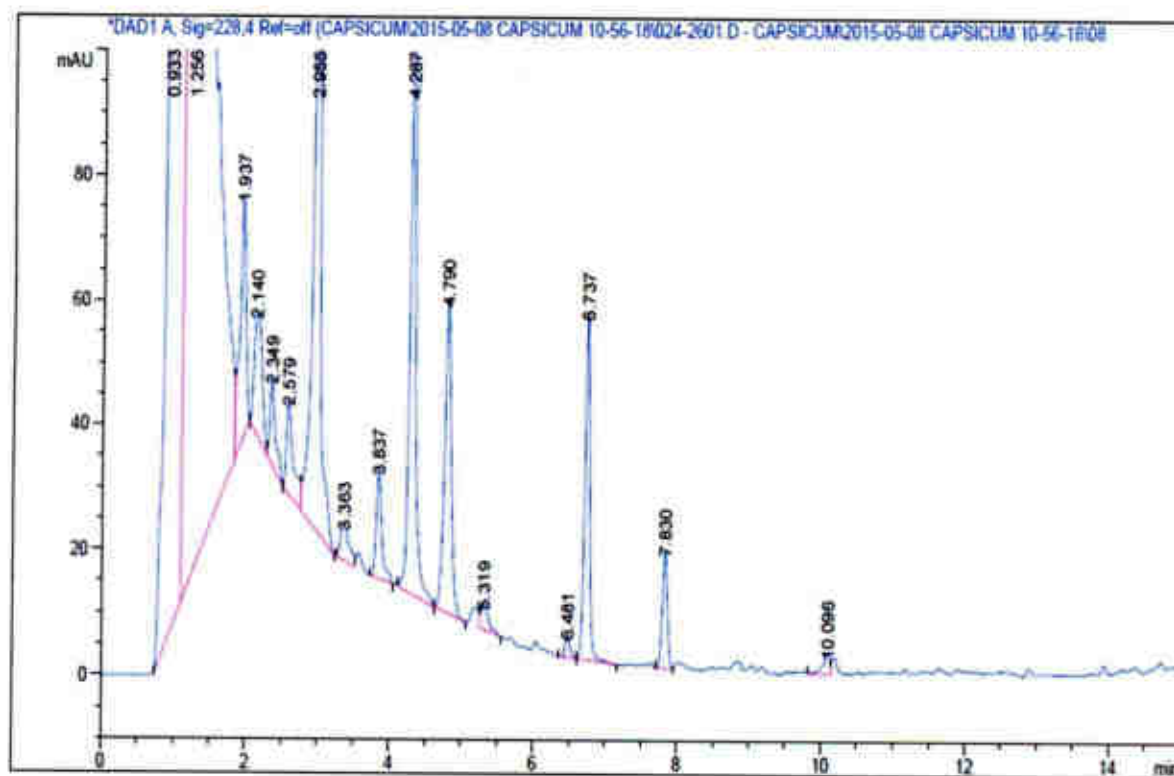


Figura 24. Cromatograma de la muestra 24, cuantificación de capsaicina por HPLC

ANEXO 8

FOTOGRAFIAS DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Foto 1. Páprika fresca entera



Foto 2. Secado de la páprika en el equipo secador de bandeja



Foto 3. Páprika en polvo





Foto 5. Extracción de oleorresina de páprika



Foto 6. Producto final



Foto 7. Torta residual de páprika



Foto 8. Muestra antes de someter al HPLC, para la cuantificación de capsaicina



Foto 9. Equipo HPLC, utilizado para la cuantificación de la capsaicina



Foto 10. Muestra aforada para la determinación del color ASTA



Foto 11. Muestra verificada para la determinación del color ASTA