

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**“Determinación del Nivel de Pungencia en Unidades
Scoville para *Capsicum annum var. aviculare*
procedente de Regiones Productoras de Guatemala”.**

Informe de Tesis

Presentado por

German Manuel Peralta Calito

Estudiante de la Carrera de

QUÍMICA

Guatemala, Septiembre 2007.

INDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1 GÉNERO Capsicum	4
3.2 <i>Capsicum Anuum var. aviculare</i>	4
3.2.1 CONDICIONES DE SIEMBRA	5
3.2.1.1 SUELOS	5
3.2.1.2 PLANIFICACION DE LA SIEMBRA	5
3.3 LA CAPSAICINA	6
3.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS	6
3.3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS	7
3.4 USOS DE LA CAPSAICINA	8
3.4.1 ALIMENTOS	8
3.4.2 MEDICINA	8
3.4.3 ADITIVOS	9
3.5 ESTUDIOS REALIZADOS.....	10
4. JUSTIFICACIÓN.....	11

5. OBJETIVOS	13
.....	
6. MATERIALES Y MÉTODOS	14
.....	14
6.1 UNIVERSO DE TRABAJO	14
6.1.1 UNIVERSO	14
6.1.2 MUESTRA	14
6.2 RECURSOS	14
6.2.1 HUMANOS	14
6.2.2 FISICOS	16
6.3 METODOLOGÍA	16
6.3.1 RECOLECCIÓN	16
6.3.2 CUANTIFICACIÓN	16
6.3.2.1 EXTRACCIÓN DE CAPSAICINA	16
6.3.2.1.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS	16
6.3.2.1.2 CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA	16
6.3.2.2 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES	16
6.3.2.2.1 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES	17
6.3.2.2.2 PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES	17
6.3.2.2.3 CURVA DE CALIBRACIÓN	18
6.3.2.2.4 CUANTIFICACIÓN DE MUESTRAS	18
6.3.2.2.5 ANALISIS DE RESULTADOS	
6.3.2.2.5.1 CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS	18
CAPSAICINOIDES O Capsaicina	
6.3.2.2.5.2 DETERMINACIÓN DE UNIDADES	19
SCOVILLE (SHU)	
7. RESULTADOS	20

.....	20
7.1 TIEMPOS DE RETENCIÓN DE ESTANDÁRES	21
7.2 TIEMPOS DE RETENCIÓN DE LAS MUESTRAS	21
7.3 CANTIDAD DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE (SHU) EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS	22
7.4 RELACIÓN ENTRE CANTIDAD DE CAPSAICINA POR CANTIDAD DE FRUTO	23
7.5 PROMEDIO DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE POR ZONA ANALIZADA	24
8. ANALISIS DE RESULTADOS	25
.....	
9. CONCLUSIONES	28
.....	
10. RECOMENDACIONES	30
.....	
11. REFERENCIAS	31
12. ANEXOS	34

DEDICATORIA

Es un camino largo y angosto, difícil y tormentoso, hasta desesperante, pero en su final reconfortante y satisfactorio. Un camino con muchas enseñanzas, un camino con mucho que conocer, un camino que no se puede andar solo, para toda esa gente que me brindó su apoyo y compañía en este camino.

En Química General	A todos sin excepción.
En Química Orgánica	Licda. Idolly Carranza
En Fisicoquímica	A Don Pancho y Don Wüicho
En la UAI	Al Lic. Jayes y Licda. Echeverría
En la Escuela de Química	A Yoli, a Jhony y al Dr. Gálvez.

A todos ustedes por acompañarme en éste día tan especial.

AGRADECIMIENTOS

Acto que dedico a:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| A Dios | Por sobre todo y por regalarme vida para poder llegar hasta este día. |
| A mis papas | Porque confiaron en mí para estar hoy acá, porque vieron en mí lo que otros no quisieron ver, porque en el momento de un abrazo o una palabra de aliento nunca se quedaron callados ni con los brazos cruzados. ¡Gracias....! (No estuviera acá sino fuera por ustedes) |
| A Paco y a la Yuba | Porque nunca me negaron nada, y porque me dejaron sentirme el hermano mayor. |
| A Toshito y a Woody | Por convertirse en mis angelitos de la guarda y por enseñarme que cualquier amargura de esta vida se endulza con un chocolate o con un helado. |
| A mis abuelitos | Mama Bacha, Papa Meme (QEPD), Abuelita Pancha (QEPD) y Abuelito Man por consentirme con toda la ternura del mundo hasta el día de hoy. |
| A mis tíos | Por regalarme su amistad y su cariño siempre. En especial a mi tío Teto. |
| A mis colegas amigos | Claudia, Patty, Gaby, Rama, Marmota, Claudia Arriaga y Edward (Adoptado) porque muy a su estilo me acompañaron en tantos momentos en mi vida estudiantil. |
| A mis amigos | Yeya, La Colocha, Sheilee, El Choco, Don Sergio por pasar a ser personas especiales en mi vida. |
| A la Licda. Pezzarossi (QEPD) | Por confiar y permitirme aprender un poco de todo lo que había en ella. |
| Al Departamento de Química General | A doña Gilda, a don Julio, Don Rolando, Licda. Silvia, Licda. Rosy, Isabel y Vilma; porque me enseñaron que la mejor manera de conocer a alguien es compartiendo una sonrisa. |
| A Laboratorio Nacional de Salud (FQM) | Por permitirme dar mis primeros pasos profesionales y por encontrar una nueva familia. |

1. RESUMEN

Se determinó la pungencia de extractos de *capsicum annuum var. aviculare* provenientes de las zonas productoras de la república de Guatemala. Dicha pungencia se determinó según la concentración de Capsaicina presente en cada uno de los extractos. La pungencia fue determinada en Unidades de Pungencia Scoville (SHU).

Las muestras se recolectaron por conveniencia en cultivares de los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Escuintla, Huehuetenango, Suchitepéquez, Petén e Izabal. Se realizaron las extracciones de cada una de las cantidades de fruto recolectado en cada uno de los departamentos. Para la extracción se utilizó como solvente etanol. La separación y cuantificación de la Capsaicina se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Resolución.

Los resultados obtenidos nos muestran que la Costa Atlántica de la república de Guatemala posee la mayor concentración de Capsaicina. Para el proceso de separación y cuantificación se determinó la reproducibilidad utilizando como parámetro el tiempo de retención tanto de los estándares como de las muestras analizadas.

2. INTRODUCCIÓN

Los compuestos Capsaicinoides son el grupo de compuestos que le dan el sabor picante al chile y su pungencia. Lo picante o la pungencia de un chile depende de siete alcaloides o Capsaicinoides estrechamente relacionados. A principios de los años 1900, Wilbur L. Scoville inventó una prueba para determinar la pungencia relativa de distintos chiles. Los compuestos capsaicinoides de un chile de peso determinado fueron extraídos con alcohol y mezclada en varias concentraciones con agua endulzada. Se les solicitó a probadores humanos que determinaran a que punto neutralizó el agua lo picante. El volumen de agua requerido para cada muestra fue asignado una calificación en unidades Scoville, entre más grande el número, se necesitaba más agua y estaba más picante el chile. En 1977 se removi6 la subjetividad apegada a esta prueba y se utiliz6 Cromatografía de Gases. Se pudo establecer entonces que la pungencia era debida a compuestos que los denominaron Capsaicinoides, siendo el más importante la Capsaicina. La Capsaicina posee muchas propiedades que la hacen una sustancia muy bien ponderada en el mercado. Se le atribuyen características anticancerígenas, uso medicinal t6pico como analgésico y es un aditivo biodegradable en pigmentos y pinturas, a las cuales les provee un carácter repelente.

En Guatemala el consumo de chile como alimento es masivo, por lo que el estudio científico de este fruto se ha hecho necesario. Conocer el nivel de pungencia de este fruto es una necesidad a nivel nacional, debido a la importancia de la Capsaicina en la farmacología, medicina alternativa y aditivos en pinturas y pigmentos. Se escogió entonces una de las variedades representativas del país para este estudio: El chiltepe; además de ser representativo de Guatemala, posee una alta concentración de Capsaicina (Anexo 1). La determinación se realizó en las regiones productoras de Guatemala, basándose en los últimos datos obtenidos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), por lo que el estudio se desarrolló en un aspecto descriptivo y que sirva de guía para investigaciones

posteriores. El análisis del Valor de Pungencia en Unidades Scoville se llevó a cabo por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). Este análisis se realizó para poder diferenciar entre las distintas zonas productoras, basándose en su concentración de Capsaicina y sugerimos que áreas son las más apropiadas para la siembra del *Capsicum annum var. aviculare* (Chiltepe).

3. ANTECEDENTES

3.1 GÉNERO *Capsicum*

El chile es una Solanácea con seis especies principales y diez especies secundarias. Es una planta anual, herbácea, de crecimiento determinado. Su raíz es pivotante con numerosas raíces adventicias, alcanzando una profundidad de 70-120 cm. La altura de las plantas varía de 0.30 a 1m, según las variedades. La flor del chile es frágil. El fruto es una baya generalmente amarilla o roja en su madurez. Las semillas son aplastadas y lisas, pudiendo contarse de 150-200 por gramo; ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años.[2]

Los nombres comunes de los chiles son variados, porque con frecuencia el mismo chile recibe otro nombre en un lugar diferente, aún entre los que se cultivan comercialmente. En algunos lugares el chile ancho es conocido como "pasilla". El chile gordo puede llamarse jalapeño o poblano. Por ejemplo es frecuente que a un chile guajillo en un lugar se le llame "cascabel" y en otro "mirasol". [2]

3.2 *Capsicum Anuum var. aviculare*

Tomando en cuenta la clasificación que se hace para *Capsicum spp*, la mayor parte de chiles cultivados que se presentan en nuestro país pertenecen a *Capsicum annuum*. Además, la especie mencionada tiene en Guatemala su especie silvestre ligada, *C. annuum var. aviculare*, conocida con el nombre de chiltepe.[2]

El chile de montaña o chiltepe (*C. annuum var. Aviculare*), está en los bosques secos, húmedos y muy húmedos; pocas veces en bosques rocosos y hasta una altura de 1200 msnm. Se encuentra reportada su mayor producción en los departamentos de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez. Esta especie está distribuida tanto en la franja costera del pacífico como en la del Atlántico de Guatemala; se caracteriza por la forma globosa y ovoide del fruto y el color anaranjado del mismo y principalmente por su sabor especial y grado medio de pungencia. Es utilizado en la preparación de chirmol, salsas picantes y en forma de curtido. [2]

3.2.1 CONDICIONES DE SIEMBRA

3.2.1.1 SUELOS

El cultivo del chiltepe se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible, francos arenosos, franco limosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados.[2]

El chiltepe se adapta y se desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0, es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado. Por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes.[2]

3.2.1.2 PLANIFICACIÓN DE LA SIEMBRA

En la planificación de siembra del cultivo de chiltepe se necesita conocer su capacidad productiva: tolerancia o resistencia a enfermedades: hábito de crecimiento: ciclo comprendido de siembra o cosecha: sistema de conducción y siembra (surco simple ó doble): época de siembra.[2]

Con riego se puede sembrar todo el año: se debe tener mucho cuidado con las heladas en zonas altas y en climas templados o fríos; efectos de altas temperaturas y época del año (seco o lluvioso). [2]

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. El chiltepe necesita una temperatura media diaria de 24°C. Debajo de 15° C el crecimiento es malo y con 10°C el desarrollo del cultivo se paraliza. Con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. [2]

3.3. LA CAPSAICINA

3.3.1 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, y es identificada por un número CAS¹ 404-86-4, su forma cristalográfica pertenece al sistema monoclinico, láminas rectangulares, 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

¹ **CAS:** El registro CAS abarca sustancias identificadas por la literatura científica desde 1957 al presente con algunas clases principales hasta los inicios de los años 1900's. Cada sustancia en este registro se identifica por un Identificador Numérico Único llamado Número CAS de Registro.

Cada Número CAS de Registro:

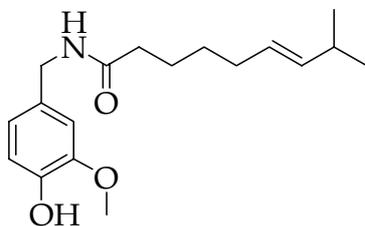
- Es un identificador numérico único
- Designa sólo una sustancia
- No tiene relevancia química es un enlace a una riqueza de información sobre una sustancia química específica

significativa, su máxima absorción entre 227-281 (ϵ 7000, 2500) posee un color rojo-naranja, pudiéndose almacenar durante años en forma estable. [15]

La Capsaicina es ligeramente soluble en agua, pero soluble en grasas, alcoholes y aceites. La Capsaicina extraída y cristalizada puede estar en presencia de 5 compuestos Capsaicinoides más. En un extracto cristalino los porcentajes pueden ser: Capsaicina 69%, Dihidrocapsaicina 22% y tres componentes minoritarios: Nordihidrocapsaicina 7%, Homocapsaicina 1% y Homodihidrocapsaicina 1%. [16] [Anexo 2]

3.3.2 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, frecuentemente clasificado, de forma errónea, como un alcaloide. [3]



CAPSAICINA

Figura No. 1

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. [3]

La Capsaicina purificada, diluida cien mil veces, sigue siendo tan activa que aun 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. Se sabe que esta molécula es capaz de actuar sobre fibras no mielinizadas delgadas, activando a ciertas subpoblaciones de neuronas sensoriales. La Capsaicina también posee cualidades descongestivas y, a concentraciones adecuadas, favorece en el cerebro la producción de endorfinas, que son moléculas que promueven la sensación de bienestar. [3]

3.4 USOS DE LA CAPSAICINA

3.4.1 ALIMENTOS

Los usos de los frutos frescos o procesados de Capsicum son múltiples. Aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas, existe una gran gama de productos transformados que se usan en la alimentación humana: secos o deshidratados, en encurtidos, enlatados, en pastas, en salsas y congelados.

Un uso muy importante del chile en el mundo, es el de extraerles color y utilizar el colorante naturalmente en cosméticos, pinturas y alimentos. El uso industrial más innovador del chile es la extracción de su oleorresina. De esta se obtiene la Capsicina pura. La Capsaicina tiene usos industriales diversos, en la alimentación humana y animal, en la medicina y hasta en la seguridad personal.[5]

3.4.2 MEDICINA

Los frutos de chile entran en la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastro-intestinal, algunos casos de diarrea y como estimulante. En pomadas, cremas o soluciones en alcohol, la Capsaicina se utiliza contra los dolores reumáticos, las neuralgias y la osteoartritis. Se ha encontrado que la Capsaicina es capaz de reducir la "sustancia P", un químico que lleva los mensajes de dolor desde las terminales nerviosas de la piel al sistema nervioso central. Las investigaciones clínicas han demostrado que el 75 % de los pacientes a los que se ha aplicado crema de Capsaicina en sus zonas enfermas experimentaron una disminución sustancial del dolor, con solo una ocasional sensación de quemadura. Por esta propiedad está siendo investigado el uso de la Capsaicina en otros problemas de la piel que ocasionan dolor, tal el caso de los daños nerviosos de la diabetes, herpes zona, dolor posquirúrgico etc. Una pequeña cantidad de chile (de Capsaicina) incrementa la presión arterial y reduce el excesivo sangrado en cualquier parte del cuerpo. Contrariamente a la creencia popular, también se han reportado resultados clínicos positivos en los casos de úlcera. La páprika o pimentón español es un condimento muy utilizado en la cocina, posee propiedades digestivas y diuréticas, éstas propiedades se le atribuyen debido a que contiene cierto porcentaje de Capsaicina. Últimamente se ha añadido otra virtud de la Capsaicina, ya que se está anunciando su valor en el control del peso corporal en las personas que tienen problemas de obesidad. El chile en general, incrementa el gusto por los alimentos sin grasa. Además ayuda a quemar calorías. Se ha encontrado que 6 g de chile queman alrededor de 45 a 76 calorías extras. El chile actúa como un estimulante enérgico, haciendo que las adrenales incrementen ligeramente la producción de cortisona. Actualmente, la Capsaicina se ha incorporado en los productos de autodefensa que se expenden en forma de repelentes (en spray) en los Estados Unidos. Los síntomas de ceguera, sofoco y náusea desaparecen al cabo de 30 minutos sin dejar consecuencias nocivas. [5]

3.4.3 ADITIVOS

“Alrededor de 1990 se encontraron reportes en los medios de la adición de Capsaicina a las pinturas utilizadas en los cascos de los botes y en las válvulas de los

sistemas aguas municipales, para evitar el crecimiento de percebes² y mejillones cebrá³. Esta historia no fructificó en esa época, pero ha vuelto a surgir como una medida científica por parte de Burlington Bio-Medical and Scientific Corporation of Farmingdale, New York, en donde se está desarrollando el método para la fabricación de grandes cantidades del denominado compuesto capsaicinoide. El compuesto incluye la presencia de Capsaicina y el anestésico lidocaina, la mezcla de estos compuestos la hace extremadamente picante e intensamente amarga. El propósito de crear este compuesto, es utilizarlo como un aditivo en pinturas, ya que es inocuo para la vida marina y muy efectivo en la inhibición del crecimiento de los percebes.”[14]

3.5 ESTUDIOS REALIZADOS

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. [5]

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) (Betts,1999). [4]

Dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han realizado estudios sobre distintas variedades de Capsicum, entre las Dependencias se encuentran la Planta Piloto del Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se realizaron extracciones de distintos géneros de Capsicum y se obtienen extractos en forma de oleorresinas, las cuales son analizadas posteriormente en el extranjero. También se han realizado análisis bromatológicos en la Facultad de Agronomía, donde se hace énfasis en el análisis

² **Percebes:** *Crustáceo cirropedo comestible, de cuerpo compuesto por una concha de varias placas calizas. Vive en la mar adherido a rocas o barcos por el pedúnculo formando grupos.*

³ **Mejillones Cebrá:** *Molusco lamelibranquio, asifonado, de concha triangular y colores blanco y negro a rayas. Vive en los mares de Europa fijo a toda clase de objetos sumergidos, y es comestible.*

proximal, detallando para ciertas especies el contenido de Nitrógeno, proteínas y cenizas como resultados más comunes.

En el año 2002 en INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Bajío, Unidad de Biotecnología y en el Departamento de Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya, México se lograron separar y cuantificar 13 compuestos Capsaicinoides de diferentes variedades de Chiles con Diferente Calidad Pungente utilizando Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). [6] En el mismo año se realizó la separación de Capsaicina y Dihidrocapsaicina extraídos de Chile Habanero. [7]

4. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país con alta producción agrícola y muy apegado a una cultura de medicina alternativa, por lo que se considera de urgencia la investigación seria y científica de los productos naturales que se producen.

El metabolito más importante encontrado en *Capsicum annuum var. Aviculare* (chiltepe), es la Capsaicina por su propiedad anticancerígena(1) y como pigmento para alimentos y cosméticos, la Capsaicina se encuentra en el chiltepe en mayores cantidades en su etapa de maduración. Como ya se mencionó el género tiene constituyentes con diversos usos, que permiten el desarrollo de innovaciones tecnológicas productivas y agroindustriales que lo hacen competitivo en el mercado nacional e internacional.

Pero la cantidad de Capsaicina en los frutos *Capsicum* no es la misma en todas sus especies, por lo que es necesario la explotación de aquellos frutos que presenten la mayor cantidad de Capsaicina; para lograr esto es necesario conocer cuales regiones tienen la posibilidad de generar los frutos con mayor cantidad Capsaicina. De aquí la importancia de clasificar al Chiltepe *Capsicum annuum var. Aviculare* en el territorio

nacional, para poder maximizar el cultivo del fruto en las áreas donde la presencia de Capsaicina sea mayor.

La Capsaicina con alto grado de pureza tiene un alto precio en el mercado de reactivos, por lo que la determinación de regiones de cultivo con altas concentraciones en el *Capsicum annum var. Aviculare* (Chiltepe) sería una alternativa para que se trabajara en el aislamiento y purificación del metabolito mencionado, con beneficios económicos para dichas regiones.

En el ámbito mundial, cada día se estudian los beneficios que ofrece el género *Capsicum* en la industria de alimentos, la farmacología y la medicina humana. Desafortunadamente las especies cultivadas de *Capsicum* de Guatemala, por no haber sido estudiadas no aparecen entre las especies de importancia económica para la diversificación de la agricultura, mucho menos para promover la agroindustria nacional. Su consumo como hortaliza fresca entre los vegetarianos se ha incrementado, especialmente por proveer antioxidantes a la dieta.

En consecuencia, divulgar y promover la potencialidad de los constituyentes del género en su transformación y procesos agroindustriales es de vital importancia para la industrialización del país. Así por ejemplo, se puede mencionar que el potencial agroindustrial del género está en la extracción de Capsaicina pura, para lo que es necesario realizar un sondeo a escala nacional en las áreas de cultivo de mayor producción, para poder determinar los niveles de Capsaicina en dichas regiones.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

- 5.1.1 Determinar el Valor de Pungencia en Unidades Scoville en *Capsicum annum var. aviculare* (Chiltepe) proveniente de las Regiones Productoras del País.

5.2 ESPECÍFICOS

- 5.2.1 Recolectar *Capsicum annum var. Aviculare* (Chiltepe) en los departamentos de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez.
- 5.2.2 Cuantificar Capsaicina en *Capsicum annum var. Aviculare* (Chiltepe) en los cultivares de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez

por el método de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

5.2.3 Determinar el nivel de Pungencia en *Capsicum annum var. Aviculare* (Chiltepe) en los cultivares de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez; teniendo como referencia la cantidad de Capsaicina presente en cada uno de los cultivares de cada uno de los departamentos.

5.2.4 Elaborar una base de datos para catalogar las muestras de *Capsicum annum var. Aviculare* (Chiltepe) según la cantidad presente de Capsaicina y región de cultivo.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 UNIVERSO DE TRABAJO

6.1.1. UNIVERSO

El universo fue constituido por muestras de *Capsicum Annum var. aviculare* en los cultivares de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez.

6.1.2. MUESTRA

La muestra fue constituida por la cantidad de fruto de *Capsicum annum var. aviculare* provenientes de uno de los cultivares tomado por un muestreo de intención en cada uno de los departamentos de El Petén, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Huehuetenango, Jutiapa, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez en la época de octubre a enero

6.2 RECURSOS

6.2.1. HUMANOS

- a. Tesista: German Manuel Peralta Calito
b. Asesora: Licda. Rosa Patricia Navas Nájera

6.2.2. FÍSICOS

a. Reactivos

NOMBRE	FORMULA	CAS	CALIDAD	CANTIDAD
Capsaicina	C ₁₈ H ₂₇ NO	404-86-4	≥97% HPLC	10mg
Etanol	C ₂ H ₅ OH	64-17-5	95%	15 Lts
Acetonitrilo	CH ₃ CN	75-05-8	HPLC	200 mL
Oxido de Magnesio	MgO ₂	954-5-23	G.R.	10g

a. Equipo y Cristalería

Cristalería

NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
Probeta	2	Vidrio	25 mL
Embudo	3	Vástago Corto	6 cm de diámetro
Balón Aforado	6	Pyrex	100 mL
Mortero	1	Porcelana	10 cm de diámetro
Pistilo	1	Porcelana	10 cm de largo
Beacker	6	Pyrex	250 mL
Beacker	6	Pyrex	100 mL

Erlenmeyer	15	Pyrex	250 mL
Tubos de ensayo	33	Pyrex con tapadera	40 mL
Viales	20	HPLC	2 mL

Material y Equipo

NOMBRE	MARCA	MODELO	OBSERVACIONES
Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución	Agilent	1100	-----
Bomba	Agilent	HP 1100	Bomba Inteligente
Detector con Arreglo De Diodos	Agilent	HP 1100	UV-VIS
Columna	Merck	LiChrospher Rp-18e 250X22.5 mm	-----
Automuestreador	Agilent	HP 1100	-----
Balanza	AND	FR-200 MKII	-----
Licuada	Oster	1872-R	
Papel Filtro	Sartorius	Whatman No. 41	Cualitativo

6.3. METODOLOGIA

6.3.1 Recolección

Se tomaron muestras a conveniencia en cada uno de los departamentos estudiados, durante los meses de octubre a marzo de 2006. Cada muestra consistió en aproximadamente 1 libra de frutos de *Capsicum annum var. aviculare* (Chiltepe), se recolectaron las muestras en los cultivos de cada uno de los departamentos, los cuales fueron escogidos al azar y se empacaron en bolsas plásticas con cierre metálico hasta su llegada al laboratorio, donde se guardaron en refrigeración hasta el momento de su análisis.

6.3.2 Cuantificación

6.3.2.1 Extracción de Capsaicina [17]

6.3.2.1.1 Preparación de las Muestras:

Se pesó el fruto sin tallo de *Capsicum annum var. aviculare*. Se colocó en capsulas de porcelana y se dejó secar a 40°C en un horno por 24 horas. Se utilizó etanol al 95% para lavar el fruto seco y pesarlo.

Cada uno de los extractos fue licuado durante 5 minutos con una razón de 1 mL de Etanol al 95% por gramo de material vegetal. Se filtro en papel Whatman No. 41, se les añadió 5 g de Oxido de Magnesio a cada extracto y se filtraron nuevamente con papel Whatman No. 1. luego se reconcentraron hasta obtener un jarabe para cada una de las muestras. (Ver Anexo 5)

6.3.2.2 Cuantificación de Capsaicina [17]

6.3.2.2.1 Preparación de Solución Stock:

Se pesaron 11.1 mg de estándar de Capsaicina Bio Chemika $\geq 97.0\%$ HPLC en un balón de 25 mL. Se llevó aforo con Etanol grado HPLC y se identificó. La solución resultante posee una concentración de 444 ppm. Precaución: Usar guantes y mascarilla. (Ver Anexo 4) No se debe manipular ni inhalar la Capsaicina concentrada para que no entre en contacto con la piel. La Capsaicina es un irritante de la piel y de las mucosas.

6.3.2.2.2 Preparación de Estándares

A partir de la solución Stock se realizaron las diluciones pertinentes para obtener soluciones más diluidas, siendo las diluciones:

TABLA No. 1
CONCENTRACIÓN DE ESTANDARES

	Solución Stock (mL)	Volumen⁴ (mL)	Concentración De Capsaicina (ppm)
Estándar 1	0.5	50	4.44
Estándar 2	1	50	8.88
Estándar 3	2	50	17.76
Estándar 4	4	50	35.52
Estándar 5	5	25	88.8
Estándar 6	25	25	444

6.3.2.2.3 Curva de Calibración

Se inyectaron 20 µL 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.

6.3.2.2.4 Cuantificación de Muestras

Una vez preparados los estándares las muestras serán diluidas en 20 mL de Etanol grado HPLC, ya que se encontraban lo mas homogéneas posible se trasvasaron cuantitativamente a un balón de 25 mL y se llevaron a aforo con Etanol grado HPLC. De cada uno de éstos balones se tomaron alícuotas de 1 mL y se transfirieron a balones de 25 mL, las soluciones se hicieron pasar por un filtro con poro No. 0.45µ 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

⁴ El volumen total de cada uno de los estándares será completado con etanol 95%.

automuestrador, y el instrumento fue programado para trabajar bajo las siguientes condiciones:

TABLA No. 2
CONDICIONES DE SEPARACIÓN

FASE ESTACIONARIA	Columna Bondapack de acero Inoxidable empacada con C ₁₈ , 3.9 mm ID x15 cm de longitud
FASE MÓVIL	Acetonitrilo
FLUJO	1 mL/Min
LONGITUD DE ONDA	280 nm
TEMPERATURA DE LA COLUMNA	50°C
VOLUMEN DE INYECCIÓN	20µL

6.3.2.2.5 Análisis de Resultados

6.3.2.2.5.1 Concentración de Compuestos Capsaicinoides o Capsaicina

La determinación de la concentración de Compuestos Capsaicinoides se hizo utilizando un Estándar Externo (Capsaicina Bio Chemika $\geq 97.0\%$ HPLC). Las gráficas de calibración fueron expresadas como áreas de pico cromatográfico de estándar *versus* su correspondiente concentración de estándar en el rango especificado con anterioridad. (Ver Preparación de Curvas de Calibración) [18]

El límite de detección se determinó utilizando la señal proveniente del blanco más tres desviaciones estándar de la señal de ruido instrumental, asumiendo una

distribución normal con respecto a la regresión lineal obtenida de los datos experimentales en el rango de concentraciones establecidas. [18]

6.3.2.2.5.2 Determinación de Unidades de Pungencia Scoville (SHU)

Para determinar el Valor de Pungencia en Unidades Scoville (SHU) para cada una de las muestras, fue necesario multiplicar la concentración de capsaicina presente (g/g) por el SHU del compuesto puro (Tabla 3), al añadir éste valor se obtuvo un valor total de SHU. Se detalla a continuación:

$$\{[\text{Capsaicina (g/g)} \times (16.1 \cdot 10^6)] = \text{Valor Total De Pungencia en Unidades Scoville}$$

TABLA No. 3

SHU PARA COMPUESTOS CAPSAICINOIDES [17]

COMPUESTO CAPSAICINOIDE	SHU (millones de unidades)
Capsaicina	16.1
Norhidrocapsaicina	9.3
D-hidrocapsaicina	16.1

7. RESULTADOS

TABLA No. 3

TIEMPOS DE RETENCIÓN DE ESTÁNDARES

ESTÁNDAR	TIEMPO DE RETENCIÓN (min)
Estándar 1	1.534
Estándar 2	1.535
Estándar 3	1.533
Estándar 4	1.532
Estándar 5	1.531
Estándar 6	1.501
RSD	0.012%

GRÁFICA No. 1
TENDECIA DE TIEMPOS DE RETENCIÓN
DE ESTANDARES

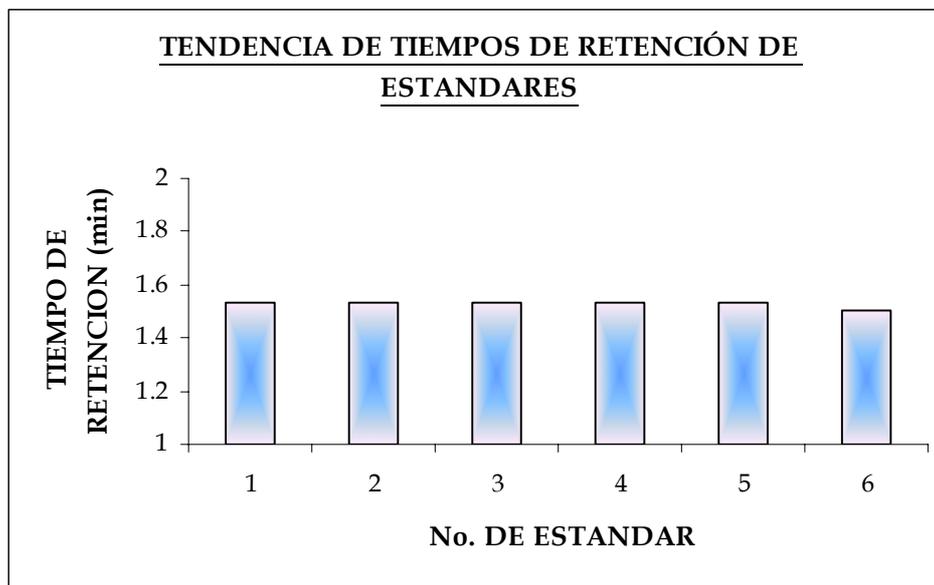
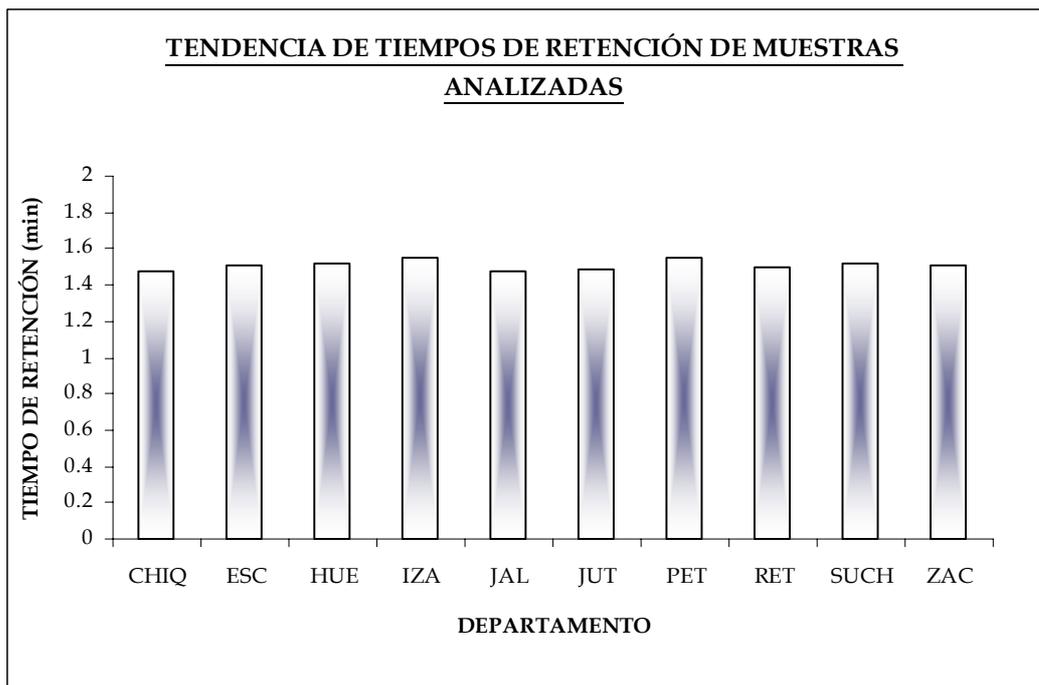


TABLA No. 4
TIEMPO DE RETENCIÓN DE LAS MUESTRAS

DEPARTAMENTO	TIEMPO DE RETENCIÓN (min)
Chiquimula	1.474
Escuintla	1.513
Huehuetenango	1.523
Izabal	1.553
Jalapa	1.472
Jutiapa	1.488
Petén	1.551
Retalhuleu	1.493
Suchitepéquez	1.520
Zacapa	1.507
RSD	0.027%

GRÁFICA No. 2
**TENDENCIA DE TIEMPOS DE RETENCIÓN
DE MUESTRAS ANALIZADAS**



**TABLA No. 5
CANTIDAD DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE (SHU)
EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS**

DEPARTAMENTO	UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE (millones)
Chiquimula	144591.0
Escuintla	151026.6
Huehuetenango	140998.2
Izabal	38430.6
Jalapa	132365.3
Jutiapa	76878.5
Petén	33157.3
Retalhuleu	105875.8
Suchitepéquez	69228.0
Zacapa	52888.8

**GRÁFICA No. 3
CANTIDAD DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE DE
CADA MUESTRA ANALIZADA**

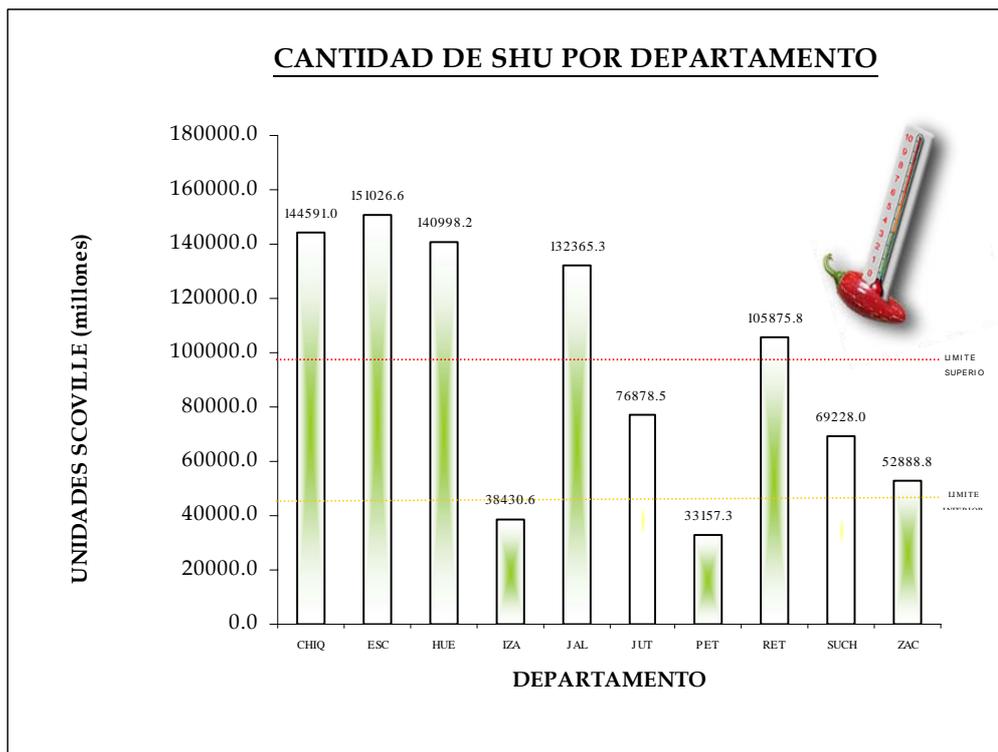


TABLA No. 6
RELACIÓN ENTRE CANTIDAD DE CAPSAICINA
POR CANTIDAD DE FRUTO

DEPARTAMENTO	g de Capsaicin/g de fruto
Chiquimula	0.00830
Escuintla	0.00867
Huehuetenango	0.00810
Izabal	0.00221
Jalapa	0.00760
Jutiapa	0.00441
Petén	0.00190
Retalhuleu	0.00608
Suchitepéquez	0.00397
Zacapa	0.00304

GRAFICA NO. 4
RELACIÓN ENTRE CANTIDAD DE CAPSAICINA
POR CANTIDAD DE FRUTO

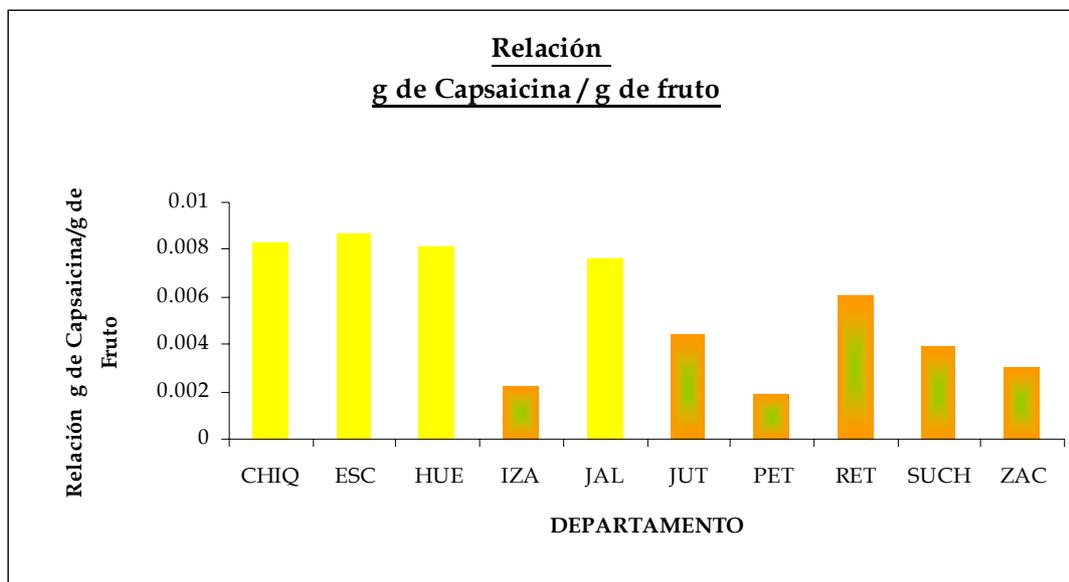
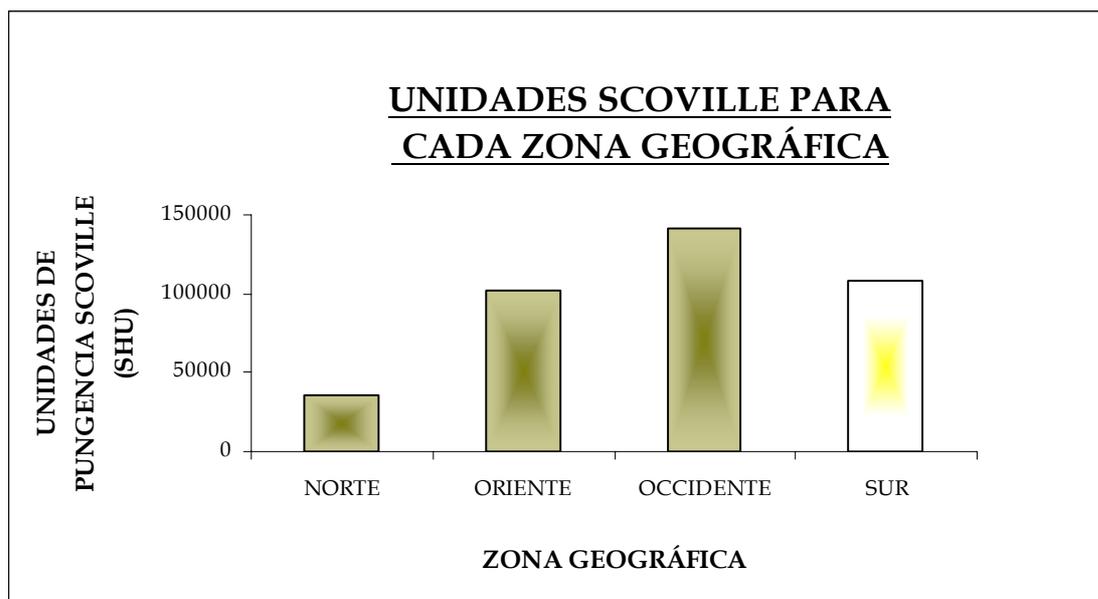


TABLA No. 7
PROMEDIO DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE
POR ZONA ANALIZADA

ZONA GEOGRÁFICA	MILLONES DE UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE (SHU) ⁵
NORTE	35793.97
ORIENTE	101680.89
OCCIDENTE	140998.16
SUR	108710.14

⁵ Promedio de las SHU de los departamentos pertenecientes a cada zona geográfica.

GRÁFICA No. 5
UNIDADES DE PUNGENCIA SCOVILLE POR
ZONA GEOGRÁFICA



8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La determinación de Unidades de Pungencia Scoville (SHU) de cada uno de los departamentos nos muestra de una manera palpable la presencia de Capsaicina en cada uno de los departamentos analizados, ya que la presencia de Capsaicina el único factor responsable de dicha pungencia. De los resultados obtenidos se pudo observar que la mayor presencia de Capsaicina y por ende de Unidades de Pungencia Scoville se concentra en el Oriente del país, donde se muestran departamentos con concentraciones

incluso mayores que el límite superior reportado (100,000 millones de SHU) para el *Capsicum annuum. Var. aviculare*, obviamente este límite está diseñado para otro tipo de condiciones climatológicas y se tomó como referencia por ser la única referencia en la literatura que posee mayor semejanza a nuestras condiciones.

Las condiciones ideales para el cultivo del *Capsicum annuum. Var. aviculare* reportadas, hacen mención de un rango de temperatura controlado entre 24° y 35° por el día y una temperatura media de 10°C por la noche, condiciones que se presentan en la Costa Atlántica guatemalteca, razón que puede sustentar que los resultados de mayor cantidad de Capsaicina presente se registren en esta área. Otro de los departamentos con una concentración alta es Huehuetenango, departamento que no coincide con las condiciones antes mencionadas, pero este departamento presenta una característica especial, la altura sobre el nivel del mar, otra de las condiciones propicias para la producción del *Capsicum annuum. Var. aviculare*, además de áreas boscosas y un porcentaje de humedad controlado, condiciones que cubren a cabalidad dicho departamento. Por lo que podemos catalogar de lógicos los resultados obtenidos en la cuantificación. También es importante mencionar que las condiciones reportadas se refieren a las condiciones para la producción del fruto, no así condiciones de alto contenido de Capsaicina, de aquí la importancia de saber la relación entre la cantidad de Capsaicina producida a partir de la cantidad de fruto analizado, ya que esto nos dará una idea más completa de las regiones que poseen las condiciones más apropiadas para la producción de Capsaicina, que es en sí lo que se trata de encontrar. [2]

La relación entre cantidad de Capsaicina por cantidad de fruto procesado nos muestra que los departamentos de Chiquimula, Huehuetenango, Escuintla y Jalapa contienen aproximadamente 8 mg de Capsaicina por gramo de *Capsicum annuum. Var. aviculare* lo que nos daría una muy buena relación en el momento de pretender extraer Capsaicina de dicho fruto. Asumiendo un 50% de rendimiento en el proceso de extracción, estamos hablando de aproximadamente 4.0 g de Capsaicina por cada libra de

fruto seco, lo que en el mercado representaría \$293.4, si la Capsaicina obtenida posee una pureza menor del 60%. [1]

Cabe mencionar que la mayoría de cultivares existentes en éstos departamentos son artesanales, ninguno tiene un sector especializado para la producción, así como tampoco el asesoramiento técnico y tecnológico para el incremento de la producción tanto en cantidad como en calidad. [10]

El proceso relativamente sencillo de la extracción de Capsaicina que se propone conlleva a un nuevo proceso de evaluación de la producción del *Capsicum* *ahum. Var. aviculare* como una alternativa a la agroindustria guatemalteca. Y nos da la pauta para la investigación de especies relacionadas al *Capsicum* *ahum. Var. aviculare*.

Dentro de los resultados mostrados, se encuentran los tiempos de retención durante la separación por Cromatografía Líquida de Alta Resolución, tanto para las muestras analizadas como para cada uno de los estándares. En estas gráficas se pudo observar que la separación presenta condiciones muy confiables, tanto los estándares como las muestras tienen un tiempo de retención muy parecido, sabiendo incluso que la extracción con etanol podría haber arrastrado una gran cantidad de metabolitos presentes en el *Capsicum* *ahum. Var. aviculare*, pero tanto los tiempos de retención como los cromatogramas (ver Anexos) nos muestran una separación muy buena en relación al estándar de Capsaicina utilizado. El parámetro que se tomó para este procedimiento fue la Desviación Estándar Relativa, teniendo como límite un 1.26%, obteniendo 0.012% para los estándares y 0.027% para las muestras analizadas.

Estudios realizados recientemente muestran que la cantidad de Capsaicina presente en los frutos de la familia *Capsicum*, es regulada por las enzimas peroxidasa, la concentración de enzimas peroxidasa en el fruto es inversamente directamente proporcional a la desaparición de la concentración de Capsaicina en dicho fruto. Dicho análisis se elabora teniendo en cuenta que la concentración de dichas enzimas varía

según la etapa de crecimiento del fruto, por lo que se podría decir que mientras el fruto envejece su concentración de Capsaicina disminuye, teniendo en cuenta que posee una época o período de tiempo que alcanza su concentración de Capsaicina máxima, sirviendo como indicador la presencia de la enzima peroxidasa. La Capsaicina es producida por la ruta del ácido cinámico y su degradación es auxiliada por la intervención de enzimas peroxidadas. [20] Sería muy útil entonces conocer esa etapa de máxima concentración de Capsaicina en los frutos para poder llevar a cabo la extracción y hacer así más representativa la cuantificación de Capsaicina por región, ya que el manejo de cada una de ellas y la selección del fruto es una variable que no se pudo controlar dentro de este estudio.

9. CONCLUSIONES

1. Es posible cuantificar Capsaicina en extractos etanólicos de *Capsicum annuum var. aviculare* mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución.
2. Se puede determinar la pungencia de *Capsicum annuum var. aviculare* en Unidades de Pungencia Scoville, tomando como referencia la concentración de Capsaicina.

3. La Costa Atlántica de Guatemala presenta la mayor cantidad de Unidades de Pungencia Scoville (SHU) en extractos etanólicos de *Capsicum annuum var. aviculare*.
4. Las condiciones climáticas son un factor determinante en la concentración de Capsaicina en frutos de *Capsicum annuum var. aviculare*.
5. La Costa Atlántica de Guatemala presenta una relación de aproximadamente 8 mg de Capsaicina por gramo de fruto seco de *Capsicum annuum var. aviculare*.
6. La separación y cuantificación de Capsaicina por Cromatografía Líquida de Alta Resolución es bastante reproducible y robusta para los extractos de *Capsicum annuum var. aviculare*.
7. La extracción de Capsaicina como actividad comercial puede ser muy rentable para la agroindustria guatemalteca.
8. La etapa de madurez del fruto de *Capsicum annuum var. aviculare* en el momento de análisis es un factor importante en la uniformidad de parámetros en el momento de comparar la pungencia de cada uno de los extractos.

10. RECOMENDACIONES

1. Se debería de realizar un monitoreo a lo largo del año en los departamentos con mayor concentración en sus extractos para poder tener una visión de cómo se

comporta la concentración tanto en cada una de las estaciones, como en cada una de las etapas de madurez del fruto de *Capsicum annuum var. aviculare*.

2. La extracción de cada una de las muestras de los departamentos debe ser en el menor tiempo posible después de tomadas las muestras para poder tener resultados representativos de la muestra tomada.
3. El seguimiento de dichos resultados es de vital importancia para la elaboración de programas de financiamiento y asesoramiento técnico y tecnológico a las áreas de mayor concentración de Capsaicina, ya que se muestran como potenciales campos rentables de agroindustria.

11. REFERENCIAS

1. Maoka T, Mochida K, Kozuka M, Ito Y, Fujiwara Y, Hashimoto K, Enjo F, Ogata M, Nobukuni Y, Tokuda H, Nishino H. "Cancer Chemopreventive Activity of Carotenoids in the Fruits of Red Paprika *Capsicum annuum L.*" Research Institute for Production Development, 15 Shimogamo-Morimoto-cho, Sakyo-ku, 606-0805, Kyoto, Japan. maoka@mbox.kyoto-inet.or.jp. PMID: 11566483 [PubMed - indexed for MEDLINE]
2. Cano, Manuel Francisco. "Perfil Ambiental del Departamento de Petén". Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para Asuntos Específicos de Petén. 1997. 26 p.
3. Ciencia Picante. La Alimentación. Nutrición y Ciencia. [En Línea]. Disponible en: http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/5_1_4.html. [Consulta 23 de Agosto de 2005]
4. López Martínez L.; López de Alba P. L; González Leal M. Nuevo Método Espectrofotométrico de Determinación de Capsaicinoides en Salsas y Chiles. Novena Jornada de Análisis del CONACYT. México. 1999.
5. "Determination de Capsaicin Content of Ground Paprika". Mile L., Andre L. Acta Alimentary. Vol. IV. 1975. Pp. 113-121.
6. "Análisis Preliminares de Compuestos Fenólicos y Capsaicinoides en Variedades de Chile con Diferente Capacidad Pungente." Salvador Horacio Guzmán Maldonado, Irineo Torres Pacheco, Mario González Chavira, María Alejandra Mora Avilés, Ma. Guadalupe Herrera Hernández y David Hernández López.

INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Bajío, Unidad de Biotecnología. Departamento de Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya. México, 2002.

7. "HPLC Analysis of Capsaicinoids Extracted from Whole Orange Habanero Chili Peppers." Kurian AL, Starks AN. 2002. Journal Food Science. No.67(3). Pp.956-962.
8. "El Consumo de Productos en Latinoamérica". [En línea]. Disponible en: <http://www.regionloreto.gob.pe/amazonia/libros/28/28000002.htm#12#12>. [Consulta 21 de Julio 2005 20:59:58]
9. Laborde, J. A. C. y Pozo, O. 1982. Presente y futuro del chile en México. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán. Campo Experimental de Unxmal, Mérida, Yucatán. Desplegable Técnico. Pág. 32-39.
10. González-Salán, Max. 2004. El Género Capsicum al Servicio de la Sociedad Guatemalteca. Simposio y Seminario Taller del Género Capsicum: Chiles. FACYT 01-2004.
11. Azurdia Pérez, C.A. Consideraciones preliminares sobre la distribución del género Capsicum en el norte, oriente y centro de Guatemala. Tikalia (Guatemala) 3(1): 57-75. 1984.
12. García Velásquez, María de los Angeles. Ruelas Chacón Xochitl. Hernández González, María. Reboloso Padilla, Oscar Noe. Determinación Compuestos Capsaicinoides de en Salsas Tradicionales de Saltillo, Coahuila.
13. Banco de Guatemala, INE, El Surco, Superb, UPIE/Área de información, 2003.

14. "Creams, Sprays, Gels, Sticks, powders, and Compounds: A Capsaicin Update, 2000" DeWitt, Dave. Disponible en: <http://www.fierly-foods.com/dave/cap2000.html> [Consulta 18 de Septiembre de 2005]
15. "Capsaicin and Dihydrocapsaicin ". Ph. D. Tucker, Samuel. NIOSH/DPSE. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Method 5041. Fourth Edition. 5/15/96.
16. "The Nature of Capsaicin". DeWitt, Dave. Disponible en: <http://www.fierly-foods.com/dave/capsaicin.asp> [Consulta 03 de Septiembre 2005]
17. Batchelor, James D., Jones, Bradley T. "Determination of the Scoville Heat Value for Hot Sauces and Chilies: An HPLC Experiment". Department de Chemistry, Wake Forest University, Winston-Salem, NC 27109-7486. Journal Of Chemical Education. Vol 77. No. 2. February 2000.
18. Rachaneewan Karnka; Mongkon, Rayanakorn. "Optimization of High-Performance Liquid Chromatographic Parameters for the Determination of Capsaicinoid Compounds Using of Simplex Method". Analytical Science. June 2002. Vol 18. The Japan Society for Analytical Chemistry.
19. Asprilla, Carlos; Valencia, Cindy, Vásquez, Carlos. "Estudios de Extracción de la Capsaicina". Proyecto Multidisciplinario. Bogotá, Colombia. Año 2000.
20. Contreras-Padilla, Margarita y Yahia, Elhadi. "Changes in Capsaicinoids during Development, Maturation, and Senescence of Chile Peppers and Relation with Peroxidase Activity". Journal Agricultural Food Chemical. 1998. Vol 46. Pp. 2075-2079.

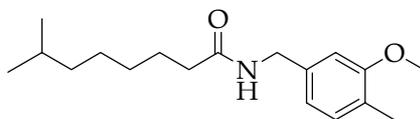
12. ANEXOS

1. SHU DEL GÉNEREO *Capsicum*

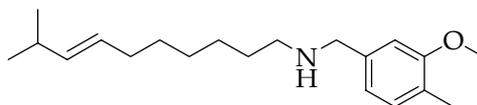
Chile	PUNGENCIA EN UNIDADES SCOVILLE (SHU)
Capsaicina Pura	16,000,000
Rojo Savina Habanero	350,000 a 550,000
Habanero	200,000 a 300,000
Schott Bonnet y Thai	100,000 a 350,000
Chiltepe y Pequin	50,000 a 100,000
Cayenne y Tabasco	30,000 a 50,000
De Arbol	15,000 a 30,000
Serrano y Chipotle	5,000 a 15,000
Jalapeño y Mirasol	2,500 a 5,000
Ancho Poblano	2,500 a 3,000
Cascabel y Cherry	1,000 a 2,500
Ancho y Pasilla	1,000 a 2,000
Española y Anaheim	1,000 a 1,500
New Mexican y Pepperoncini	500 a 1,000
Pimiento	0 a 100

Tomado de: González-Salán, Max. 2004. El Género *Capsicum* al Servicio de la Sociedad Guatemalteca. Simposio y Seminario Taller del Género *Capsicum*: Chiles. FACYT 01-2004

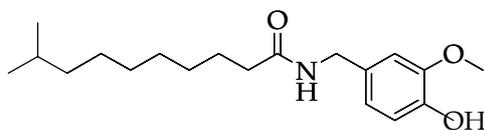
2. COMPUESTOS CAPSAICINOIDES



Nordihidrocapsaicina



Capsaicina



Dihidrocapsaicina

3. **CROMATOGRAFO Agilent**



4. **EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO**



5. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

5.1 ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS



5.2 SECADO DE LAS MUESTRAS



5.3 LICUADO DEL FRUTO



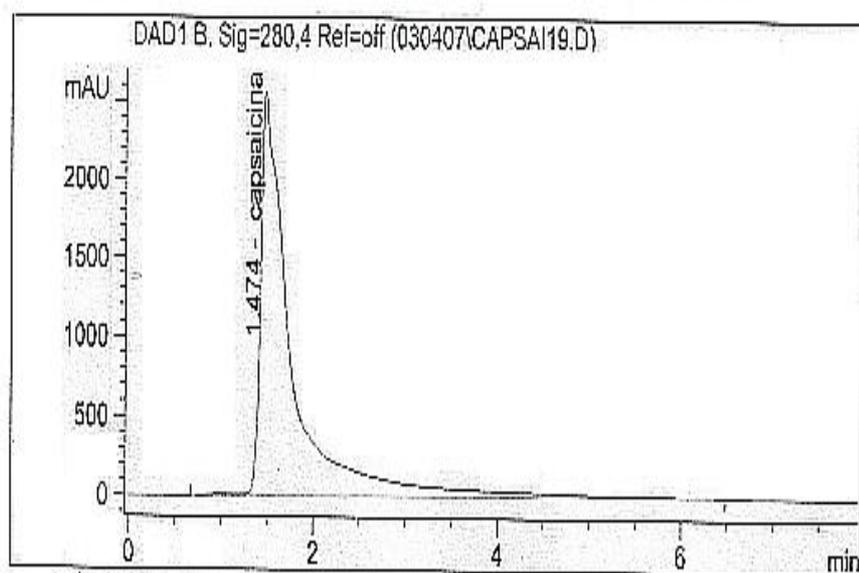
5.4 FILTRADO DE EXTRACTO



6.Cromatogramas obtenidos
6.1 Chiquimula

Muestra: CHIQUIMULA Inyeccion:1
Analista: German Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007 Vial 11
Hora: 01:51:42 p.m.
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retención	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.474	0.2989	60909.71875	2.56652e3	

FIN DE REPORTE

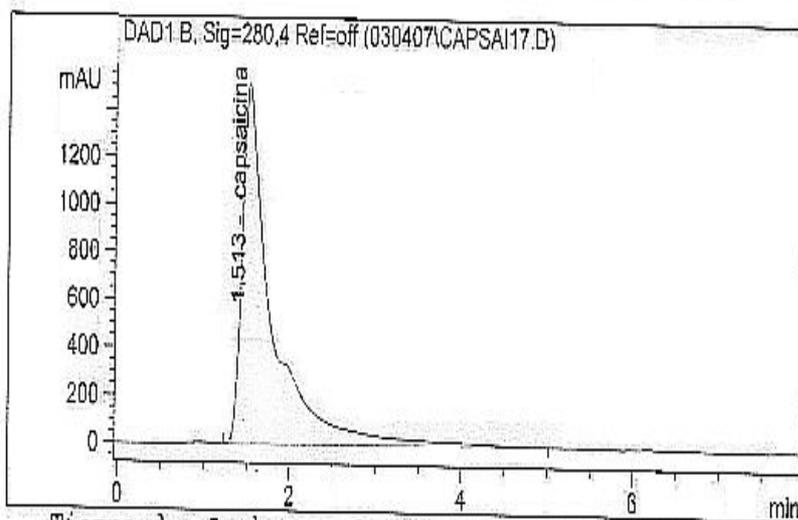
6.2 Escuintla

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI17.D

8

Muestra: ESCUINTLA Inyeccion:1
Analista: German Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007 Vial 9
Hora: 01:34:38 p.m.
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion (min)	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.513	0.3204	36631.41016	1.51326e3	

FIN DE REPORTE

6.3 Huehuetenango

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI18.D

9

Muestra: HUEHUETENANGO

Inyeccion:1

Analista: German

Volumen:20 µl

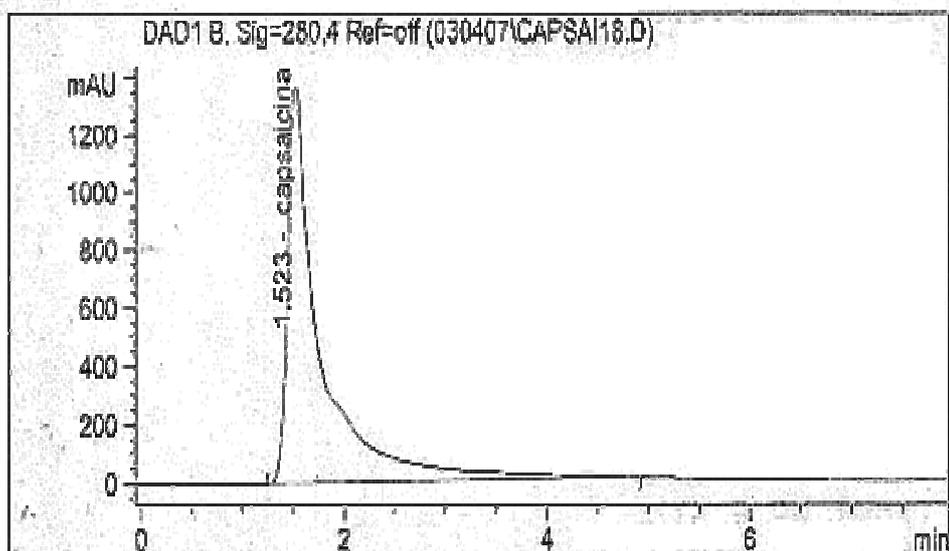
Fecha: 03/04/2007

Vial 10

Hora: 01:43:09 p.m.

Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.523	0.2936	30689.17773	1.36864e3	

FIN DE REPORTE

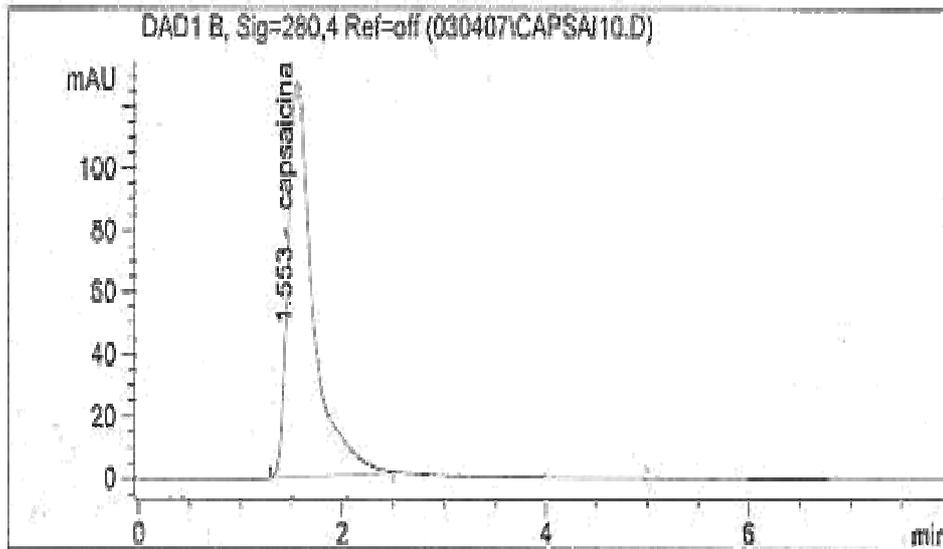
6.4 Izabal

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI10.D

2

```
=====
Muestra:  IZABAL                      Inyeccion:1
Analista: German                      Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                  Vial 3
Hora:     12:43:42 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.553	0.2434	2135.91772	127.50457	

=====

FIN DE REPORTE

6.5 Jalapa

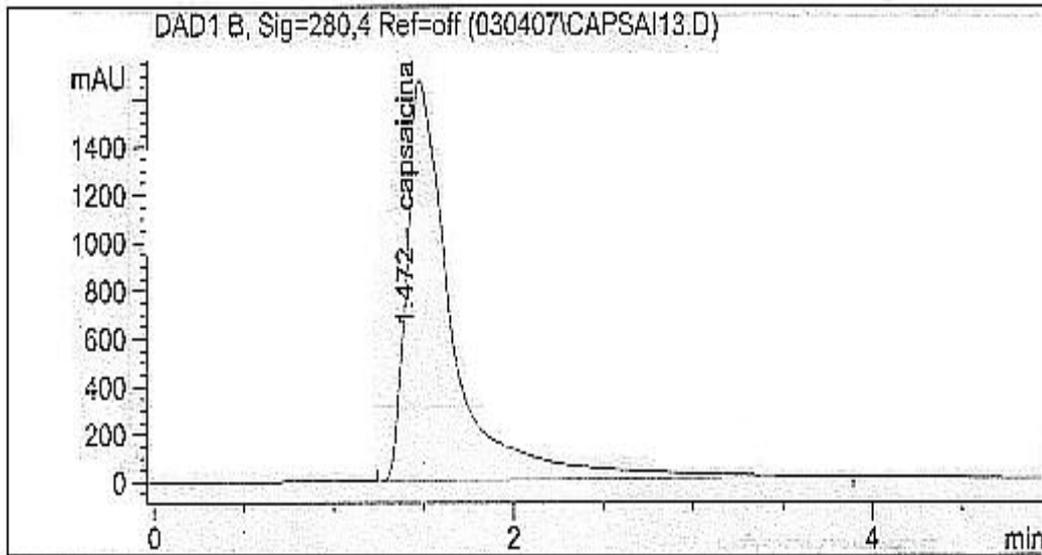
C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI13.D

7

=====

Muestra: JALAPA	Inyeccion:1
Analista: German	Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007	Vial 8
Hora: 01:03:38 p.m.	
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M	

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.472	0.2407	30290.88867	1.67700e3	

=====

FIN DE REPORTE

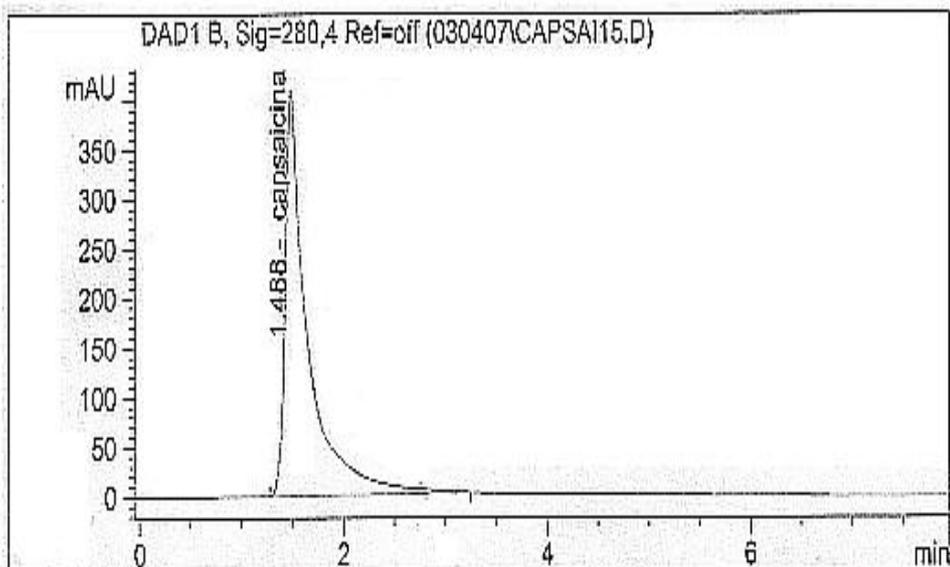
6.6 Jutiapa

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI15.D

6

```
=====
Muestra: JUTIAPA                      Inyeccion:1
Analista: German                      Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007                     Vial 7
Hora: 01:17:38 p.m.
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.488	0.2072	6329.18848	412.01907	-----

=====

FIN DE REPORTE

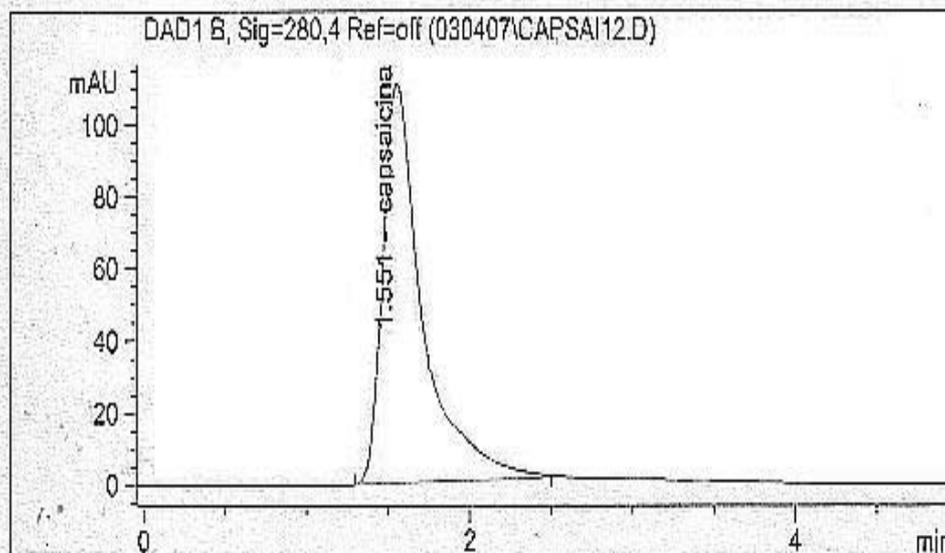
6.7 Petén

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI12.D

4

```
=====
Muestra:  PETEN                      Inyeccion:1
Analista: German                     Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 5
Hora:     12:57:44 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.551	0.2453	1897.16602	111.05878	

=====

FIN DE REPORTE

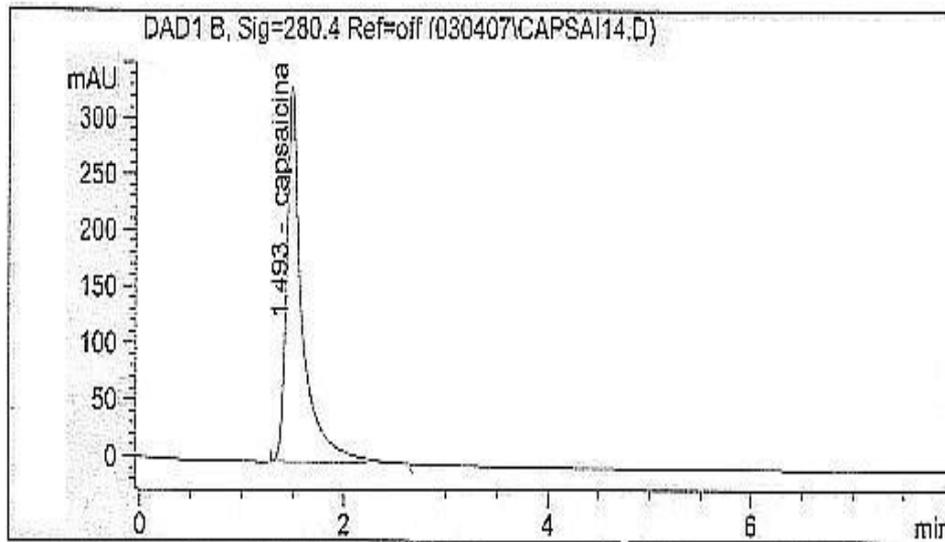
6.8 Retalhuleu

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI14.D

5

```
=====
Muestra: RETALHULEU                      Inyeccion:1
Analista: German                          Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007                          Vial 6
Hora: 01:09:08 p.m.
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
=====
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.493	0.1452	3571.16870	338.22363	-----

=====

FIN DE REPORTE

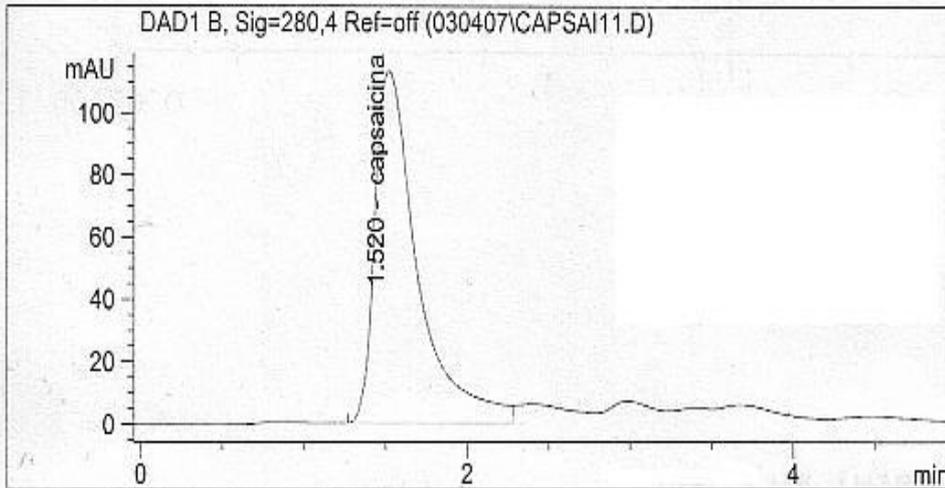
6.9 Suchitepèquez

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI11.D

3

```
=====
Muestra:  SUCHITEPÉQUEZ           Inyeccion:1
Analista: German                  Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007              Vial 4
Hora:     12:52:13 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)	Amount
1.520	0.2753	2070.32324	113.21746	-----

=====

FIN DE REPORTE

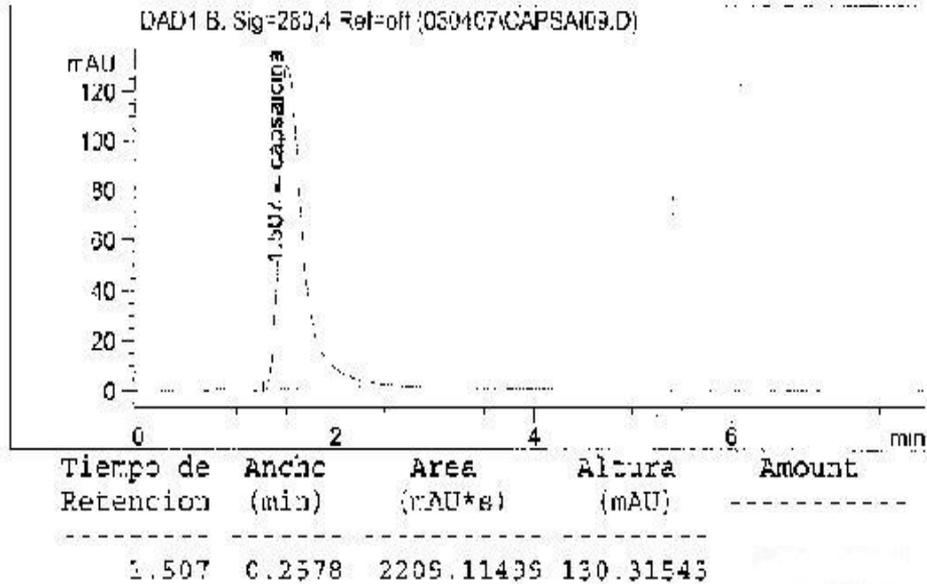
6.10 Zacapa

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI09.D

1

```
=====
Muestra: ZACAPA                      Inyeccion:1
Analista: Germar                     Volumen:20 µl
Fecha: 03/04/2007                    Vial 2
Hora: 12:35:10 p.m.
Metodo: C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280m



FIN DE REPORTE

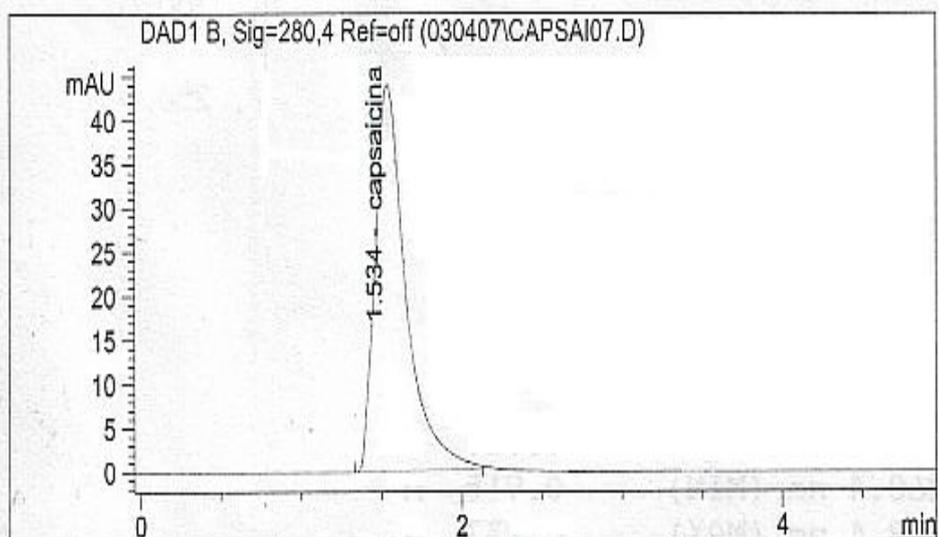
6.11 Estándar 1

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI07.D

std 1

```
=====
Muestra:  std 1                      Inyeccion:1
Analista: German                    Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 12
Hora:     12:24:07 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
=====
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.534	0.1966	591.91632	

=====

FIN DE REPORTE

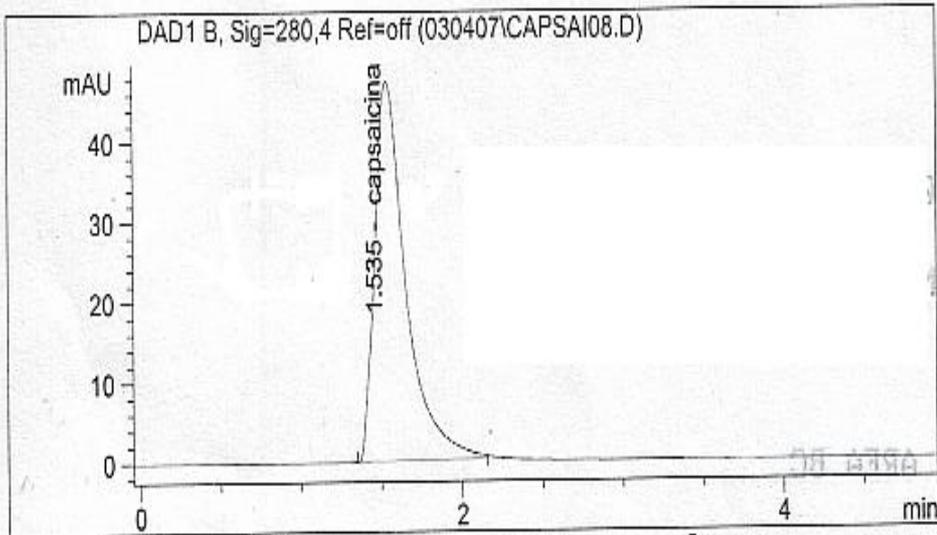
6.12 Estándar 2

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI08.D

std 2

```
=====
Muestra:  std 2                      Inyeccion:1
Analista: German                    Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                Vial 13
Hora:     12:29:40 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.535	0.1991	639.14673	47.46906

=====

FIN DE REPORTE

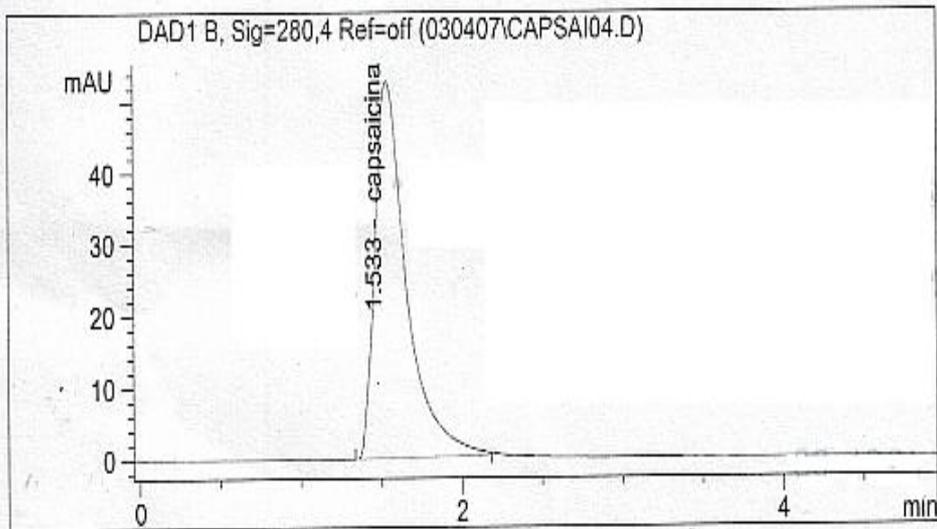
6.13 Estándar 3

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI04.D

std 3

```
=====
Muestra:  std 3                      Inyeccion:1
Analista: German                    Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 14
Hora:     12:02:41 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
=====
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.533	0.2030	722.82489	

=====

FIN DE REPORTE

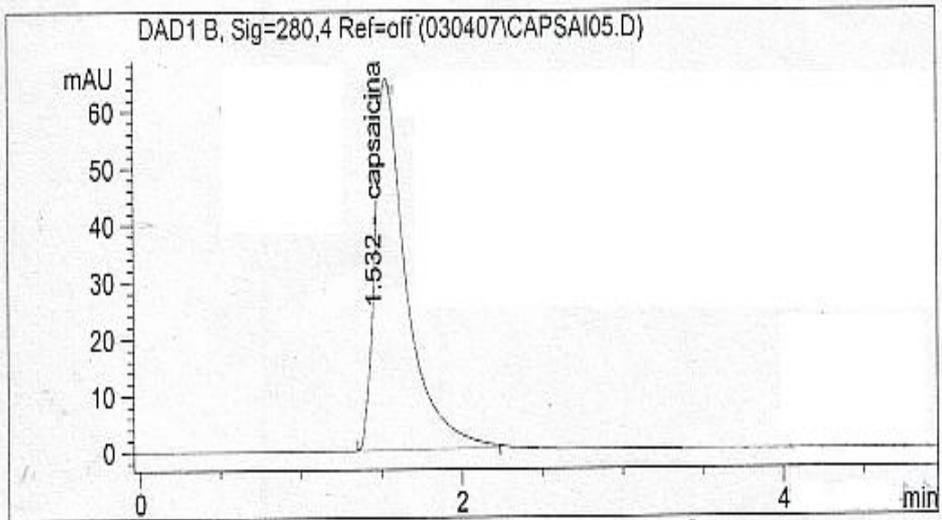
6.14 Estándar 4

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI05.D

std 4

```
=====
Muestra:  std 4                      Inyeccion:1
Analista: German                    Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 15
Hora:     12:09:50 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
=====
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.532	0.2016	897.93872	65.65197

=====

FIN DE REPORTE

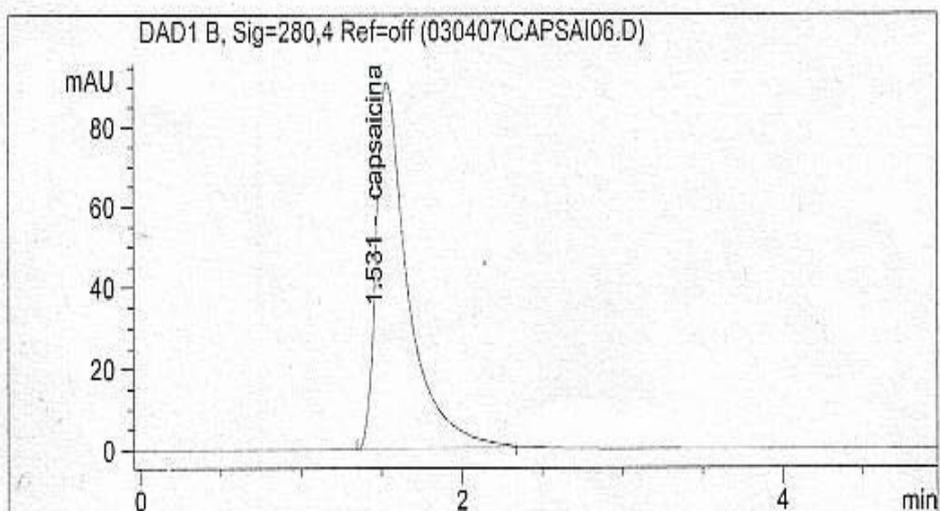
6.15 Estándar 5

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI06.D

std 5

```
=====
Muestra:  std 5                      Inyeccion:1
Analista: German                     Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 16
Hora:     12:16:57 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.531	0.2035	1264.07458	91.30341

=====

FIN DE REPORTE

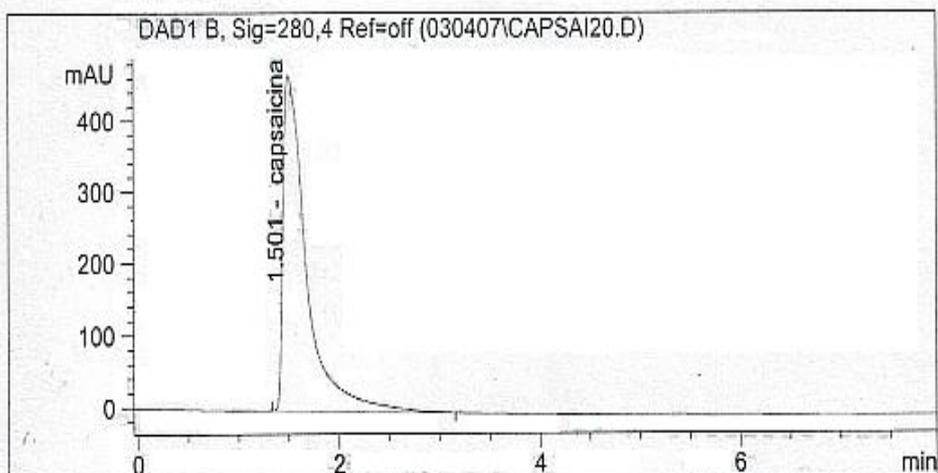
6.16 Estándar 6

C:\HPCHEM\1\DATA\030407\CAPSAI20.D

std 6

```
=====
Muestra:  std 6                      Inyeccion:1
Analista: German                    Volumen:20 µl
Fecha:    03/04/2007                 Vial 18
Hora:     02:00:12 p.m.
Metodo:   C:\HPCHEM\1\METHODS\CAPSAICI.M
```

Capsaicina, FM acetonitrilo, C18 corta, 50C, 1mL/min, 280nm



Tiempo de Retencion	Ancho (min)	Area (mAU*s)	Altura (mAU)
1.501	0.2428	7520.37842	469.56967

=====

FIN DE REPORTE

7. Cálculos

	Area	Concentración (ppm)	Cantidad de Material Vegetal
CHIQUMULA	60908.83	3796.81	893.23
ESCUINTLA	36631.22	2274.80	512.36
HUEHUETENANAGO	30689.16	1902.28	458.93
IZABAL	2135.73	112.21	99.32
JALAPA	30291.21	1877.33	482.45
JUTIAPA	6329.49	375.12	165.98
PETEN	1897.44	97.27	99.79
RETALHULEU	3571.49	202.22	64.97
SUCHITEPEQUEZ	2070.62	108.13	53.13
ZACAPA	2209.42	116.83	75.14

	gCap/g MV	SHU	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	APROM	DSD
CHIQUMULA	0.0083	144590.9537	60909.2	60910.2	60908.5	60909.2	60908.1	60908.8	60908.5	60908.2	60908.8	0.6976
ESCUINTLA	0.0087	151026.5837	36631.1	36631.3	36631.3	36631.3	36631.3	36632.3	36630.1	36631.3	36631.2	0.5705
HUEHUETENANAGO	0.0081	140998.1570	30689.1	30689.3	30689.2	30689.0	30689.5	30689.1	30689.0	30689.1	30689.2	0.1515
IZABAL	0.0022	38430.6393	2135.9	2135.9	2135.6	2135.8	2135.9	2135.0	2135.9	2135.9	2135.7	0.3195
JALAPA	0.0076	132365.3176	30291.2	30291.4	30291.2	30292.3	30291.2	30292.6	30291.3	30290.9	30291.5	0.6115
JUTIAPA	0.0044	76878.4784	6329.5	6329.7	6329.5	6330.6	6329.5	6330.7	6329.6	6329.2	6329.8	0.5601
PETEN	0.0019	33157.3016	1897.4	1897.7	1897.4	1898.6	1897.4	1898.7	1897.6	1897.0	1897.7	0.5920
RETALHULEU	0.0061	105875.8354	3571.5	3571.7	3571.5	3572.6	3571.5	3572.9	3571.6	3571.2	3571.8	0.6101
SUCHITEPEQUEZ	0.0040	69227.9976	2070.6	2070.8	2070.6	2071.7	2070.6	2071.9	2070.7	2070.4	2070.9	0.5601
ZACAPA	0.0030	52888.8350	2209.4	2209.6	2209.4	2210.5	2209.4	2210.7	2209.5	2209.2	2209.7	0.5628

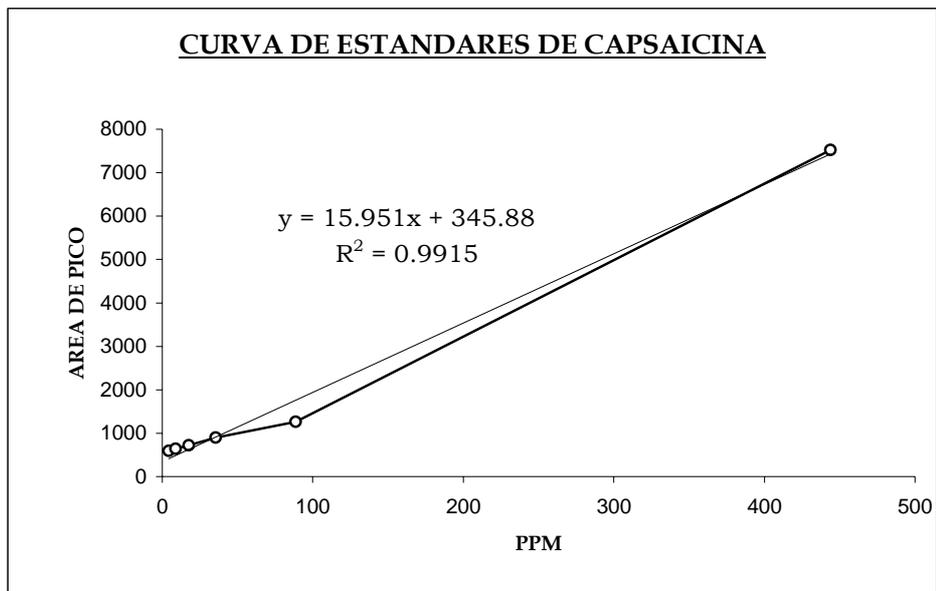
ESTANDAR	TIEMPO DE RETENCION
1	1.534
2	1.535
3	1.533
4	1.532
5	1.531
6	1.501
DSP	0.0120

DEPARTAMENTO	TIEMPO DE RETENCION
CHIQ	1.474
ESC	1.513
HUE	1.523
IZA	1.553
JAL	1.472
JUT	1.488
PET	1.551
RET	1.493
SUCH	1.52
ZAC	1.507
DSP	0.027

DEPARTAMENTO	g de Cap/g de material vegetal
CHIQ	0.00830
ESC	0.00867
HUE	0.00810
IZA	0.00221
JAL	0.00760
JUT	0.00441
PET	0.00190
RET	0.00608
SUCH	0.00397
ZAC	0.00304

ZONA	SHU
NORTE	35793.97
ORIENTE	101680.90
OCCIDENTE	140998.16
SUR	108710.14

Curva de Estándares



German Manuel Peralta Calito

Licda. Patricia Navas Nájera