

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS  
NATURALES**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO E  
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

**TEMA:**

**ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE  
AJÍ ROCOTO (*Capsicum pubescens*) PROCEDENTE DE EL VALLE DE  
TUMBACO.**

**AUTORES:**

**WILLIAM VINICIO HARO TIPANTIZA**

**MARÍA FERNANDA MONTENEGRO LANDÍVAR**

**DIRECTOR:**

**WILSON FABIAN TAPIA HERNÁNDEZ**

**Quito, mayo 2015**

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO  
DEL TRABAJO DE GRADO**

Nosotros William Vinicio Haro Tipantiza y María Fernanda Montenegro Landívar autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de las autores.

Quito, mayo 2015

f: \_\_\_\_\_

William Vinicio Haro Tipantiza

CC: 1720253127

f: \_\_\_\_\_

María Fernanda Montenegro Landívar

CC: 1724734072

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Vinicio Haro mi padre que me brindo todo el apoyo, quien con sus consejos y lecciones me ha dado las enseñanzas de la vida. A mi madre por su paciencia el cuidado y la compañía.

A mis hermanos Marco y Edgar que siempre han estado presente en toda situación con lo cual me han ayudado a formar mi carácter. A mi tía Elicena por su apoyo económico en cada una de las etapas de mi vida como también sus consejos.

A Milena por su cariño y consejos en esta etapa final de mi tesis. Y por último a todos mis amigos en el proceso de formación académica, gracias por su apoyo: Diego, Katic, Thalia, Yamilet, Abigail, Karina, Liseth y Francisco.

William Haro

Agradezco infinitamente a Dios por bendecirme en este trayecto estudiantil y por ser mi amigo, Padre además por poner paz a mi corazón y darme las fuerzas de seguir avanzando día a día, segundo a segundo.

Dedico esta tesis a mis padres, puesto que con su apoyo moral y económico he logrado culminar una etapa más en mi vida, porque además de ser mis padres son mis amigos incondicionales, a mi hermana por sacarme siempre una sonrisa en el momento justo y necesario.

A mis amigos por sus oraciones de cada mañana, porque viernes tras viernes me infundían aliento para seguir adelante.

María Fernanda Montenegro Landívar

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Politécnica Salesiana por brindarnos las enseñanzas, la preparación profesional para nuestras vidas como la formación humana.

Al Q.F Wilson Tapia nuestro tutor ya que de manera desinteresado mostró todo el apoyo necesario, sin escatimar en ningún momento su gran enseñanza y conocimiento en cada etapa de este trabajo.

Al Químico Christian Larenas quien aportó con su hipótesis para poder realizar este trabajo, además el apoyo dentro de los laboratorios ante dudas que en el camino se nos presentaba.

Al Herbario Nacional del Ecuador quien nos ayudó en la identificación de las especies de *Capsicum pubescens* usadas para esta tesis.

A todo el grupo de laboratorio del Área de Ciencias de la Vida por su apoyo y colaboración.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue identificar y cuantificar la dihidrocapsaicina contenida en la oleorresina de la especie *Capsicum pubescens*, colectada en cultivos de cuatro poblaciones de El Valle de Tumbaco en Quito.

Se realizó la identificación y cuantificación de este compuesto mediante cromatografía en capa fina (TLC) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) respectivamente, tanto en las oleorresinas como en solución extractiva utilizando estándar de dihidrocapsaicina de 98% de pureza, y como medio de detección a la radiación UV a una longitud de onda de 254nm. Las muestras colectadas en las localidades de Puenbo y El Quinche, presentaron mayor concentración de dihidrocapsaicina con un promedio de 20,63mg/kg.

Se realizó el tamizaje fitoquímico de las oleorresinas encontrando principalmente: alcaloides, aceites y grasas, resinas, compuestos fenólicos, taninos, azúcares reductores, saponinas y principios amargos.

Se analizó muestras de suelo del lugar de recolección del material vegetal encontrando que los suelos de cultivo de esta especie en Puenbo y El Quinche contienen mayores cantidades de fósforo (P) y hierro (Fe) que los suelos de cultivo de Pifo y Tumbaco lo que podría suponer la mayor producción de este metabolito secundario.

## ABSTRACT

The main objective of this investigation was to identify and quantify dihydrocapsaicin as the main chemical compound contained in the oleoresin of the *Capsicum pubescens* species. This species collected from four populations in El Valle de Tumbaco in Quito. Dihydrocapsaicin identifying oleoresin was done by Thin Layer Chromatography (TLC). These (oleoresins and capsaicinoids) were then compared with the standard of dihydrocapsaicin 98% purity. As for fluorescence, the presence dihydrocapsaicin was mild a wavelength of 254nm. The quantification of capsaicin was using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The samples of Puenbo's and Quinche's location, presented the highest performance with an average of 20.63 mg/kg.

Phytochemical show screening was performed mainly oleoresins finding: alkaloids, oils and fats, resins, phenolics, tannins, reducing sugars, saponins and bitter principles.

According to the soil's analysis of the four locations, Puenbo and El Quinche contain higher amounts of phosphorus (P) and iron (Fe) than Pifo and Tumbaco, what it could mean increased production of this secondary metabolite.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
Objetivo general:.....	2
Objetivos específicos: .....	2
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>3</b>
Hipótesis nula .....	3
Hipótesis alternativa .....	3
<b>VARIABLES E INDICADORES</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
1.1 Descripción botánica.....	5
1.2 Especie <i>Capsicum pubescens</i> .....	6
1.3 Cultivo de <i>Capsicum pubescens</i> .....	9
1.4 Importancia farmacológica de <i>Capsicum pubescens</i> .....	18
Pueden ser utilizadas en la concina, medicina, como parte de cremas analgésicas, que.....	21
sirve para calmar el dolor local nervioso y los picores (Escamilla, 2011). .....	21
1.5 Análisis de capsaicinoides .....	21
1.5.1 Cromatografía de capa fina.....	22
1.5.2 Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).....	22
1.6 Análisis gravimétrico.....	23
1.7 Pungencia de <i>Capsicum pubescens</i> .....	23
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>25</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>25</b>
2.1 Localización geográfica de las especies de <i>Capsicum pubescens</i> .....	25
2.2 Recolección de material vegetal .....	26
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>42</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>

3.1 Recolección de muestras.....	42
3.2 Control de identidad.....	42
3.3. Métodos físico-químicos aplicados al análisis de la droga en las diferentes localidades .....	42
3.4 Tamizaje Fitoquímico .....	45
3.5 Resultados del análisis de los extractos de la droga de las diferentes localidades .....	52
3.6 Determinación de la densidad relativa en la especie <i>Capsicum pubescens</i> .....	52
3.7 Determinación del Índice de refacción <i>Capsicum pubescens</i> .....	54
3.8 Determinación del pH.....	55
3.9 Rendimiento de la oleorrisina de <i>Capsicum pubescens</i> .....	56
3.10 Identificación de dihidrocapsaicina en la muestra de capsaicinoides por TLC	58
3.11 Identificación de dihidrocapsaicina en la oleorresina por TLC.....	59
3.12 Cuantificación de la dihidrocapsaicina por cromatografía líquida de alta resolución.....	61
3.13 Análisis de suelos.....	65
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción Botánica <i>Capsicum</i> .....	6
Tabla 2. Descripción taxonómica de la especie <i>Capsicum pubescens</i> .....	7
Tabla 3 Composición de la hortaliza, por 100g del producto comestible.....	9
Tabla 4 Requerimientos ecológicos y climáticos para el cultivo de <i>Capsicum pubescens</i> .....	10
Tabla 5. Plagas que atacan al ají rocoto .....	16
Tabla 6. Enfermedades que atacan al ají rocoto.....	16
Tabla 7. Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto éter etílico.....	33
Tabla 8. Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto alcohólico .....	34
Tabla 9. Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto acuoso.....	35
Tabla 10. Escala de pH en suelos.....	39
Tabla 11. Parámetros físico-químicos de suelo.....	40
Tabla 12. Determinación de microelementos por absorción atómica.....	40
Tabla 13. Resumen de los valores obtenidos en la determinación de cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido clorhídrico .....	43
Tabla 14. Porcentaje de humedad en muestras secas de <i>Capsicum pubescens</i> en cuatro localidades.....	44
Tabla 15. Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto éter etílico de las cuatro localidades.....	46
Tabla 16. Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto alcohólico de las cuatro localidades .....	47
Tabla 17. Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto acuoso de las cuatro localidades .....	48
Tabla 18. Simbología para tamizaje.....	48
Tabla 19. Metabolitos presentes de <i>Capsicum pubescens</i> en extracto éter etílico de cuatro localidades.....	49
Tabla 20. Metabolitos presentes de <i>Capsicum pubescens</i> en extracto alcohólico de cuatro localidades.....	50
Tabla 21. Metabolitos presentes de <i>Capsicum pubescens</i> en extracto acuoso de cuatro localidades.....	51
Tabla 22. Resultados de color y olor obtenidos en las cuatro localidades, extracto acuoso.....	52
Tabla 23. Resultados de la densidad relativa obtenidos tanto del extracto alcohólico como acuoso en las cuatro localidades.....	53
Tabla 24. Rendimiento de la oleorresina de <i>Capsicum pubescens</i> .....	57
Tabla 25. Curvas de calibración del estándar.....	61
Tabla 26. Cuantificación de la dihidrocapsaicina .....	63
Tabla 27. Resultados de la cuantificación de dihidrocapsaicina de las muestras .....	63
Tabla 28. Concentración de dihidrocapsaicina en ppm. ....	64

Tabla 29. Parámetro analizado del suelo.....	65
Tabla 30. Parámetro analizado del suelo.....	66

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . <i>Capsicum pubescens</i> , parroquia de Pifo, por Haro & Montenegro .....	28
Figura 2. Mapa físico de los sitios de recolección tomado desde Google Maps .....	25
Figura 3. Representación gráfica de cenizas totales, solubles en agua y cenizas insolubles en HCl .....	43
Figura 4. Representación gráfica del porcentaje de humedad en los diferentes lugares de recolección .....	45
Figura 5. Representación gráfica de las densidades de los extractos alcohólico y acuoso.....	53
Figura 6. Representación gráfica de los índices de refracción en los extractos etéreo alcohólico y acuoso .....	54
Figura 7. Representación gráfica del pH en extracto alcohólico de las diferentes localidades.....	55
Figura 8. Representación gráfica del pH en extracto acuoso de las diferentes localidades.....	56
Figura 9. Representación gráfica de las muestras en Cromatografía de capa fina, capsaicinoides. ....	58
Figura 10. Gráfica de las muestras en Cromatografía de capa fina, oleorresina.....	60
Figura 11. Representación gráfica de la curva de calibración de los del estandar de dihidrocapsaicina.....	62
Figura 12. Representación gráfica de la concentración de dihidrocapsaicina en ppm....	65

## ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1 Certificado de identificación de la especie <i>Capsicum pubescens</i> .....	74
ANEXO 2 Certificado de pureza de la dihidrocapsaicina .....	75
ANEXO 3. Fotos fotográficas.....	76
ANEXO 4. Resultados de los análisis de suelos localidad de Puenbo (Agrocalidad) ...	78
ANEXO 5. Resultados de los análisis de suelos localidad de Tumbaco (Agrocalidad) .	79
ANEXO 6. Resultados de los análisis de suelos localidad Quinche (Agrocalidad) .....	80
ANEXO 7. Resultados de los análisis de suelos localidad de Pifo (Agrocalidad) .....	81
ANEXO 8. Interpretación de resultados .....	82

## INTRODUCCIÓN

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de ají en el Ecuador representa una actividad de gran rédito económico, puesto que nuestro país posee una diversidad de climas y características topográficas que permiten la producción de algunas especies del género *Capsicum* ; una de las provincias con mayor cultivo es Santo Domingo de los Tsáchilas; de toda la producción de *Capsicum pubescens* (ají rocoto), por ejemplo, tan solo el 10 % se queda en el mercado local y el 90% se exporta a países como Estados Unidos, Alemania, Japón y otros (Salazar R. , 2001)

Por mucho tiempo el ají rocoto fue limitado y hasta evitado su consumo, por el temor de provocar irritación a la mucosa del estómago. Algunas investigaciones han podido identificar los compuestos químicos responsables del picor y ardor de dicha especie como son: la capsaicina, dihidrocapsaicina, norhidrocapsaicina, entre otros. (Abu, 2013).

La dihidrocapsaicina y la capsaicina representan cerca del 90% de capsaicinoides del género *Capsicum*; de ahí su importancia ya que investigaciones recientes han demostrado que estos compuestos actúan principalmente protegiendo la mucosa gástrica, es decir, todo lo contrario a lo que se creía; promueve la acumulación de lípidos y bicarbonato formando una barrera para la mucosa del estómago. En la industria farmacéutica, tiene aplicaciones ya sea para elaborar medicamentos como analgésicos, o como receptores para generar secreción del jugo gástrico y prevenir la gastritis, también se ve beneficiada la industria química, ya que, existen aerosoles con estos compuestos y en la industria alimenticia para conservar alimentos, y como último para control biológico (Molina D. , 2008).

Incorporado en la dieta habitual de muchos ecuatorianos, nutricionalmente aporta principalmente vitamina C y fósforo, así como también fibra, calcio, hierro, caroteno, tiamina, riboflavina y niacina, entre otros elementos. Es una fuente baja en calorías.

Además es el acompañante ideal en muchas de las comidas típicas del país (Herrera, 2013).

Una investigación anterior (Balseca & Rivadeneira, 2013) reveló que el ají rocoto tiene un contenido bajo de capsaicina en relación a su alto contenido de oleoresina y también frente a otras especies de ají cultivados en distintas zonas del país, sin embargo popularmente es considerado como uno de los ajíes más picantes. Tomando en cuenta que la pungencia está relacionada directamente con el contenido de capsaicinoides (principalmente capsaicina y dihidrocapsaicina), resulta interesante determinar el contenido de dihidrocapsaicina para establecer si es el metabolito responsable de la fuerte pungencia de ésta especie de ají obtenida en diferentes zonas de la parroquia de Tumbaco en la ciudad de Quito.

## **OBJETIVOS**

Objetivo general:

Estudiar la composición fitoquímica de la oleoresina de ají rocoto (*Capsicum pubescens*) procedente de El Valle de Tumbaco.

Objetivos específicos:

- Cuantificar el contenido de oleoresina del ají rocoto (*Capsicum pubescens*) procedente de El Valle de Tumbaco, mediante análisis gravimétrico.
- Identificar la dihidrocapsaicina contenida en la oleoresina del ají rocoto (*Capsicum pubescens*) mediante cromatografía de capa fina (TLC).
- Cuantificar la dihidrocapsaicina contenida en la oleoresina por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).
- Analizar la composición del suelo y su correlación con la cantidad de dihidrocapsaicina presente en *Capsicum pubescens*

## **JUSTIFICACIÓN**

El ají es hoy en día, uno de los condimentos más consumidos en todo el mundo; se estima que un cuarto de la población mundial consume ají diariamente, bien sea en forma directa o por el consumo de alimentos procesados que lo contienen (Salazar S. , 2004).

El carácter ‘picante’ del ají (*Capsicum spp.*) es considerado como un factor de calidad de sus frutos. Esta característica es conferida por la presencia de compuestos de tipo alcaloides, denominados capsaicinoides y únicamente están presentes en el género *Capsicum*. (Garcés Claver, 2007).

Los principales capsaicinoides son nornorcapsaicina, norcapsaicina, capsaicina, homocapsaicina, nornordi-hidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina, dihidrocapsaicina, y homodihidrocapsaicina. La capsaicina (CAP, N-[(4-hidroxi-3-metoxifenil)methyl]-8-metill(-6-nonenamida) y la dihidrocapsaicina (DH, N-[(4-hidroxi-3-metoxifenil)metil]-8-metilnonanamida) son los responsables de más de 90 % de su pungencia (Morán, 2008).

Según (Balseca & Rivadeneira, 2013) la especie *Capsicum pubescens* (ají rocoto) presenta gran cantidad de oleorresina pero una baja cantidad de capsaicina, por lo que esta investigación se enfoca en la determinación de la dihidrocapsaicina en la oleorresina de ají rocoto para establecer si una alta concentración de este compuesto relaciona con la pungencia de esta variedad de ají o no, limitando el estudio a los cultivos producidos en El Valle de Tumbaco, en la ciudad de Quito.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula**

La concentración de dihidrocapsaicina en los frutos maduros de *Capsicum pubescens* no se relaciona con su pungencia.

### **Hipótesis alternativa**

La concentración de dihidrocapsaicina en los frutos maduros de *Capsicum pubescens* se relaciona con su pungencia.

### **Variables e indicadores**

Variable independiente: concentración de dihidrocapsaicina en la oleorresina de *Capsicum pubescens*.

Variable dependiente: pungencia del fruto maduro de *Capsicum pubescens*.

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Descripción botánica

#### Género *Capsicum*

Según (Cermeño, 1974) El ají pimiento es una planta anual herbacea o subleñosa de crecimiento determinado, rígido, muy ramificada que alcanza alturas de 50 a 90 cm dependiendo de la variedad, la descripción botánica de este género se muestra detallado en la tabla 1.

El género *Capsicum* es miembro de la familia de las solanaceae, que incluye al tomate, la papa y el tabaco; este género consta de aproximadamente 22 especies silvestres y 5 especies domesticadas, siendo éstas: “*capsicum annum*, *capsicum baccatum*, *capsicum chinense*, *capsicum pubescens*” (López, 2012).

Las especies *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens* fueron originarias de América del Sur y más concretamente de la región de Perú y Ecuador.

Según data la historia, el cultivo de Ají se expandió hacia Europa luego de la llegada de Cristóbal Colón a América en 1493 (Siguencia, 2010).



**Tabla 1.**

**Descripción Botánica *Capsicum*.**

<b>Partes de la planta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
<b>Raíz</b>	Pivotante de 70 a 120 cm raíces horizontales, 50 a 90 cm raíces laterales	(Paivon, 1970)
<b>Tallos</b>	Rectos, muy ramificados semileñosos y leñosos en la base	(Paivon, 1970)
<b>Hojas</b>	Planas, oblongadas, alternas simples y enteras, lanceoladas un poco anchas, terminada en punta que se va adelgazando en la base para formar el peciolo más o menos alargado	(Paivon, 1970)
<b>Flores</b>	Axilares y sencillas, pétalos blanco o púrpuras, cinco estambres y un pistilo súpero	(Cermeño, 1974)
<b>Fruto</b>	Baya carnosa, verde oscuro inmaduro, rojo o amarillo maduro, alto contenido en vitamina C.	(Velmorin, 1974)
<b>Semillas</b>	Lisas y apalastadas en forma de disco se encuentra en la placenta. Pueden contarse aproximadamente 4,700 semillas en una onza.	(Velmorin, 1974)

Nota: Haro & Montenegro, 2015

**1.2 Especie *Capsicum pubescens***

El nombre científico del género deriva del griego: según unos autores de *kapso* (picar), según otros de *Kapsakes* (cápsula). Este género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas.

Sinonimia: ají (Suramérica); chile (México); rocoto (Ecuador y Perú); uchu (Perú y Bolivia); guindilla (España); pepper (USA); piment (Francia); pimienta (Portugal) (León, 2000).

Según (Honduras, 2012), la descripción taxonómica descrita en la tabla 2, es la siguiente:

**Tabla 2.**

**Descripción taxonómica de la especie *Capsicum pubescens***

<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Solanales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	Capsicum
<b>Especie</b>	<i>Capsicum pubescens</i>

Nota : (Honduras, 2012)

**1.2.1 Descripción Botánica *Capsicum pubescens***

La especie tiene caracteres distintos a los demás ajíes, empezando por sus flores moradas, semillas negras y rugosas, su habilidad para tolerar temperaturas bajas, sus paredes

gruesas con alto contenido de humedad, hojas peludas y anteras moradas o violetas (Towell, 2005).

Según (Montes, 2010), la descripción de las características fenotípicas de la planta es la siguiente:

Semillas: negras o café oscuro (amarillas cuando están inmaduras), prominentemente reticuladas.

Flor: normalmente solitarias; cáliz con 5 o 6 dientes conspicuos, deltoides, de alrededor de 1 mm de largo; corola rotada o raramente semicampanulada, violeta con el centro blanco; anteras púrpura a violeta, estilo frecuentemente con estigma verde.

Tallo: frecuentemente estriado, nudos frecuentemente de color púrpura oscuro.

Hojas: ovaladas, frecuentemente rugosas, margen suave o ciliado.

Fruto: rojo, naranja, amarillo-naranja, amarillo-limón, o café; globoso o alargado, pendiente, raramente erecto, y en algunos casos con un cuello prominente.

### **1.2.2 Origen de *Capsicum pubescens***

Es americano, aunque existen discrepancias si es de procedencia sudamericana o centroamericana. Sin embargo, la especie, sin duda tiene su origen en la zona andina de Perú y Bolivia, donde se pueden encontrar además de esta especie, otras especies del mismo género, tanto silvestres como cultivadas, contando con una abundante producción (Lozada, 2009). Durante la época de la colonia, los ajíes fueron llevados a España desde donde se dispersaron por toda Europa y de ahí al resto del mundo (Octavio, 2003)

### 1.2.3 Valor nutricional de *Capsicum pubescens*

La tabla 3 detalla bromatológicamente los compuestos del fruto de esta especie.

**Tabla 3.**

**Composición de la hortaliza, por 100g del producto comestible**

<b>Por 100 g de peso neto</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Agua</b>	20.7g	93.1g
<b>Hidratos de carbono</b>	5.3g	63.8g
<b>Proteínas</b>	0.8g	6.7g
<b>Extracto etéreo</b>	0.3g	0.8g
<b>Fibra</b>	1.4g	23.2g
<b>Cenizas</b>	0.6g	7.1g
<b>Calcio</b>	7.0mg	116.0mg
<b>Fósforo</b>	31.0mg	200.0mg
<b>Hierro</b>	1.3mg	15.1mg
<b>Caroteno</b>	0.03mg	25.2mg
<b>Tiamina</b>	0.03mg	1.09mg
<b>Riboflavina</b>	0.07mg	1.73mg

Nota: (Quispe, 2011)

### 1.3 Cultivo de *Capsicum pubescens*

El cultivo del ají rocoto se remonta desde épocas pre-incáicas hasta la actualidad, es el principal condimento de algunas comidas, usado principalmente por su sabor pungente (picante) sin que muchas veces se tenga idea del valor alimenticio, específicamente vitamínico y el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria, aun cuando sea usado en pequeñas proporciones (Chillies, 2014).

### 1.3.1 Requerimientos ecológicos y climáticos

Según (Siguencia, 2010), los requerimientos para un óptimo cultivo de ají rocoto son descritos en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

#### **Requerimientos ecológicos y climáticos para el cultivo de *Capsicum pubescens***

<b>REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS</b>	<b>ALTITUD</b>	Optima: 2400 msnm
		Máximo: 2800 msnm
	<b>CLIMA</b>	Cálido
		Subcálido
		Templado
	<b>PRECIPITACION</b>	800 a 1000 msnm al año
	<b>TEMPERATURA</b>	Optima: 21-24° C
Mínima: 13°C		
Máxima: 35°C		
<b>LUZ</b>	En promedio de 5 a 8 horas de sol por día en cielo despejado	
<b>SUELO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	0,5 a 1m
	<b>TEXTURA</b>	Franco
		Franco-Arenoso
	<b>pH</b>	Optimo: 5,5 a 6,8
		Puede tolerar hasta: 8
<b>TIPO</b>	Suelos ricos en materia orgánica bien drenados	

Nota: (Siguencia, 2010)

### **1.3.2 Superficie de cultivo**

*Capsicum pubescens*, es generalmente producido en los valles andinos. Necesita una temperatura ambiente media de 20° C, sin demasiados cambios bruscos. Requiere gran cantidad de luz, sobre todo durante el primer período de crecimiento después de la germinación (Pérez, 2012).

Suelo: los más adecuados para el cultivo de ají rocoto son los franco-arenosos, profundo, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados. Como se ha comentado, necesita suelos ricos en materia orgánica, por tanto exige abundantes estercoladuras (Fernandez, 2007).

Riego: se debe hacer solo cuando el terreno se esta secando, se debe mantener húmedo, en general se interviene más o menos cada una a dos veces por semana, es importante evitar los excesos (Pérez, 2012).

Se debe lograr una humedad en el suelo del 90% de la capacidad de campo hasta fructificación y 80% en período restante, insuficiente humedad trae como consecuencia detención del crecimiento, caída de flores y de los frutos, frutos pequeños y deformes (Balseca & Rivadeneira, 2013).

### **1.3.3 Época de siembra**

Una de las características mas notables de la especie *Capsicum pubescens*, que se diferencia de las otras variedades de ají, es que no realiza polinización cruzada. Las bayas tardan más en crecer a su tamaño completo y mucho más en madurar en comparación con las otras especies. Las semillas deben ser sembradas de preferencia en un invernadero caliente. El tiempo de germinación es de alrededor de 3-4 semanas. Las plantas continuarán fructificando hasta quince años en climas que son frescos y húmedos, pero se puede sembrar todo el año teniendo como ámbito un clima templado, con una humedad relativa baja (Chillies, 2014).

### **1.3.4 Análisis del suelo**

El comportamiento de los suelos es complejo, debido a la naturaleza granular y a la coexistencia de partículas sólidas con fluido intersticial que generalmente está compuesto por más de un fluido (agua, contaminantes orgánicos e inorgánicos, gases como aire o metano, etc.) (Narsilio & Santamarina, 2010).

Efectuar el análisis de suelos del área a sembrar es de suma importancia para determinar su contenido nutritivo y establecer la dosis o cantidad y proporción de nutrientes (abono), el lugar o área de aplicación y épocas que el cultivo lo necesita para volverlo rico para obtener plantas con frutos apetecibles. Un buen programa de fertilización, no consiste solamente en aplicar el elemento faltante, sino en mantener el balance adecuado de los nutrimentos en la planta y en el suelo (Farinango, 2007).

#### **1.3.4.1 Análisis por absorción atómica**

Estudia la absorción o emisión de radiación electromagnética por partículas atómicas. (Balderas, Romero, & Miranda, 2015).

Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra, las diferentes técnicas dependen de los accesorios utilizados y los incomparables procedimientos manejados para llegar al estado fundamental del átomo. La técnica de atomización que hoy en día es más usada, es la de Absorción Atómica con flama o llama, ésta nebuliza la muestra y luego la dispersa en forma de aerosol dentro de una llama de aire de acetileno u óxido nitroso-acetileno (Remache, 2013).

#### **1.3.4.2 Análisis por colorimetría**

Se basa en la medida de la absorción de la radiación en la zona visible por sustancias coloreadas. Con la ayuda de un colorímetro se puede realizar dicho ensayo, El colorímetro

es un instrumento diseñado para dirigir un haz de luz paralela monocromática a través de una muestra líquida y medir la intensidad del haz luminoso emergente. La fracción de luz incidente absorbida por una solución a una longitud de onda está relacionada con el paso óptico y con la concentración de la especie absorbente (Abril, 2008).

La determinación de fósforo en suelos es importante, puesto que es un elemento determinante para el desarrollo de los cultivos y sus resultados pueden servir de guía para orientar la fertilización a la que debe ser sometida el suelo (Paneque, 2010).

Los análisis de fósforo sirven fundamentalmente para el control de la dosificación de productos químicos en tratamientos de suelos, o como un análisis que según la concentración en el suelo se puede determinar que un sistema presenta contaminación por exceso de este compuesto (Muñoz, Mendoza, Lopez, Soler, & Hernández, 2000).

#### **1.3.4.3 Análisis por volumetría**

Técnica basada en mediciones de volumen, para calcular la cantidad de una sustancia en solución, y consiste en una valoración (titulación), que es el proceso de determinación del volumen necesario de solución (patrón) que reacciona con una masa o volumen determinado de una muestra. La adición de solución patrón continúa hasta alcanzar el punto llamado punto final, momento cuando el número de equivalentes de una sustancia es igual al número equivalentes de la otra (Avila, Bustillo, & Charris, 2011).

#### **1.3.4.4 Análisis por potenciometría**

El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de los seres vivos (microorganismos y plantas). La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos ( $H^+$ ) que se da en la interfase líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. El



grado de acidez o alcalinidad de un suelo es determinado por medio de un electrodo de vidrio en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, y expresado en términos de la escala de pH. Se expresa por números positivos del 0 al 14. Tres son las condiciones posibles del pH en el suelo: la acidez, la neutralidad y la alcalinidad (Muñoz, Mendoza, Lopez, Soler, & Hernández, 2000).

### **1.3.5 Requerimientos Nutricionales**

Estudios realizados indican que los elementos nutricionales críticos para el cultivo de ají son: Fósforo ( $P_2O_5$ ), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn). Boro (B) y Nitrógeno (N). Todos los elementos son necesarios e indispensables, pero el Fósforo y el Nitrógeno son los elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo (Cano, 1998).

### **1.3.6 Fertilización**

La fertilización contribuye a que las plantas crezcan mejor, ayudan a la conservación de los nutrientes del suelo y hacen que los cultivos dejen mayores ganancias por el rendimiento que se puede obtener (Cano, 1998).

#### **1.3.6.1 Fertilización en pre-siembra o pre-transplante**

Ésta se ejecuta después del surqueo, la primera fertilización, específicamente, es tratar de incorporar al suelo una parte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la dosis completa que se va aplicar al cultivo y el plaguicida requerido, luego se cubre con el contra surqueo (Cano, 1998).

Esta actividad se recomienda, pues el fertilizante queda distribuido en toda el área y sobre todo, la planta cuando se le transplante encuentra ya un medio de adecuado en cuanto a su nutrición.

### **1.3.6.2 Fertilización post-transplante**

Es cuando se realiza la primera fertilización y aplicación de plaguicida, después del transplante y hasta 10 días después del mismo. Esta puede hacerse de dos formas:

Colocando el fertilizante y plaguicida en banda, en el surco de riego, o a la orilla de donde se sembró o transplantó el ají. Luego se cubre con tierra, usando azadón o mecanizado, lo que sirve también para repasar el surco de riego.

Se hace localizado, aplicando el fertilizante y plaguicida, postura por postura, el cual debe de ir incorporado al suelo. Esto no es recomendable porque se produce altas concentraciones de fertilizante en un solo punto del sistema radicular, lo que viene a obstaculizar la absorción de elementos, por sus mismos gradientes de concentración, dando como resultado, plantas débiles y muy susceptibles a enfermedades (Cano, 1998).

### **1.3.7 Cosecha**

La cosecha se realizará cuando presente una coloración de fruto verde o maduro. Con buena manipulación agrícola se llega a rendimientos de 200.000 frutos/Ha. En cuanto a la maduración del poder germinativo de la semilla de ají es necesario utilizar semilla de un año máximo o de tres, conservada 7 días en lugares frescos y ventilados por 20 días a una temperatura de 10° C y humedad de 80%. El fruto es una baya seca aunque son frecuentes las variedades provistas de pulpa algo jugosas; en cuanto a forma, tamaño y color de los frutos, es muy variable según sus características genéticas; el tamaño en cuanto a la variedad es incostante, al iniciarse la cosecha pueden ser de tamaño notablemente mayor que el término de ésta (ALNICOLSA, 2014).

### **1.3.8 Plagas y enfermedades que atacan a la especie**

Según (Molina U. L., 2000), las plagas y enfermedades que atacan a *Capsicum pubescens* se muestran en las Tablas 5 y 6.

**Tabla 5.**

**Plagas que atacan al ají rocoto**

ESPECÍFICAS	DESCRIPCIÓN	DAÑOS	MEDIDAS DE MANEJO
<b>1. Enrollador de hojas</b>	<i>Lineodes integra</i> larva verde claro, de hasta 16 mm con cabeza amarilla y cubierta de pelos finos.	Inicialmente esqueletiza hojas, luego enrolla para empulpar.	Densidad de siembra adecuada. Evitar siembras escalonadas. Insecticidas: telubenzuron, cartap, etc.
<b>2. Gusano perforador del fruto</b>	<i>Symmetrischema capsicum</i> Larvas cremosas de hasta 6mm, cabeza oscura con bandas transversales marrones o rojas.	Perforan y barrenan los botones florales y los pétalos permanecen cerrados. En frutos destruyen la semilla.	Evitar siembras escalonadas. Cosechas oportunas. Prestar especial atención al período de carencia de los insecticidas. Insecticidas: cipermetrina, permetrina, spinozat, etc. Trampas de luz. Recolección y destrucción de frutos infestados.

Nota: (Molina U. L., 2000)

**Tabla 6.**

**Enfermedades que atacan al ají rocoto**

ESPECÍFICAS	AGENTE CAUSAL	DAÑOS	MEDIDAS ESPECÍFICAS
<b>1. Marchitez bacteriana</b>	Ralstonia ( <i>Pseudomona</i> ) <i>solanacearum</i>	Marchitamiento o rápido de la planta, amarillamiento y defoliación.	Predomina en climas cálidos y húmedos. Evitar heridas en la planta. Evitar humedad excesiva en el riego y asegurar un buen drenaje. Rotación de cultivos y buena nutrición de la planta. Eliminación de rastrojos.
<b>2. Pudrición radical, marchitez</b>	<i>Phytophthora capsici</i>	Clorosis y desecación del follaje, quedando los tallos erectos y los frutos perdidos de la planta.	Rotar cultivos. Usar cultivares resistentes. Usar semilla sana y desinfectada. Buena nutrición del cultivo. Evitar excesos de humedad y asegurar buen drenaje. Alejar el riego del pie de la planta. Eliminar plantas enfermas y restos de cosecha. fungicidas: fosetil aluminio,etc.

<b>3. Escaldadura</b>	Desorden fisiológico	Ampollas en frutos, que pierden su valor comercial.	Evitar insolación directa de los frutos sembrando cultivares con buena cobertura de follaje.  Controlar enfermedades para evitar la caída de las hojas.
<b>4. Producción apical del fruto (poto negro)</b>	Desorden fisiológico	Mancha negra seca en la porción basal del fruto, causada por deficiencia aparente de calcio y riego insuficiente.	Predomina en época cálida.  Riegos adecuados.  Evitar exceso de fertilización nitrogenada, especialmente en forma de amonio.  Uso de abonos foliares con calcio.

Nota: (Molina U. L., 2000)

#### 1.4 Importancia farmacológica de *Capsicum pubescens*

El ají rocoto posee alcaloides que tiene efectos, tanto fisiológicos como farmacológicos en el organismo; por ejemplo según (Medina & otros, 2006):

- Papilas gustativas:

Se produce mayor salivación. Pese a que no tenemos en la lengua una papila específica para el sabor del ají, el picante activa todas a la vez.

- Estómago:

Se genera un efecto bactericida, que ayuda a eliminar bacterias del estómago, por ende se tiene menos probabilidades de sufrir enfermedades como la salmonelosis, por ejemplo.

- Cerebro:

Una vez que se absorbe el ají, se produce una estimulación en el sistema nervioso, que hace que el cuerpo produzca más endorfinas, compuestos opiáceos que están asociados con la satisfacción y el bienestar.

- Páncreas:

Tiene efecto insulino-trópico que ayuda a segregar mayor cantidad de insulina. Esto sirve de complemento al tratamiento que siguen los diabéticos para tener mejores niveles de glicemia.

- Próstata:

La capsaicina y dihidrocapsaicina, principales componentes del ají, protegen el ADN de los carcinógenos y está demostrado que reducen las probabilidades de sufrir cáncer de próstata.

#### **1.4.1 Alcaloides**

Los Alcaloides, son sustancias orgánicas nitrogenadas, de estructura compleja, cuya molécula está constituida por grupos atómicos que contienen nitrógeno y forman anillos cerrados. Los Alcaloides tienen carácter básico, o sea que se parecen a los álcalis, de donde deriva su nombre (Cuberlo, 2012).

Los alcaloides poseen una complejidad molecular que causa algunos potentes efectos fisiológicos; en su mayor parte son venenos vegetales muy activos, y pequeñas dosis producen grandes efectos en el organismo. Su verdadero valor solo puede ser asegurado

en manos de un médico, pues aunque pueden ser excelentes medicamentos, que incluso resuelven enfermedades muy graves, su uso inadecuado puede causar intoxicaciones graves, e incluso la muerte (Ríos, 2013).

#### **1.4.2 Función de los alcaloides en las plantas**

Sirven como productos de desecho o almacenamiento del nitrógeno sobrante, debido a que en su mayoría, los alcaloides están asociados con ácidos orgánicos que facilitan su transporte en la planta, pueden servir como productos de almacenamiento del nitrógeno no metabolizado o para transporte del mismo, los ésteres del tropano se forman en las raíces y son transportados a las partes aéreas donde pueden ser hidrolizados (Carvajal, 2012).

La micro química ha permitido mostrar en forma general, que los alcaloides están localizados en los tejidos periféricos de los diferentes órganos de la planta, es decir en el recubrimiento de las semillas, corteza del tallo, raíz o fruto y en la epidermis de la hoja; esto permite pensar que los alcaloides cumplen una función de protección en la planta, por su sabor amargo, contra el ataque de insectos (Arango, 2008).

#### **1.4.3 Capsaicinoides**

Los capsaicinoides también poseen propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antioxidantes e incluso anticancerígenas de seno, colon, adenocarcinoma gástrico y de próstata (Cázares, 2005).

La importancia de los capsaicinoides se debe a que además de proporcionar el sabor picante son utilizados por la industria farmacéutica, de armas, tabacalera, cosmética, de pinturas, entre otras como ingrediente activo de diversos productos. El contenido de capsaicinoides depende de factores genéticos de la planta y su interacción con el medio ambiente, diferentes respuestas al estrés hídrico y la nutrición mineral (Borges, 2010).

Los capsaicinoides se sintetizan y acumulan en la placenta de los frutos de *Capsicum pubescens*, específicamente en la vacuola celular (Sanchez, 2010).

#### **1.4.4 Capsaicina y Dihidrocapsaicina**

Dos de los principales componentes del ají rocoto son la capsaicina y dihidrocapsaicina; estos alcaloides estimulan los termorreceptores y nociceptores polimodales como el receptor de neuronas sensoriales cutáneas, incrementando la liberación masiva de neuropéptidos, incluyendo la sustancia P, responsable de la transmisión de señales de a nivel central, causando su depleción por lo que disminuye este síntoma con las aplicaciones sucesivas de este principio activo (Vergara & otros, 2006).

Estos componentes son alcaloides increíblemente poderosos, aparentemente inafectables por el frío o el calor, los cuales retienen su potencial a pesar del tiempo, cocinado o congelado. Dado a que no tienen sabor, color u olor, solo incita la liberación de neurotransmisores que estimulan las células trigeminales, puntos receptores de dolor, en la lengua, estómago y boca. En respuesta a este estímulo, el cerebro libera endorfinas, las cuales proporcionan al cuerpo una sensación placentera, se acelera el metabolismo y ritmo cardíaco, se libera más saliva, se suda y se crea un estado temporal de euforia. A pesar de que no tiene sabor son uno de los compuestos más pungentes conocidos y detectables al paladar (Perez, 2012).

La dihidrocapsaicina es un análogo de la capsaicina, debido a que actúa de forma similar cuando entra en contacto con los receptores celulares. Sus usos van desde las aplicaciones culinarias, hasta la fabricación de repelentes de insectos y animales (Health, 2006).

Pueden ser utilizadas en la cocina, medicina, como parte de cremas analgésicas, que sirve para calmar el dolor local nervioso y los picores (Escamilla, 2011).

#### **1.5 Análisis de capsaicinoides**



### **1.5.1 Cromatografía de capa fina**

La cromatografía en capa fina se basa en la preparación de una capa, uniforme de un adsorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte. La fase móvil es líquida y la fase estacionaria consiste en un sólido. La fase estacionaria será un componente polar y el eluyente será por lo general menos polar que la fase estacionaria, de forma que los componentes que se desplacen con mayor velocidad serán los menos polares (Martinez, 2005).

Determina el grado de pureza de un compuesto, compara muestras, realiza el seguimiento de una reacción. La muestra a analizar se deposita cerca de un extremo de una lámina de plástico o aluminio que previamente ha sido recubierta de una fina capa de adsorbente (fase estacionaria). Entonces, la lámina se coloca en una cubeta cerrada que contiene uno o varios disolventes mezclados (fase móvil). A medida que la mezcla del disolvente asciende por capilaridad a través del adsorbente, se produce un reparto diferencial de los productos presentes en la muestra entre el disolvente y el adsorbente (UAM, 2010).

### **1.5.2 Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)**

La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar (columna) y una fase móvil. La fase móvil actúa de portador de la muestra. La muestra en solución es inyectada en la fase móvil. Los componentes de la solución emigran de acuerdo a las interacciones no-covalentes de los compuestos con la columna. Estas interacciones químicas, determinan la separación de los contenidos en la muestra. La utilización de los diferentes detectores dependerá de la naturaleza de los compuestos a determinar (Miranda & Olga, 2013).

El compuesto pasa por la columna cromatográfica a través de la fase estacionaria (normalmente, un cilindro con pequeñas partículas redondeadas con ciertas características químicas en su superficie) mediante bombeo de la fase móvil a alta presión a través de la

columna. La muestra a analizar es introducida en pequeñas cantidades y sus componentes se retrasan diferencialmente dependiendo de las interacciones químicas o físicas con la fase estacionaria a medida que adelantan por la columna. El grado de retención de los componentes de la muestra depende de la naturaleza del compuesto, de la composición de la fase estacionaria y de la fase móvil. El tiempo que tarda un compuesto a ser eluido de la columna se denomina tiempo de retención y se considera una propiedad identificativa y característica de un compuesto en una determinada fase móvil y estacionaria (González, 2010).

### **1.6 Análisis gravimétrico**

Se caracteriza porque se determina la masa de una sustancia. Como esa magnitud carece de toda selectividad, se hace necesario el aislamiento de la sustancia que se va a pesar de cualquier otra especie, incluido el disolvente. Así pues, todo método gravimétrico precisa una preparación concreta de la muestra, con objeto de obtener una sustancia rigurosamente pura con una composición estequiométrica perfectamente conocida (Quimitube, 2014).

El análisis gravimétrico consiste en la separación y posterior pesada, de un elemento o compuesto de composición química conocida. Esta sustancia debe obtenerse en el mayor estado de pureza posible y debe encontrarse en una relación estequiométrica definida con el elemento o compuesto que se desea determinar (Luzardo, 2011).

### **1.7 Pungencia de *Capsicum pubescens***

La escala Scoville establece que la especie *Capsicum pubescens* presenta un nivel de pungencia de entre 100.000 y 200.000 unidades Scoville (SHU) correspondiendo a un nivel de pungencia intermedio comparada con otras especies como *C. chinense* con hasta 300.000 unidades Scoville. Esta escala es imprecisa, debido a que el contenido de capsaicinoides varía de acuerdo al cultivo, al clima o incluso al tipo de terreno de cultivo y además al ser una respuesta sensorial carece de objetividad.

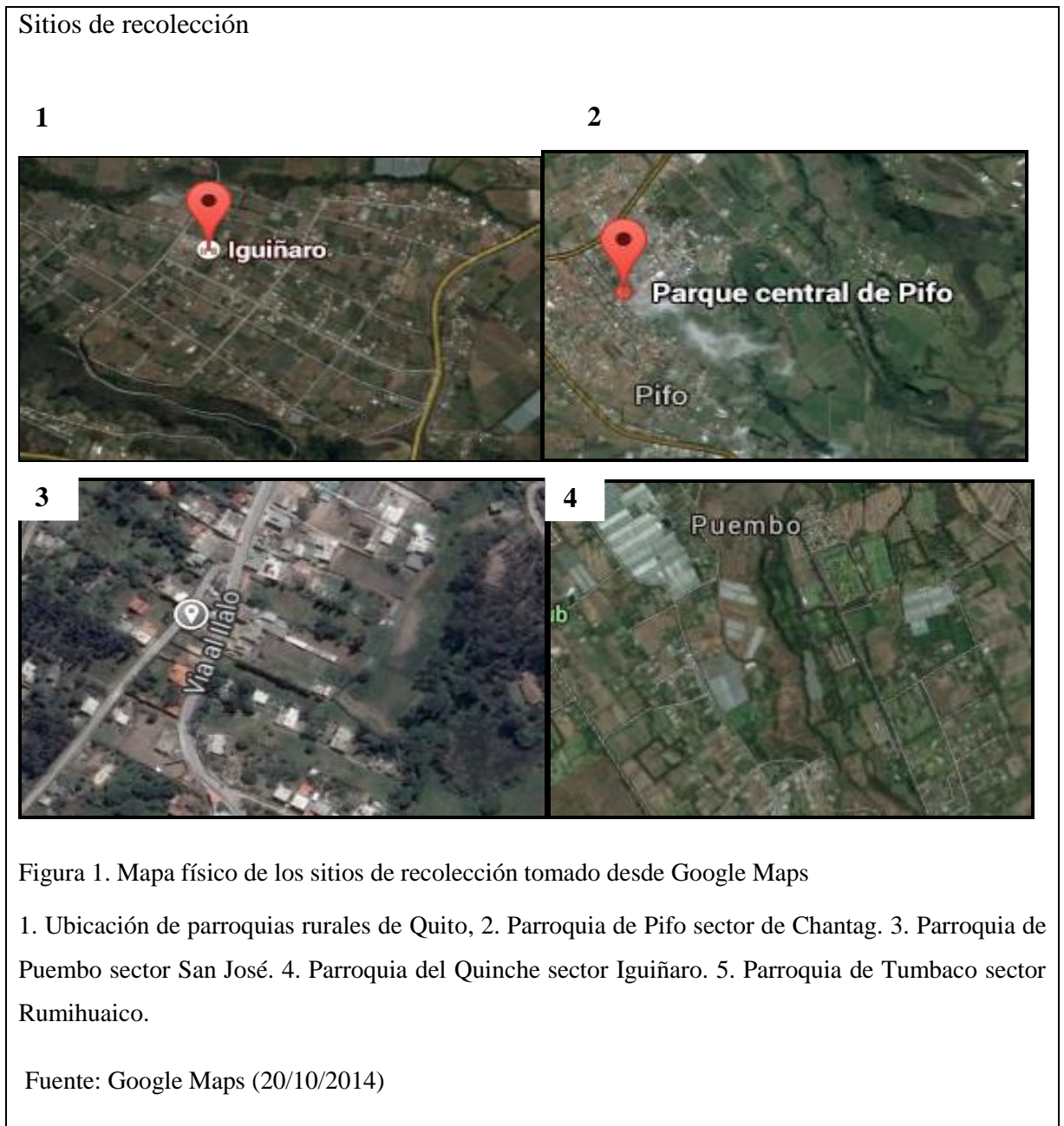
La norma *NTE-INEN-ISO 3515:2014 Guindillas, Determinación del Índice de Scoville* indica el método para determinar la pungencia de los ajíes, y establece que este índice es el factor de dilución (la menor concentración) al cual el picor del ají ya es percibido por personas especialistas que conforman un panel sensorial (INEN, 2014).

## CAPÍTULO 2

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización geográfica de las especies de *Capsicum pubescens*

En la Figura 1 se observan los sitios geográficos de recolección de las muestras para esta investigación



Las especies de las cuatro localidades fueron recolectadas en el mes de Septiembre del año 2014, la cantidad de muestra de cada localidad fue de aproximadamente dos kilos. Utilizando un método aleatorio estratificado.

*Capsicum pubescens* (PIFO): fue recolectada en la parroquia de Pifo, barrio Chantag, situada al nororiente de Quito, en una chacra familiar, esta localidad presenta una temperatura media de 15,3 °C, altitud de 2653 msnm y una precipitación anual de 1026 cc. Cuyas coordenadas fueron 0°13'30" S; 78°19'33" O.

*Capsicum pubescens* (PUEMBO): fue recolectada en la parroquia de Puembo, en el barrio San José situada al nororiente de Quito, en una chacra familiar, esta localidad presenta una temperatura media de 16,1 °C, altitud de 2507 msnm y una precipitación anual de 879 cc. Cuyas coordenadas fueron 0°11'50" S; 78°20'17" O.

*Capsicum pubescens* (QUINCHE): fue recolectada en la parroquia del Quinche en el barrio Iguñaro, situada al nororiente de Quito, en una chacra familiar, esta localidad presenta una temperatura media 15 °C, altitud de 2612 msnm y una precipitación anual de 796 cc. Cuyas coordenadas fueron 0°07'36" S; 78°18'10" O.

*Capsicum pubescens* (TUMBACO): fue recolectada en la parroquia de Tumbaco en el barrio Rumihuaico, situada al nororiente de Quito en una chacra familiar, esta localidad presenta una temperatura media de 16,5 °C, altitud de 2419 msnm y una precipitación anual de 952 cc. Cuyas coordenadas fueron 0°13'40" S; 78°23'58" O.

## **2.2 Recolección de material vegetal**

### **2.2.1 Control de identidad**

Se realizó trabajo de campo, recolectando muestras de los diferentes lugares de origen en El Valle de Tumbaco.

#### **2.2.1.1 Procedimiento**

- Se tomó hojas de papel periódico dobladas por la mitad con su respectiva codificación
- Se colocó cada muestra vegetal dentro del papel, armando bloques sin que sobresalga el material vegetal.
- Se cerró los papeles haciendo suficiente presión al paquete y amarrar para su posterior transporte.

Se llevó a cabo la certificación de la especie otorgada por el Herbario Nacional del Ecuador para la certificación se tomara en cuenta partes aéreas de la planta (hojas, flores, frutos).

### **2.2.2 Recolección de material vegetal para los análisis**

Una vez identificada la especie, se procedió a recolectar primordialmente los frutos en estado maduro en los sitios ya determinados.

#### **2.2.2.1 Procedimiento**

- Se cortó el fruto de la planta desde el pedicelo.
- Se Colocó en fundas de papel.
- Se etiquetó

Todo este proceso se realizó un día antes del secado en los laboratorios del Área de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana para todas las muestras recolectadas. En la figura 2 se puede observar la especie *Capsicum pubescens*.

Especie *Capsicum pubescens*



Figura 2. *Capsicum pubescens*, parroquia de Pifo. Elaborado por Haro & Montenegro

## 2.4 Preparación de la muestra para los ensayos

### 2.4.1 Procedimiento

- Se desinfectó la muestra de cada uno de los sitios con hipoclorito al 10% durante un tiempo de 20 minutos.
- Se cortó los ajíes en rodajas no mayor a 5 cm.
- Se colocó las muestras en la estufa a 50° C 120 horas.
- Se trituro la muestra.
- Se determinó la humedad de la muestra la cual debe estar entre 8 a 14 %.

## 2.5 Determinación de cenizas totales

## 2.6 Determinación de cenizas solubles en agua

### 2.6.1 Procedimiento

Después de obtener las cenizas totales según la técnica descrita:

- Se añadió de 15 a 20 ml de agua destilada.
- Se tapó el crisol con un vidrio reloj y hacer hervir con la llama del mechero durante 5 minutos.
- Se filtró la solución a través de un papel de filtro libre de cenizas.
- Se transfirió el filtro con el residuo al crisol inicial, carbonizar en un mechero y luego se incinero en el horno mufla a 700-750° C durante 2 horas.
- Posteriormente se colocó en una desecadora y cuando alcance la temperatura ambiente pesar. Se repitió el procedimiento hasta obtener masa constante.

### 2.6.3 Expresión de los resultados

$$Ca = \frac{M_2 - M_a}{M_1 - M} * 100$$

Ca= porcentaje de cenizas solubles en agua en base hidratada.

M<sub>2</sub>= masa del crisol con las cenizas totales (g)

M<sub>a</sub>= masa del crisol con las cenizas insolubles en agua (g)

M<sub>1</sub>= masa del crisol con la muestra de ensayo (g)

M= masa del crisol vacío

100= factor matemático para los cálculos

Nota: los valores se aproximan hasta las décimas.



## 2.7 Determinación de cenizas insolubles en ácido

### 2.7.1 Procedimiento

Después de obtener las cenizas totales según la técnica descrita:

- Se añadió de 2-3 ml de ácido clorhídrico al 10%.
- Se tapó el crisol con un vidrio reloj y calentamos sobre agua hirviendo durante 10 minutos.
- Se lavó el vidrio reloj con 5mL de agua caliente y se une al contenido del crisol.
- Se filtró la solución a través de un papel filtro libre de cenizas; se lavó el residuo con agua caliente hasta que el filtrado acidulado con ácido nítrico p.a.; al cual se añadió una o dos gotas de solución de nitrato de plata 0.1mol/L, no muestre presencia de cloruros.
- Se desecó el filtrado con el residuo a una temperatura entre 100 a 105°C.
- Se transfirió al crisol inicial e incinerar en un horno mufla a una temperatura de 700-750°C durante 2 horas.
- Posteriormente se colocó en una desecadora y cuando alcanzó la temperatura ambiente se pesó. Se repitió el procedimiento hasta obtener masa constante.

### 2.7.2 Expresión de los resultados

$$B = \frac{M_2 - M_a}{M_1 - M} * 100$$

B= porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico en base hidratada.

M= masa del crisol vacío (g).

M<sub>1</sub>= masa del crisol con la porción de ensayo.

$M_2$ = masa del crisol con la ceniza totales (g).

$M_a$ = masa del crisol con la porción con las cenizas insolubles de ácido clorhídrico.

100= factor matemático para los cálculos.

Nota: Los valores se aproximan hasta las décimas.

## **2.8 Determinación de humedad**

### **2.8.1 Procedimiento**

- Se usó el aparato de humedad marca Mettler Toledo HB43-S Halogen
- Se seleccionó el método propicio para Capsicum
- Se taró la máquina.
- Se colocó la muestra 2g de *Capsicum pubescens*.
- Se presiona el botón Start.
- Se espera a que se analice la muestra y se reporta el dato.

## **2.9 Elaboración de extractos para el tamizaje fotoquímico**

### **2.9.1 Extracto éter etílico de *Capsicum pubescens***

#### **2.9.1.1 Procedimiento**

- Se pesó 20 g de muestra en polvo.
- Se colocó en un frasco ámbar de 100 ml y se agregó 60 ml de éter etílico.
- Se colocó en frascos ámbar cubiertos con papel aluminio en el agitador mecánico orbital, con agitación de 100 rpm durante 48 horas.
- Después de las 48 horas se filtró, y se almacenó en otro frasco ámbar.

- Se secó y se pesó el residuo obtenido.

## **2.9.2 Extracto etanólico de *Capsicum pubescens***

### **2.9.2.1 Procedimiento**

- Se pesó 20 g de muestra en polvo, se colocó en un frasco ámbar de 100 ml y se agregó 60 ml de etanol al 96%.
- Se colocó los frascos ámbar cubiertos con papel aluminio en el agitador mecánico orbital, con agitación de 100 rpm durante 48 horas.
- Después de las 48 horas se filtró y se almacenó en otro frasco ámbar.
- Se secó y se pesó el residuo obtenido.

## **2.10 Extracto acuoso de *Capsicum pubescens***

### **2.10.1 Procedimiento**

Del residuo seco obtenido del extracto alcohólico realizamos lo siguiente:

- Se pesó 20 g de muestra en polvo, se colocó en un frasco ámbar de 100 ml y se agregó 60 ml de agua destilada.
- Se colocó los frascos ámbar cubiertos con papel aluminio en el agitador mecánico orbital, con agitación de 100 rpm durante 48 horas.
- Después de las 48 horas se filtró y se almacenó en otro frasco ámbar Se secó y se pesó el residuo obtenido.

## 2.11 Tamizaje Fotoquímico

### 2.11.1 Ensayos Extracto éter etílico

La tabla 7 detalla los reactivos y procedimientos utilizados para la obtención de cada metabolito deseado en cuanto al extracto éter etílico.

**Tabla 7.**

#### **Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto éter etílico**

<b>Metabolitos</b>	<b>Reactivos / Procedimiento</b>
<b>Grasa y Aceites</b>	Sudan: a la alícuota añadir 1 ml del reactivo y calentar a baño de agua
<b>Alcaloides</b>	Dragendorff: redissolver 1 ml de HCl al 1%, colocar tres gotas del reactivo.
<b>Lactonas y Coumarinas</b>	Baljet: Redissolver con alcohol 1ml, adicionar 1 ml de reactivo.
<b>Triterpenos / Esteroides</b>	Burchard: redissolver en 1 ml de cloroformo, adicionar 1 ml de anhídrido acético colocar tres gotas del reactivo.

Nota: (Migdalia M. , 2002)

### 2.11.2 Ensayos para Extracto alcohólico

La tabla 8 detalla los reactivos y procedimientos utilizados para la obtención de cada metabolito deseado en cuanto al extracto alcohólico.

**Tabla 8.****Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto alcohólico**

<b>Metabolitos</b>	<b>Reactivos / Procedimiento</b>
<b>Quinonas</b>	Bomtrager: redissolver 1 ml de cloroformo, adicionar 1 ml NaOH, agitar y dejar en reposo.
<b>Catequinas</b>	Colocar una gota del extracto más una gota de solución de carbonato de sodio.
<b>Resinas</b>	2 ml de solución alcohólica , colocar 10 ml de agua destilada
<b>Azúcares reductores</b>	Fehling: Redissolver en 1-2 ml de agua, adicionar 2 ml de reactivo, calentar en baño de agua 10 minutos
<b>Saponinas</b>	Espuma: diluir 5 veces el volumen de la alícuota con agua agitar durante 5-10 minutos
<b>Fenólicos / Taninos</b>	Cloruro -férico: adicionar tres gotas de solución de cloruro férrico al 5% en solución salina
<b>Flavonoides</b>	Shinoda: diluir 1ml de ácido clorhídrico concentrado y pedazo de cinta de magnesio metálico esperar 5 minutos añadir 1 ml de alcohol amílico dejar reposar
<b>Triterpenos / Esteroides</b>	Burchard: redisolverse en 1 ml de cloroformo , adicionar 1 ml de anhídrido acético colocar tres gotas del reactivo
<b>Aminoácidos libres o aminas en general</b>	Ninhidrina: Mezclar la alícuota con 2 ml con solución al 2% de Ninhidrina en agua. Calentar de 5-10 minutos en baño de agua.

Nota (Migdalia M. , 2002)

### 2.11.3 Ensayos para extracto acuoso

La tabla 9 detalla los reactivos y procedimientos utilizados para la obtención de cada metabolito deseado en cuanto al extracto acuoso.

**Tabla 9.**

#### **Materiales, reactivos/procedimiento y equipos para extracto acuoso**

<b>Metabolitos</b>	<b>Reactivos / Procedimiento</b>
<b>Azucares reductores</b>	Fehling: Redisolver en 1-2 ml de agua, adicionar 2 ml de reactivo, calentar en baño de agua 10 minutos
<b>Principios amargos y astringentes</b>	saborear una gota del extracto acuoso
<b>Alcaloides</b>	Dragendorff: Redisolver 1 ml de HCl al 1% colocar tres gotas del reactivo
	Mayer: Redisolver 1 ml de HCl al 1% añadir pizca de NaCl colocar tres gotas del reactivo
	Wagner: Redisolver 1 ml de HCl al 1% colocar tres gotas del reactivo
<b>Mucilagos</b>	Una alícuota de 10 ml del extracto se enfría de 0-5°C

Nota: (Migdalia M. , 2002)

### 2.12 Extracción de oleorresina

Según (Balseca & Rivadeneira, 2013), la metodología para la extracción de oleorresina es la siguiente:

- Se colocó la materia prima seca, previamente sometida al proceso de control de calidad, en el equipo de destilación básico y mediante maceración dinámica a reflujo con etanol al 96% durante 5 horas, tomando en cuenta el punto de ebullición del disolvente utilizado a 78°C y agitación constante.
- Se filtró el extracto obtenido, con papel de filtro.
- Se colocó en el rotavapor con un tiempo aproximado de 2 horas.

Nota: para cada sitio de recolección realizamos tres repeticiones para la obtención de la oleorresina, obteniendo un total de 15 unidades experimentales para esta investigación.

## **2.13 Extracción de los capsaicinoides a partir de la oleorresina**

### **2.13.1 Procedimiento**

- Se colocó 2g de oleorresina en 10 ml de acetonitrilo.
- Se mezcló en frascos de vidrio con tapa rosca parcialmente cerrados.
- Se colocó en baño maría a 60 °C por 5 horas.
- Se filtró el sobrenadante con microfiltro.
- Se guardó el filtrado en frascos ámbar con tapa rosca.

## **2.14 Cromatografía en capa fina (TLC)**

### **2.14.1 Identificación de dihidrocapsaicina mediante TLC**

#### **2.14.1.1 Procedimiento**

- Se preparó las muestras: se disolvió 50 mg de oleorresina en 1 ml de metanol.
- Se cargó en la jeringa 30 µl de cada muestra, así como, del estándar, en el equipo LINOMAT 5 para cromatografía TLC
- Se inyectó en la placa de sílica gel.
- Se colocó en la fase móvil (acetato de etilo y hexano, proporción 60:40)
- Se observó las bandas en luz UV a una longitud de onda de 254 nm.

## **2.14.2 Cuantificación de Dihidrocapsaicina mediante HPLC**

### **2.14.2.1 Parámetros de análisis por HPLC**

- Se calibró el equipo para detección a una longitud de onda de 280 nm.
- Se utilizó una columna C18 *Spherisorb* ODS2 con partículas de 25  $\mu\text{m}$  de diámetro 150 mm de longitud y 4.6 mm de diámetro (Cazares, y otros, 2005)
- Se filtró los solventes con membranas de nylon de 0.45  $\mu\text{m}$  de poro y 47 mm de diámetro (Millipore Co.).
- Se preparó la fase móvil mezclando volúmenes de acetonitrilo, metanol y agua en porciones 20:60:20 ml correspondientemente. (Balseca & Rivadeneira, 2013)
- Se inyectó 20  $\mu\text{L}$  de cada extracto en el cromatógrafo, el tiempo de análisis para cada muestra fue de 10 minutos.

### **2.14.2.2 Curva de calibración**

- Se inyectó patrones de concentraciones conocidas, teniendo la finalidad de conocer los tiempos de retención exacta del alcaloide y la calibración del equipo para la cuantificación de las concentraciones a través de estándar externo.
- Se inyectó 20  $\mu\text{L}$  de cada uno de los estándares y realizamos la regresión lineal comparando la concentración de dihidrocapsaicina y el área de pico obteniendo en el cromatograma, teniendo así las referencias necesarias para las mediciones de las muestras.

## **2.15 Tratamiento previo de las muestras**

Según (AOAC, 1999), la metodología a usarse fue la siguiente:

- Se pesó 200 mg de oleorresina en un matraz aforado de 10 ml, se evitó que la oleorresina forme una capa a los costados del balón.



- Se añadió 1 ml de acetona y agitamos hasta que la porción de muestras esté completamente dispersa.
- Se añadió 1 ml de etanol puro, agitamos durante cada adición.
- Se aforó con etanol hasta los 10 ml y mezclamos bien.
- Se calentó la muestra a baño maría, a una temperatura no mayor a 60°C para evitar la degradación de capsaicinoides.

## **2.16 Inyección de las muestras**

- Se colocó las muestras en el ultrasonido, durante 15 minutos.
- Se tomó una alícuota de 5 ml y se filtró con aerodisk de 0.45 µm de 1- 4 ml de solución en un vial de vidrio.

### **2.16.1 Cuantificación**

- Se envasó las soluciones y se etiquetó los viales de 2 ml.
- Se cargó la fase móvil (metanol 60%, acetonitrilo 20%, agua20%, grado HPLC).
- Se colocó en el automuestreador del equipo HPLC Waters una vez conocido el área del pico que se requirió cuantificar, es posible obtener la concentración, con la curva de calibración del estándar, ya que relaciona la respuesta del detector con la cantidad de compuesto inyectado, según (Balseca & Rivadeneira, 2013).

### **2.16.2 Determinación de pH**

Los rangos para la determinación de pH se encuentran mencionados en la tabla 10, a continuación.

**Tabla 10.**

**Escala de pH en suelos**

	Acido	Ligeramente Ácido	Prácticamente neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Nota: Haro& Montenegro, 2015

**2.16.2.1 Procedimiento**

- Se preparó la muestra: Tomamos aproximadamente 300 gramos de suelo y homogenizamos dentro de una bolsa.
- Se tomó la cantidad requerida para la prueba.
- Se disolvió el producto en agua destilada.
- Se encendió el equipo y se introdujo el electrodo del potenciómetro en la solución.
- Se dejó estabilizar la lectura, aproximadamente por 2 minutos.
- Se lee el dato que indica el equipo.
- Al terminar la operación, se lava el electrodo con agua destilada, con la ayuda de la piseta y se deja en la solución buffer pH= 4.0.

**2.16.3 Análisis de suelos**

La extracción simultánea de los elementos en el suelo mediante un reactivo a base de Cloruro de sodio y Ácido cítrico, es un método conveniente de analizarlos. Este reactivo tiene la virtud de que extrae las bases intercambiables por el Sodio, extrae el Fósforo soluble en agua más el soluble en Citrato (Fósforo Asimilable) y extrae los elementos menores, quelatables por el Ácido Cítrico. La tabla 11 muestra los parámetros necesarios tanto físicos como químicos del suelo.

**Tabla 11.****Parámetros físico-químicos de suelo**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Materia Orgánica %</b>	<b>N %</b>	<b>P (ppm)</b>	<b>K (cmol/kg)</b>	<b>Ca (cmol/Kg)</b>	<b>Mg (cmol/Kg)</b>	<b>Fe (ppm)</b>	<b>Mn (ppm)</b>	<b>Cu (ppm)</b>	<b>Zn (ppm)</b>
<b>BAJO</b>	< 1,0	0-0,015	0-10	<0,2	<1	<0,33	0-20	0-5	0-1	0-3
<b>MEDIO</b>	1-2,0	0,16-0,3	11-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21-40	6-15,0	1,1-4	3,1-6
<b>ALTO</b>	>2,0	>0,31	>21	>0,4	>3	>0,66	>41	>16	>4,1	>6,1

Nota: Haro & Montenegro, 2015

**2.16.3.1 Procedimiento**

- Se preparó el extracto del suelo; se pesó 1 g de suelo y se colocó en un recipiente plástico, se añadió 20 ml de la solución de  $\text{NaHCO}_3$  0,5M pH 8,5. Se agitó por 30 minutos y se filtró
- Fosforo: se tomó 2ml de extracto y 20 ml de la solución de trabajo
- Se agitó con corriente de aire y se dejó en reposo 30 minutos
- Se lee en Baush & Lomb una longitud de onda de 882 nm con filtro rojo.
- Se usó un blanco preparado agregando 20 ml de la solución de trabajo a 2 ml de solución de  $\text{NaHCO}_3$  se agitó con corriente de aire y se dejó reposar 30 minutos.

La siguiente tabla 12 muestra el procedimiento para determinar los microelementos del suelo.

**Tabla 12.****Determinación de micro elementos por absorción atómica**

Nota: Haro & Montenegro, 2015

<b>Elemento</b>	<b>método</b>	<b>Solución extractora</b>	<b>Relación suelo: solución</b>	<b>Agitación</b>	<b>Determinación</b>
<b>K, Mn, Fe, Cu</b>	Olsen Modificado	NaHCO <sub>3</sub> 0,5; EDTA 0,01M; superfloc 127, Ph 8,5	1:10	30 min	Espectrofotometría de absorción atómica
		NH <sub>4</sub> OAc 1N, pH 7 HCl 0,05N; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,025N HNO <sub>3</sub> 1N	1:10 1:4 1:10	20 min 5 min 15 min	
<b>Ca y Mg</b>	Olsen Modificado	KCl 1N NH <sub>4</sub> OAc 1N, Ph 7 HCl 0,05N; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,025N	1:10 1:10 1:4	10 min 20 min 5 min	Espectrofotometría de absorción atómica

## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS**

#### **3.1 Recolección de muestras**

El peso aproximado de la recolección de los frutos por población fue de 2 kg.

#### **3.2 Control de identidad**

Las muestras recolectadas fueron llevadas al Herbario Nacional del Ecuador donde se realizó la identificación taxonómica de la especie *Capsicum pubescens* de los cuatro sitios recolectados (Anexo 1).

#### **3.3. Métodos físico-químicos aplicados al análisis de la droga en las diferentes localidades**

##### **3.3.1 Parámetros de control de la calidad**

##### **3.3.1.1 Determinación de cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido clorhídrico**

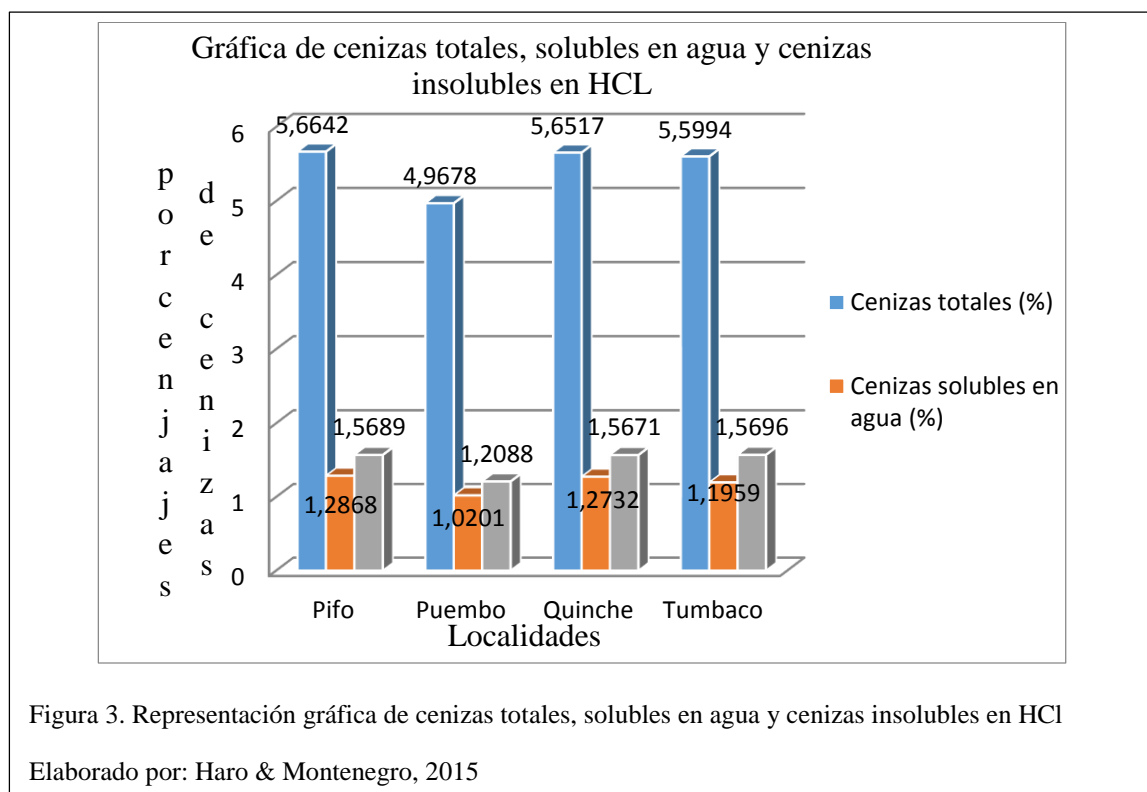
El resumen de los valores de la determinación de cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido clorhídrico son mencionados en la tabla 13 así como en la figura 3.

**Tabla 13.**

**Resumen de los valores obtenidos en la determinación de cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido clorhídrico**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>Cenizas totales (%)</b>	<b>Cenizas solubles en agua (%)</b>	<b>Cenizas insolubles en HCL 10% (%)</b>
<b>Pifo</b>	5,6642	1,2868	1,5689
<b>Puembo</b>	4,9678	1,0201	1,2088
<b>Quinche</b>	5,6517	1,2732	1,5671
<b>Tumbaco</b>	5,5994	1,1959	1,5696

Nota: Haro & Montenegro, 2015



La determinación del porcentaje de cenizas totales en ají rocoto (*Capsicum pubescens*) para las cuatro localidades, resultaron valores bajos de minerales totales, a pesar de eso

están dentro del rango descrito por (INEN, 2010) que es de 8,5%, (CODEX, 2014) cita que el porcentaje de cenizas totales puede llegar máximo hasta 10%.

La determinación del porcentaje de cenizas solubles en agua de ají rocoto (*Capsicum pubescens*) para las cuatro localidades, confirma los datos reportados por (Balseca & Rivadeneira, 2013) que es de 1,39 %.

El porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico en ají rocoto (*Capsicum pubescens*) confirma los reportados por (LLANOS & ALBARRACIN, 2008) y por (CODEX, 2014), que es de 1 a 1,6%, indicando bajos niveles de arena y tierra en las drogas que fueron investigadas.

### 3.3.2 Determinación del contenido de humedad en muestras secas.

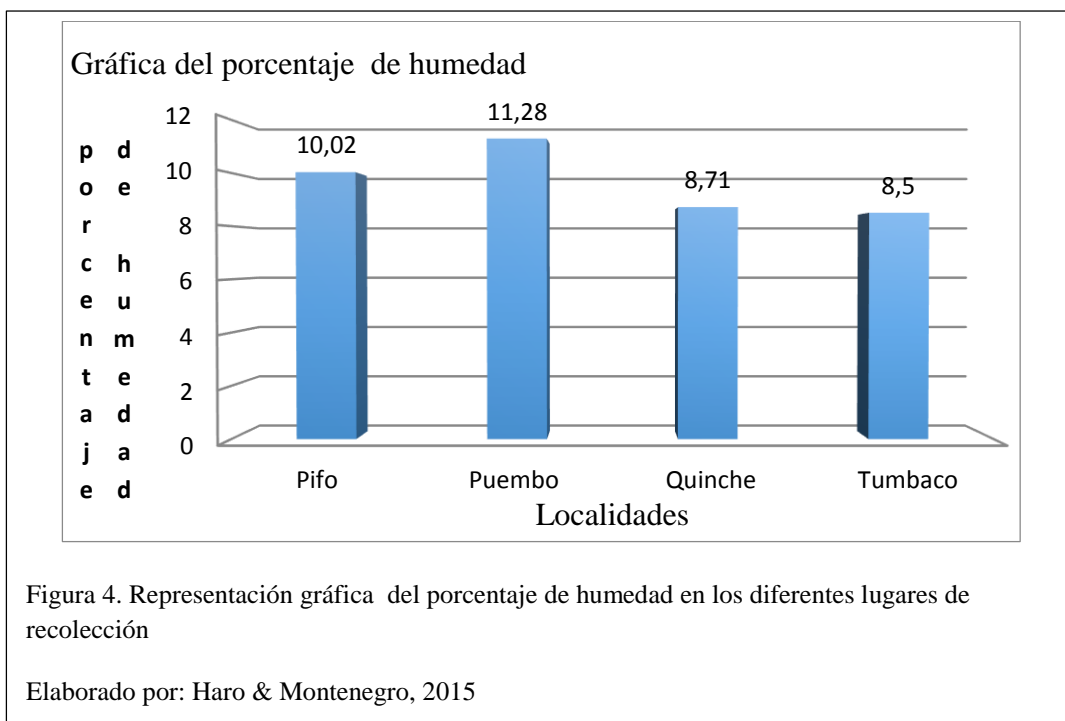
La tabla 14 detalla el porcentaje de humedad de la especie por cada localidad corroborado en la figura 4.

**Tabla 14.**

#### **Porcentaje de humedad en muestras secas de *Capsicum pubescens* en cuatro localidades**

<b>Localidad</b>	<b>% de humedad</b>
<b>Pifo</b>	10,02
<b>Puembo</b>	11,28
<b>Quinche</b>	8,71
<b>Tumbaco</b>	8,5

Nota: Haro & Montenegro, 2015



La determinación del porcentaje de humedad en las muestras secas de ají rocoto (*Capsicum pubescens*) para las cuatro localidades, resultaron valores entre 8,5% a 11,28% según norma (INEN, 2010), nos menciona que el valor máximo que debe presentar es de 10% en *Capsicum*. Estos valores de humedad son los recomendables para evitar el deterioro de los metabolitos secundarios durante el almacenamiento y análisis de las muestras (Miranda & Olga, 2013)

### 3.4 Tamizaje Fitoquímico

#### 3.4.1 Determinación de metabolitos

##### 3.4.1.1 Extractos para tamizaje

##### 3.4.1.1.1 Extracto éter etílico

La tabla 15 muestra el porcentaje del extracto en éter etílico.



**Tabla 15.**

**Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto éter etílico de las cuatro localidades**

<b>Localidad</b>	<b>Muestra (g)</b>	<b>Volumen utilizado (ml)</b>	<b>Volumen obtenido (ml)</b>	<b>Residuo seco (g)</b>	<b>Porcentaje de extracción</b>
<b>Pifo</b>	20	60	55	18,9816	<b>5,09</b>
<b>Puembo</b>	20	60	45	18,2987	<b>8,51</b>
<b>Quinche</b>	20	60	42	18,7512	<b>6,24</b>
<b>Tumbaco</b>	20	60	46	17,9689	<b>10,16</b>

Nota: Haro & Montenegro, 2015

#### **3.4.1.1.2 Extracto alcohólico**

La tabla 16 muestra el porcentaje del extracto en alcohol.

**Tabla 16.**

**Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto alcohólico de las cuatro localidades**

<b>Localidad</b>	<b>Muestra (g)</b>	<b>Volumen utilizado (ml)</b>	<b>Volumen obtenido (ml)</b>	<b>Residuo seco (g)</b>	<b>Porcentaje de extracción</b>
<b>Pifo</b>	20	60	54	17,7918	<b>11,04</b>
<b>Puembo</b>	20	60	51	16,3165	<b>18,41</b>
<b>Quinche</b>	20	60	52	17,5944	<b>12,04</b>
<b>Tumbaco</b>	20	60	50	16,7100	<b>16,45</b>

Nota: Haro & Montenegro, 2015

#### **3.4.1.1.3 Extracto acuoso**

La tabla 17 muestra el porcentaje del extracto en agua.

**Tabla 17.**

**Valores utilizados de muestra, volumen y residuo obtenido para el extracto acuoso de las cuatro localidades**

<b>Localidad</b>	<b>Muestra (g)</b>	<b>Volumen utilizado (ml)</b>	<b>Volumen obtenido (ml)</b>	<b>Residuo seco (g)</b>	<b>Porcentaje de extracción</b>
<b>Pifo</b>	20	60	39	17,4517	<b>12,71</b>
<b>Puembo</b>	20	60	55	16,0034	<b>19,98</b>
<b>Quinche</b>	20	60	42	16,9891	<b>15,05</b>
<b>Tumbaco</b>	20	60	30,5	16,2309	<b>18,84</b>

Nota: Haro & Montenegro, 2015

La simbología para el tamizaje fitoquímico esta detallada en la tabla 18.

**Tabla 18.**

**Simbología para tamizaje**

(+) Significa que se obtuvo una respuesta positiva de poca cantidad para ese metabolito en el extracto.
(++) Significa que se obtuvo una respuesta positiva de mediana cantidad para ese metabolito en el extracto.
(+++ ) Significa que se obtuvo una respuesta positiva de mayor cantidad para ese metabolito en el extracto.
(-) Significa que se obtuvo una respuesta negativa para ese metabolito en el extracto

Nota: Haro & Montenegro, 2015

La tabla 19 muestra los metabolitos presentes en la especie, correspondientes al extracto éter etílico.

**Tabla 19.**

**Metabolitos presentes de *Capsicum pubescens* en extracto éter etílico de cuatro localidades**

METABOLITO	ENSAYO	Localidad			
		Pifo	Puembo	Quinche	Tumbaco
<b>Aceites y grasas</b>	Sudan	+++	-	+++	+++
<b>Alcaloides</b>	Wagner	+++	+++	+++	+++
	Dragendorff	+++	-	+++	+++
	Mayer	++	-	++	++
<b>Triterpenos esteroides</b>	Lieberman-Burchard	+++	+++	+++	+++
<b>Lactonas y coumarinas</b>	Baljet	++	++	++	++

Nota: Haro & Montenegro, 2015

La tabla 20 muestra los metabolitos presentes en la especie, correspondientes al extracto alcohólico.

**Tabla 20.**

**Metabolitos presentes de *Capsicum pubescens* en extracto alcohólico de cuatro localidades**

METABOLITO	ENSAYO	Localidad			
		Pif o	Puem bo	Quinc he	Tumba co
<b>Alcaloides</b>	Wagner	++	++	++	++
	Dragendorff	+	+	+	+
	Mayer	++	++	++	++
<b>Triterpenos esteroides</b>	Lieberman- Burchard	++ +	+++	+++	+++
<b>Lactonas y coumarinas</b>	Baljet	++ +	-	-	+++
<b>Resinas</b>	Resinas	-	-	-	-
<b>Compuestos fenólicos y taninos</b>	Cloruro férrico	-	-	-	+++
<b>Azúcares reductores</b>	Fehling	++ +	+++	+++	+++
<b>Saponinas</b>	Espuma	++ +	+++	+++	+++
<b>Glicósidos cardiotónicos</b>	Kedde	-	-	-	-
<b>Flavonoides</b>	Shinoda	++ +	-	+++	+++
<b>Aminoácidos libres o aminas en general</b>	Ninhidrina	++ +	+++	-	+++

<b>Antocianidinas</b>	Antocianidinas	++ +	+++	+++	+++
	Borntranger	-	-	-	-
<b>Catequinas</b>		++ +	+++	+++	+++

Nota: Haro & Montenegro, 2015

La tabla 21 muestra los metabolitos presentes en la especie, correspondientes al extracto acuoso.

**Tabla 21.**

**Metabolitos presentes de *Capsicum pubescens* en extracto acuoso de cuatro localidades**

METABOLITO	ENSAYO	Localidad			
		Pifo	Puembo	Quinche	Tumbaco
<b>Flavonoides</b>	Shinoda	+++	+++	+++	+++
<b>Alcaloides</b>	Wagner	+++	++	++	++
	Dragendorff	+++	++	+++	+++
	Mayer	+++	++	++	++
<b>Azúcares reductores</b>	Fehling	+++	+++	+++	+++
<b>Saponinas</b>	Espuma	-	-	-	-
<b>Mucílagos</b>		-	-	-	-
<b>Taninos</b>	Cloruro férrico	-	-	-	-

Nota: Haro & Montenegro, 2015

### 3.5 Resultados del análisis de los extractos de la droga de las diferentes localidades

#### 3.5.1 Determinación de los requisitos organolépticos

##### 3.5.1.1 Color y Olor

Los resultados de color y olor de las cuatro localidades están mencionados en la tabla 22.

**Tabla 22.**

**Resultados de color y olor obtenidos en las cuatro localidades, extracto acuoso**

<b>Localidad</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>
<b>Pifo</b>	ámbar	agrio-dulce
<b>Puembo</b>	ámbar	dulce-agrio
<b>Quinche</b>	marrón	agrio
<b>Tumbaco</b>	marrón	picante

Nota: Haro & Montenegro, 2015

La determinación de color obtenida para las localidades Pifo y Puembo fue ámbar y para El Quinche y Tumbaco fue marrón; en cuanto al olor fueron diferentes los resultados para las cuatro localidades, dando un olor agrio, dulce y picante; dichas determinaciones fueron corroboradas con la investigación organoléptica realizada por (Forero, Hoyos, & Bazante, 2008) mencionando el resultado para color: amarillo opaco y pálido y para olor: dulce y característico del ají con una ligera sensación a picante.

#### 3.6 Determinación de la densidad relativa en la especie *Capsicum pubescens*

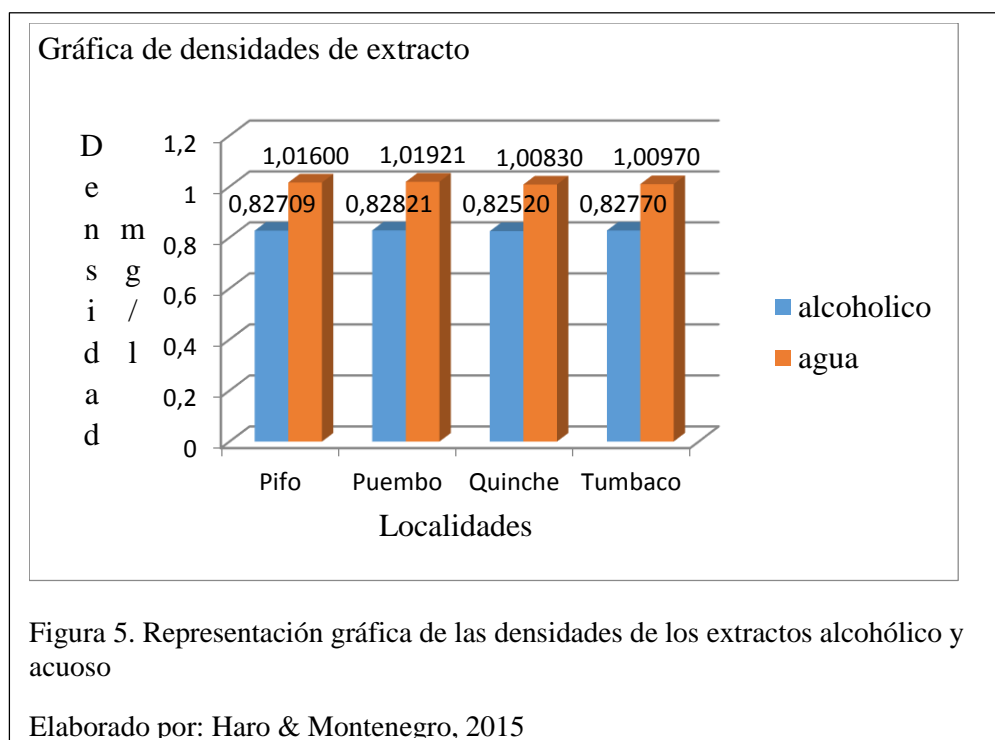
Los valores obtenidos de la densidad relativa del extracto alcohólico como del acuso se muestran en la tabla 23 y en la figura 5.

**Tabla 23.**

**Resultados de la densidad relativa obtenidos tanto del extracto alcohólico como acuoso en las cuatro localidades**

Extracto	Pifo	Puembo	Quinche	Tumbaco
<b>Alcohólico</b>	0,82709	0,82821	0,82520	0,82770
<b>Acuoso</b>	1,01600	1,01921	1,00830	1,00970

Nota: Haro & Montenegro, 2015

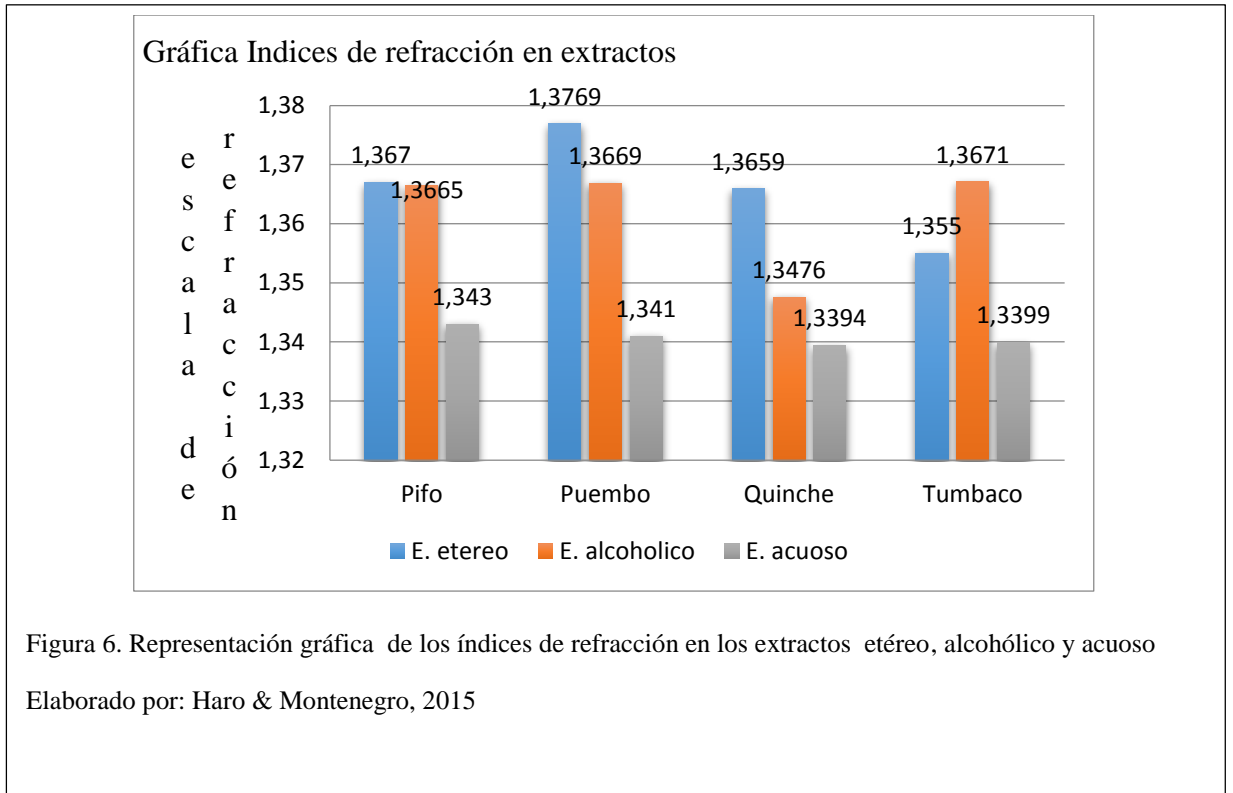


Para comprobar la densidad de los extractos en el género *Capsicum* no se encuentra una norma, sin embargo existe una ficha técnica de Acofarma en dicho genero la cual menciona el siguiente rango de densidad (Acofarma, 2014) “0,930 – 0,970 g/ml” en alcohol de esta manera observamos que en el extracto alcohólico mantiene una diferencia de 0,102 g/ml.



### 3.7 Determinación del Índice de refracción *Capsicum pubescens*

La figura 6 muestra los índices de refracción de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso.

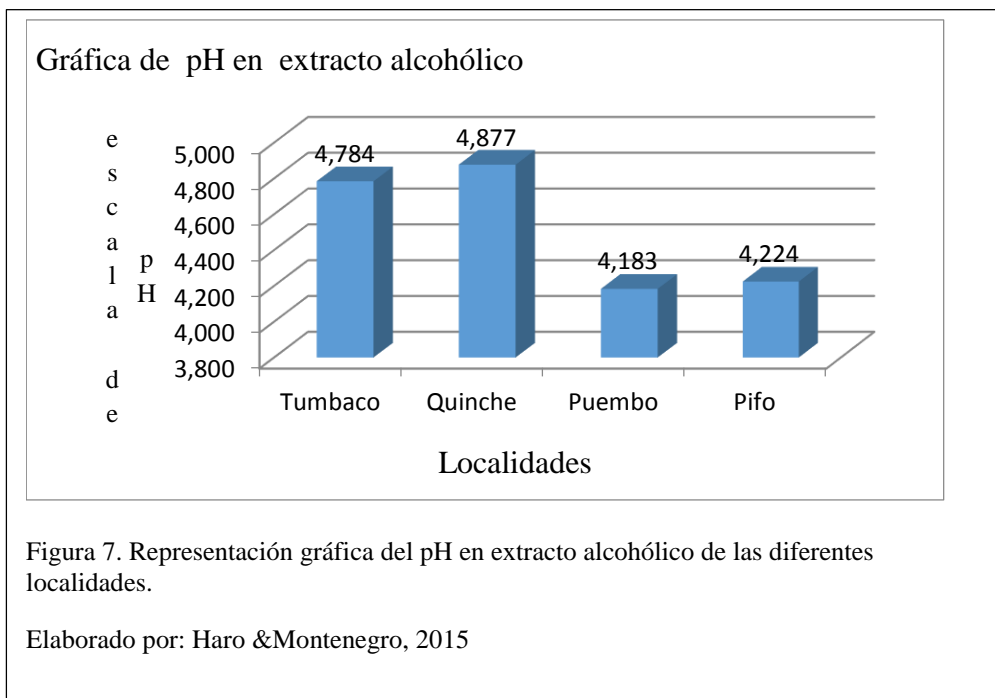


Los índices de refracción obtenidos de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de ají rocoto (*Capsicum pubescens*) obtenidos de las cuatro localidades de El Valle de Tumbaco, en comparación con el valor de la investigación realizada por (Acofarma, 2014); se corroboró los resultados, puesto que, el rango que presentan en dicha investigación oscilan entre 1,3500 y 1,3820, lo que demuestra que se tuvo un margen mínimo de error en el ensayo realizado, debido a que el índice de refracción es específico.

### 3.8 Determinación del pH

#### Extracto alcohólico

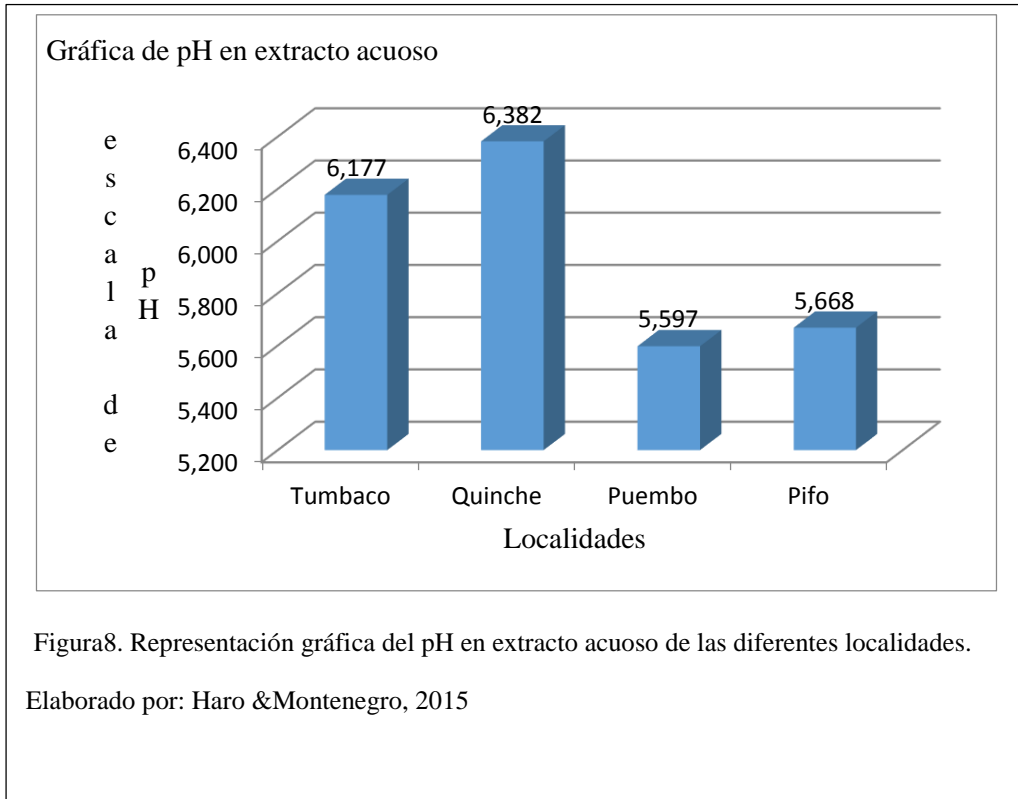
En la figura 7 se puede observar el pH obtenido de las cuatro localidades para el extracto alcohólico.



Los valores de pH para el extracto alcohólico de las cuatro localidades oscilan entre 4,183 y 4,784; los cuales no superan el rango establecido por (Acofarma, 2014), dicho rango esta entre 5,0 y 6,0, resultados que pueden deberse a las diferentes condiciones climaticas existentes en el área de trabajo de la investigación.

#### Extracto acuoso

En la figura 8 se puede observar el pH obtenido de las cuatro localidades para el extracto acuoso.



Los valores de pH para el extracto alcohólico de las cuatro localidades oscilan entre 5,597 y 6,177; de los cuales, los resultados obtenidos en las localidades de Pifo y Puenbo están dentro del rango y mientras que en las localidades de El Quinche y Tumbaco superan el rango descrito por (Sancho & Navarro, 2014) que indican que está entre 5,0 y 6,0; al igual que en el extracto alcohólico la variación mínima de los resultados pudieron deberse a las diferentes condiciones climáticas existentes en el área de trabajo de la investigación.

### 3.9 Rendimiento de la oleorresina de *Capsicum pubescens*

En la tabla 24 se detalla el rendimiento de la oleorresina obtenida de la especie de las cuatro localidades.

**Tabla 24.**

**Rendimiento de la oleorresina de *Capsicum pubescens***

<b>Localidad</b>		<b>Muestra (g)</b>	<b>Volumen (ml)</b>	<b>Oleorresina (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Pifo</b>	1	25,0099	200	2,8727	11,49
	2	25,0096	200	2,7546	11,01
	3	25,0119	200	3,0756	12,30
		<b>Promedio</b>			11,60
<b>Puembo</b>	1	25,0031	200	2,9226	11,69
	2	25,0025	200	2,6237	10,49
	3	25,0069	200	3,1671	12,66
		<b>Promedio</b>			11,62
<b>Quinche</b>	1	25,0027	200	2,4739	9,89
	2	25,0022	200	2,4167	9,67
	3	25,0086	200	2,7681	11,07
		<b>Promedio</b>			10,21
<b>Tumbaco</b>	1	25,0019	200	2,6092	10,44
	2	25,0029	200	2,6663	10,66
	3	25,0044	200	2,8002	11,20
		<b>Promedio</b>			10,77

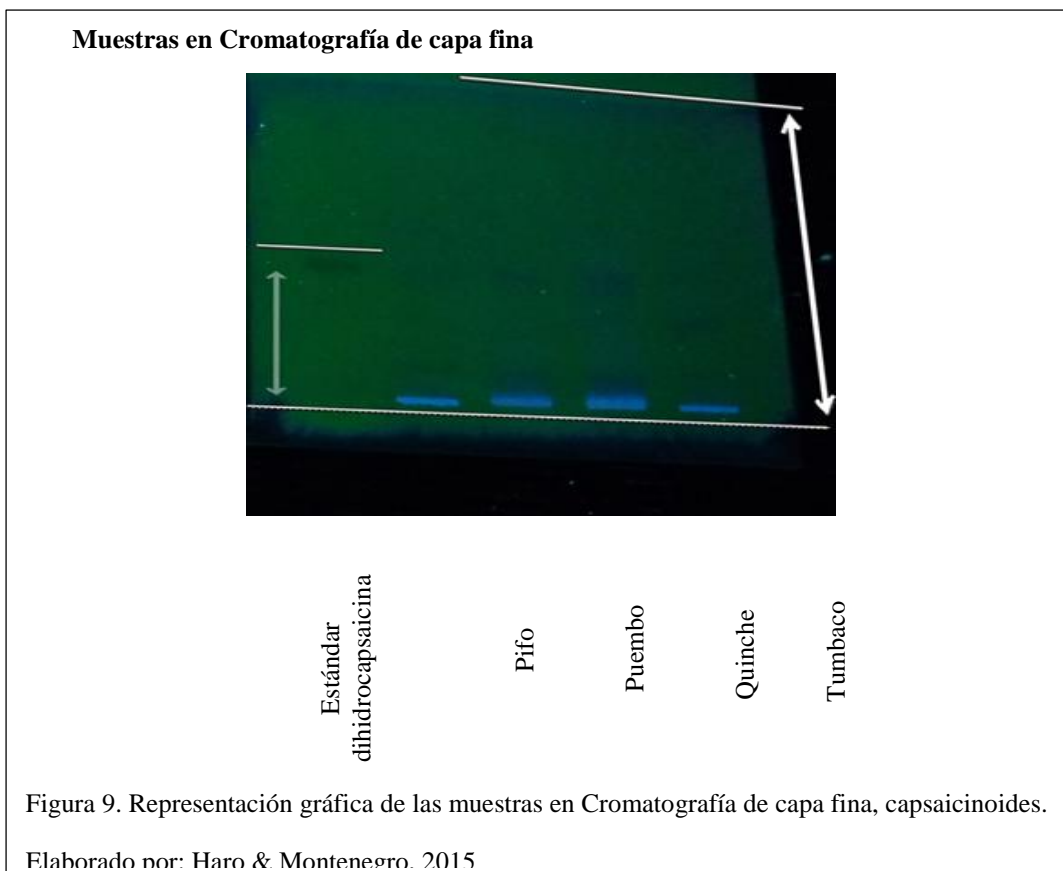
Nota: Haro & Montenegro, 2015

La cantidad de oleorresina de *Capsicum pubescens* en los diferentes sitios oscila entre 10,21% y 11,60%, es decir, no existe una variación significativa en cuanto al porcentaje de extracción de la oleorresina. Cabe indicar que según (Balseca & Rivadeneira, 2013), el porcentaje promedio es de 14,9%,

### 3.10 Identificación de dihidrocapsaicina en la muestra de capsaicinoides por TLC

Los capsaicinoides obtenidos, se analizaron mediante TLC utilizando una fase estacionaria un adsorbente sólido colocado sobre un soporte plano (placa de sílica) HPTLC-Platten Nano-Sil C18-100 UV/250 y una mezcla de acetato de etilo y hexano en proporción de 60%:40% como fase móvil.

La dihidrocapsaicina presenta una leve fluorescencia al exponerla a radiación UV de longitud de onda de 254 nm, lo que permitió su identificación. Al comparar el estándar con las muestras analizadas se observan las bandas ubicadas al mismo Rf, como se puede observar en la figura 9.



$$Rf = \frac{3}{7,6} = 0,3947$$

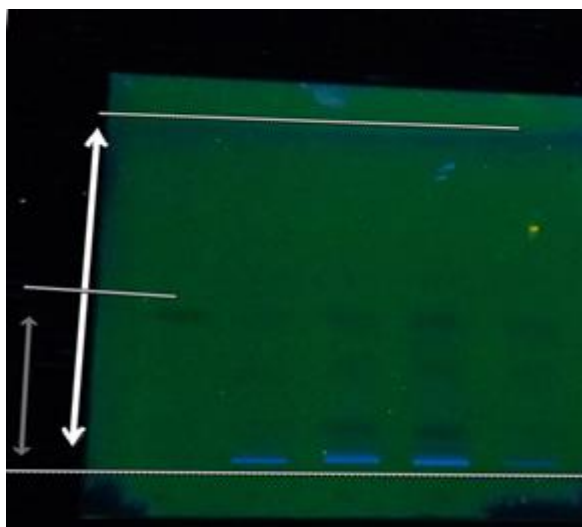
Se obtuvo un Rf calculado de 0,3947 tanto para el estándar de dihidrocapsaicina como para las muestras, a una longitud de onda de 254 nm, indicando la presencia de este principio activo en las muestras analizadas.

### **3.11 Identificación de dihidrocapsaicina en la oleorresina por TLC**

Las oleorresinas obtenidas, se analizaron mediante TLC utilizando sílica gel HPTLC-Platten Nano-Sil C18-100 UV/250 como soporte una mezcla de acetato de etilo y hexano en proporción de 60%:40% como fase móvil, disolventes utilizados por su polaridad.

La dihidrocapsaicina presenta una leve fluorescencia al exponerla a una longitud de onda UV de 254 nm, lo que permitió su identificación. Al comparar el estándar con las muestras analizadas se observan las bandas ubicadas al mismo Rf, como se puede observar en la figura 10.

Muestras en Cromatografía de capa fina



Estándar  
dihidrocapsaicina

Pifo

Pumbo

Quinche

Tumbaco

Figura 10. Gráfica de las muestras en Cromatografía de capa fina, oleorresina.

Elaborado por: Haro & Montenegro, 2015

$$Rf = \frac{3,1}{7,8} = 0,3974$$

Se obtuvo un Rf calculado de 0,3974 tanto para el estándar de dihidrocapsaicina como para las muestras reveladas con la luz ultra violeta a una longitud de onda de 254 nm, lo cual indicó la presencia de este principio activo en las muestras analizadas, la coloración de manchas obtenidas proporcionó una idea de la concentración de dihidrocapsaicina en cada uno de los sitios recolectados.

### 3.12 Cuantificación de la dihidrocapsaicina por cromatografía líquida de alta resolución

#### 3.12.1 Curva de calibración

Se realizó la curva de calibración por el estándar de dihidrocapsaicina con diluciones de 5, 20, 50, 100, 200 y 500 ppm en metanol grado HPLC, para los cuales se obtuvo las siguientes áreas de los picos mencionados en la tabla 25 y en la figura 11 la curva de calibración:

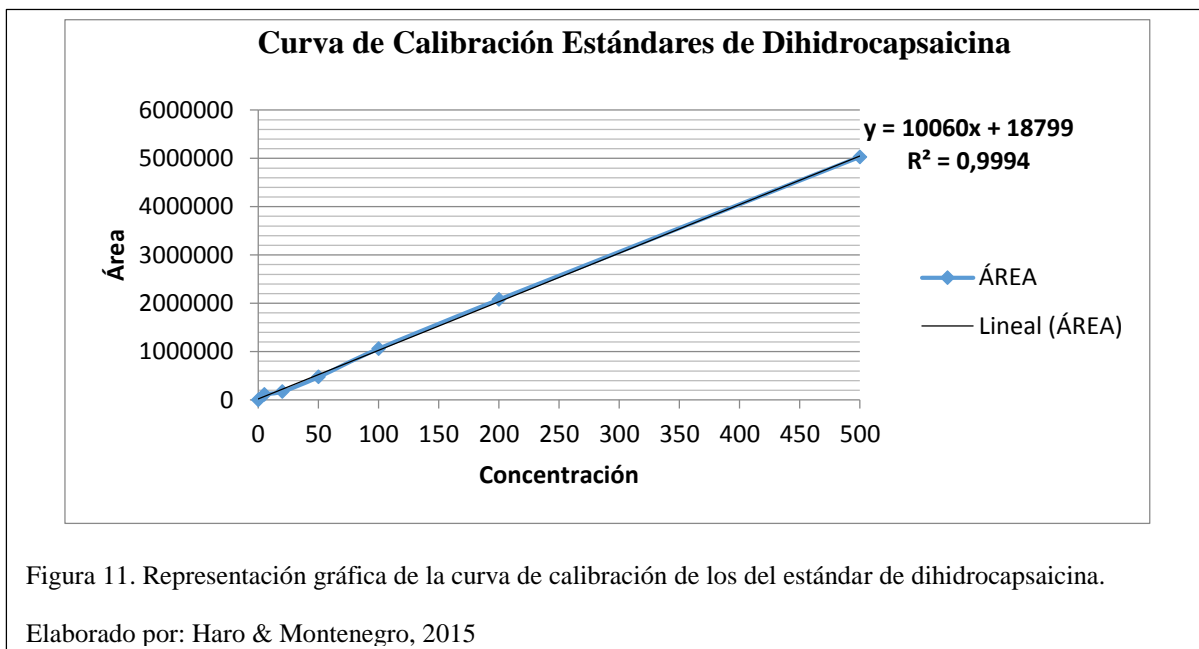
**Tabla 25.**

**Curvas de calibración del estándar.**

CONCENTRACIÓN (ppm)	ÁREA
0	0
5	116039
20	174459
50	475276
100	1061645
200	2078383
500	5028647

Nota: (Haro & Montenegro, 2015)





Del análisis de la pendiente de la recta correspondiente al estudio de linealidad ( $y=1060x+18799$ ), se deduce una buena sensibilidad del método para cuantificación de dihidrocapsaicina al obtener un coeficiente de correlación de 0,9994.

La cuantificación obtenida de la dihidrocapsaicina del estándar y de las muestras se mencionan dichos valores en la tabla 26 y 27 correspondientemente.

**Tabla 26.****Cuantificación de la dihidrocapsaicina**

<b>Standard</b>	<b>Retention Time</b>	<b>Area</b>	<b>% Area</b>	<b>Weight</b>
5	3,033	116039	41,57	13280
20	2,91	174459	48,94	21091
50	2,877	475276	74,65	59115
100	2,864	1061645	86,48	132949
200	2,862	2078383	92,87	261839
500	2,857	5028647	91,71	620096

Nota: Haro &amp; Montenegro, 2015

**Tabla 27.****Resultados de la cuantificación de dihidrocapsaicina de las muestras**

	<b>Sample</b>	<b>Retention Time</b>	<b>Area</b>	<b>% Area</b>	<b>Weight</b>
<b>Metanol</b>	<b>Pifo</b>	2,86	44394	1,05	3809
	<b>Puembo</b>	2,857	226339	2,11	19259
	<b>Quinche</b>	2,856	171072	1,01	15109
	<b>Tumbaco</b>	2,864	8233	0,44	862

Nota: Haro &amp; Montenegro, 2015

Los cromatogramas permitieron identificar los picos de absorción con tiempos de retención promedio de 2,859 minutos para la dihidrocapsaicina al usar como fase móvil una solución de metanol 60%: agua 20%: acetonitrilo 20% y una fase estacionaria Columna *Spherisorb* de acero Inoxidable C18 fase reversa, ODS2 de 4.6mm\*150mm

### Ecuación para la determinación la concentración de dihidrocapsaicina

Tenemos:

$$Y = 100060X + 18799$$

Despejamos

$$X = \frac{Y - 18799}{10060}$$

Y: área de las muestras de dihidrocapsaicina

X: Concentración de dihidrocapsaicina

Ejemplo:

$$X = \frac{44394 - 18799}{10060}$$

$$X = 2,54 \text{ ppm}$$

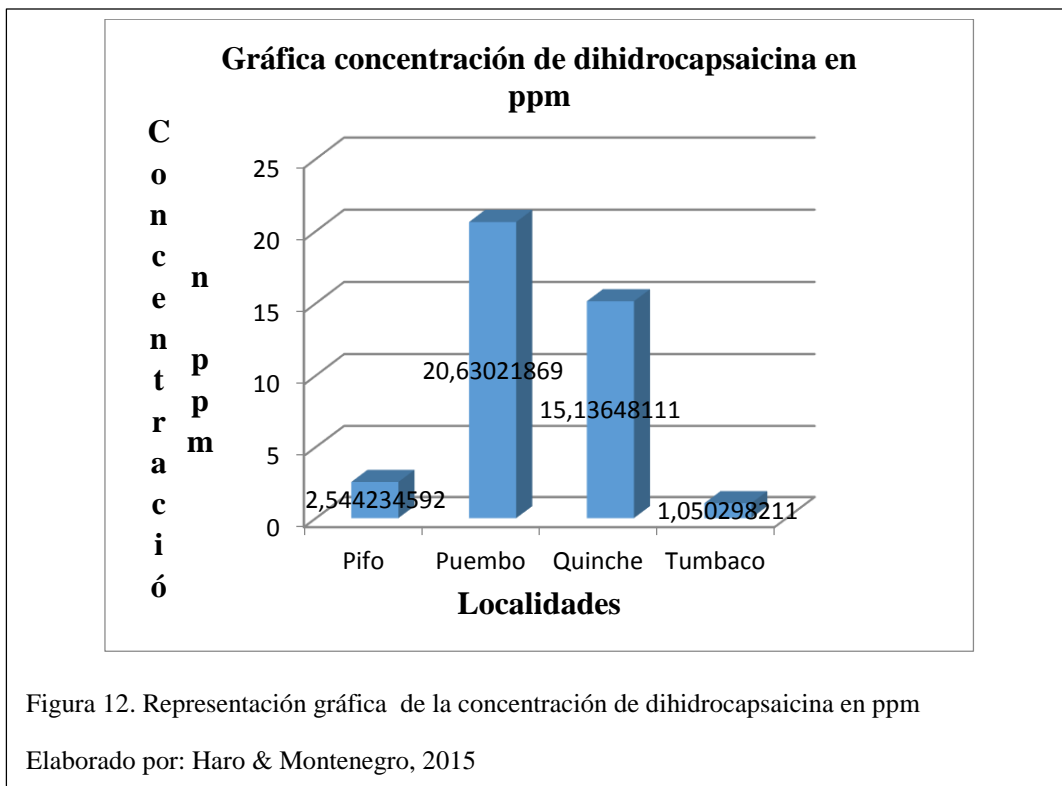
La tabla 28 y la figura 12 muestran la concentración en ppm de dihidrocapsaicina.

**Tabla 28.**

#### **Concentración de dihidrocapsaicina en ppm.**

<b>Concentración</b>		
<b>Pifo</b>	2,54	ppm
<b>Puembo</b>	20,63	ppm
<b>Quinche</b>	15,13	ppm
<b>Tumbaco</b>	1,05	ppm

Nota: Haro & Montenegro, 2015



### 3.13 Análisis de suelos

Los análisis correspondientes fueron realizados en los laboratorios de Agrocalidad (anexo 4). Sus resultados están detallados en la tabla 29 y 30 para las cuatro localidades.

**Tabla 29.**

#### Parámetro analizado del suelo

	pH	MO	N	P	k	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
<b>Pifo</b>	7,38	2,79	0,14	66,7	1,88	12,70	4,33	179,7	11,01	14,97	2,00
<b>Puembo</b>	6,86	2,32	0,12	130,7	1,63	8,77	1,81	224,7	8,22	10,62	6,55
<b>Quinche</b>	7,15	2,04	0,10	295,0	0,67	9,42	2,65	361,9	12,48	18,27	18,01
<b>Tumbaco</b>	7,82	1,84	0,09	114,7	0,85	12,5	3,52	81,1	6,66	9,48	19,69

Nota: Haro & Montenegro, 2015

**Tabla 30.**

**Parámetro analizado del suelo**

<b>Parámetros</b>		<b>Unidad</b>
<b>MO</b>	Materia orgánica	%
<b>N</b>	Nitrógeno	%
<b>P</b>	Fósforo	Ppm
<b>k</b>	Potasio	cmol/Kg
<b>Ca</b>	Calcio	cmol/Kg
<b>Mg</b>	Magnesio	cmol/Kg
<b>Fe</b>	Hierro	Ppm
<b>Mn</b>	Manganeso	Ppm
<b>Cu</b>	Cobre	Ppm
<b>Zn</b>	Zinc	Ppm

Nota: Haro & Montenegro, 2015

De acuerdo a los resultados obtenidos, en todas las localidades se presenta un pH neutro a excepción del Quinche donde es ligeramente alcalino. Según (Sigüencia, 2010) el pH óptimo debe estar entre 5,5 a 6,8 tolerando a un máximo de 8, deben ser suelos ricos en materia orgánica del 3-4%. En cuanto al parámetro de materia orgánica de nuestros suelos todos son altos a excepción de Tumbaco que es medio, según los reportes entregados por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, (Anexo 8).

En cuanto al contenido de micro y macronutrientes, según (Cano, 1998) el Fósforo (P205), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn). Boro (B) y Nitrógeno (N). Todos los elementos son necesarios e indispensables, pero el Fósforo y el Nitrógeno son los elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo, de esta manera en todas las localidades se presenta una alta cantidad de fósforo pero una baja cantidad de nitrógeno.

## CONCLUSIONES

El contenido de oleorresina en los frutos secos de *Capsicum pubescens* cultivado en El Valle de Tumbaco es de 11% y contiene dihidrocapsaicina entre 2 y 21 ppm, notándose una diferencia marcada entre las muestras colectadas en las localidades de Puenbo y El Quinche que tienen mayor cantidad de este metabolito que las muestras colectadas en Pifo y Tumbaco.

Si se considera que la pungencia del fruto del ají rocoto está en función del contenido de capsaicinoides, principalmente capsaicina y dihidrocapsaicina, los valores bajos de estos metabolitos encontrados en esta investigación y otra anterior (Balseca & Rivadeneira, 2013), permiten concluir que no solo estos metabolitos secundarios son responsables del picor de estos frutos sino la suma de todos los capsaicinoides que contiene el fruto, estableciéndose una interacción sinérgica entre ellos, que potencia el efecto de pungencia.

La composición del suelo de cultivo de las muestras colectadas no revela diferencias significativas en el contenido de nitrógeno, que es el que finalmente se incorpora en la dihidrocapsaicina, sin embargo los suelos de cultivo para las muestras colectadas en Puenbo y El Quinche (con mayor concentración de dihidrocapsaicina) contienen mayor cantidad de fósforo (P) y hierro (Fe) en comparación con las muestras de suelo de Pifo y Tumbaco, lo que podría incidir en el metabolismo secundario de esta especie para los capsaicinoides, pero, es necesario un estudio controlado de composición del suelo para establecer una correlación directa del contenido de estos alcaloides.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Abril, N. (2008). *Conocimiento de técnicas analíticas*. Laboratorio de equilibrio y cinética.
- Abu, S. (2013). Los beneficios del rocoto. Ecuador: Instituto de Investigación y desarrollo científico de la Universidad San Agustín de Arequipa.
- Acofarma. (12 de Julio de 2007). *acofarma.com*. Obtenido de <http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4136-a9c613b8994139a6990fa019166e62cc06e90b8a/main/files/Capsicum.pdf>
- Acofarma. (2014). *Fichas de información técnica Capsicum*. Recuperado el 25 de 01 de 2015, de <http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4136-a9c613b8994139a6990fa019166e62cc06e90b8a/main/files/Capsicum.pdf>
- Alnicolsa. (11 de 11 de 2014). *El ají la especia del nuevo mundo*. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de <http://taninos.tripod.com/capsaicin.htm>
- Aoac. (marzo de 1999). *Anexo c. Aoac official Method 995.03 Capsaicinoids in Capsicums and their extractives. Liquid Chromatographic Method*. Obtenido de pdfdrive.net: [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mqi/mendez\\_m\\_ad/apendiceC.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mqi/mendez_m_ad/apendiceC.pdf)
- Arango, G. (2008). *Alcaloides y compuestos nitrogenados*. Medellin.
- Avila, M., Bustillo, L., & Charris, H. (2011). *Análisis gravimétrico y volumétrico*. Barranquilla, Colombia: Corporacion Universitaria de la Costa.
- Balseca, D., & Rivadeneira, L. (2013). *Extracción y cuantificación de capsaicina a partir de cinco especies nativas del género Capsicum existentes en el Ecuador mediante cromatografía líquida de alta definición*. Quito, Ecuador: UPS.
- Borges, L. (2010). *Capsaicinodios en Chile habanero bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición*. México.
- Cano, M. (1998). *Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas*. Guatemala.
- Carvajal, A. (2012). *Presencia de Alcaloides en Plantas Medicinales*. Perú.

- Castillo-Sánchez, L. E., Jiménez-Osornio, J. J., & Delgado-Herrera, M. A. (2012). Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. *REDALYC.ORG*, 345-356.
- Cázares, E. (2005). Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile del centro oriente de Yucatan. México.
- Cazares, E., Ramirez, P., Castillo, F., Soto, M., Rodriguez, M., & Chavez, J. (2005). Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de. *Agrociencia*, 630.
- Cermeño, S. (1974). *Cultivos hortícolas enarenados*. Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria.
- Chillies, W. o. (2014). *Chilli Plants: Capsicum Pubescens*. Recuperado el 04 de 12 de 2014, de <http://www.worldofchillies.com/Chilli-plant-varieties/Chilli-plant-varieties-Pubescens/Chilli-plants-Capsicum-Pubescens.html>
- Coex, C. D. (2014). Programa conjunto de la fao/oms sobre normas alimentarias comité sobre especias y hierbas culinarias. India.
- Cuberlo, C. (2012). Los alcaloides.
- Diaz, V. (1997). *el cultivo del pimiento dulce*. Mexico: dIAN.
- Escamilla, E. (2011). Extracción de capsaicina de chiles frescos con solventes orgánicos. México.
- Farinango, D. (2007). *Caracterización molecular de la colección de ajés (Capsicum spp.) y calabazas (Cucurbita spp.) Del banco de germoplasma del instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias (Iniap), Ecuador*. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Fernandez, G. (2007). Extracción, análisis, estabilidad y síntesis de capsaicinoides. Cadiz, España.
- Forero, C., Hoyos, O., & Bazante, W. (2008). Evaluacion de residuos de ají (*Capsicum* spp.) como sustrato en la producción de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*). Colombia: Universidad del Cauca.
- Garcés Claver, A. (2007). Estudio de los componentes del carácter picante en el pimiento (*Capsicum* spp.): técnicas de evaluación, análisis genético y molecular. En A. Garcés, *Estudio de los componentes del carácter picante en el pimiento (Capsicum spp.): técnicas de evaluación, análisis genético y molecular*. Zaragoza, España.



- González, M. (2010). Fundamentos en cromatografía de líquidos de alta resolución. acoplamiento a detectores de espectrometría de masas. España.
- Health, J. o. (2006). *Similitudes dihidrocapsaicina* . Recuperado el 02 de 11 de 2013, de [http://joiagroup.com/contenidos/12/article\\_6730.htm](http://joiagroup.com/contenidos/12/article_6730.htm)
- Herrera, V. (2013). Estudio comparativo del contenido de compuestos volátiles, ácidos grasos, capsaicina, carotenos en *Capsicum annum* sometido a un proceso de secado. México.
- Honduras, S. (08 de 01 de 2012). *Educación Helvética S.A., Base de Datos*. Recuperado el 13 de 01 de 2014, de <http://www.hondurassilvestre.com/search/taxa/taxa.aspx?tsn=505855>
- Inen, I. E. (2010). Especies y condimentos. Requisitos. Quito.
- Jorgensen, P. M., & Ulloa, U. (1994). Catalogue of the Vacular Plants of Ecuador. En P. M. Jorgensen, & U. Ulloa, *Catalogue of the Vacular Plants of Ecuador*. St. Louis USA.
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José: Agroamérica.
- Lizette, B.-G., Cervantes, C. L., Juan, R. N., & Soria, F. M. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Redalyc. org*, 35-41.
- Llanos, C., & Albarracin, P. (2008). Análisis comparativo químico y nutricional de pimentones en la region del Noa. Argentina.
- Lozada, C. (01 de 2009). Ficha tecnica rocoto, *Capsicum pubescens*. Lima: Publicación virtual red peruana de alimentación y nutrición.
- Luzardo, M. (2011). [www.technidea.com.ar](http://www.technidea.com.ar). Recuperado el 25 de enero de 2014, de <http://analiticaunexpo.files.wordpress.com/2011/11/gravimetria.pdf>
- Martinez, C. (2005). Tecnicas de HPTLC desarrolladas por varios autores para la identificacion y/o cuantificacion de capsaicinoides. Mexico.
- Medina, C., Lobo, M., & Gómez, A. (2006). Variabilidad fenotípica en poblaciones de ají y pimentón de la colección colombiana del género *Capsicum*. Colombia: Corpoica.
- Migdalia, M. (2002). *Métodos de análisis de drogas y extractos*. Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos.

- Migdalia, M. (2002). *Metodos de análisis de drogas y extractos*. Habana: Universidad de la Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos.
- Miranda, A., & Olga, M. (2013). *Cromatografía Líquida HPLC*. Valladolid, Colombia.
- Molina, D. (2008). Contenido de compuestos fitoquímicos y su relación con la capacidad antioxidante de extractos de pimientos cultivados en el noreste de México. México.
- Molina, U. L. (2000). *Manejo de plagas y enfermedades en hortalizas*. Perú.
- Montes, S. (03 de 2010). *Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género Capsicum que crecen y se cultivan en México*. Recuperado el 15 de 11 de 2014, de [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe\\_Final/Informe%20final%20Capsicum.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe_Final/Informe%20final%20Capsicum.pdf)
- Morán, e. (2008). Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México. En e. Morán, *Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México*. Puebla, México.
- Muñoz, D., Mendoza, A., Lopez, F., Soler, A., & Hernández, M. (2000). *Manual de análisis de suelo*. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (UNAM).
- Narsilio, G., & Santamarina, C. (2010). *Clasificación de suelos: fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones*. Georgia, USA.
- Nuñez, F., Gil Ortega, R., & Costa García, J. (2003). *Cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Nuñez, F., Gil, O. R., & Costa, G. J. (2003). *Cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Octavio, L. R. (2003). Chilli la especie del nuevo mundo. *Ciencias* 69, 67.
- Paivon. (1970). *El pimiento economía-producción-coercialización*. Zaragoza: Acriba.
- Paneque, V. (2010). *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias agrícolas (Inca).
- Pérez, E. (2012). *Aji Capsicum pubescens*. Bogotá, Colombia: Biblioteca digital Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Perez, O. (2012). *La Capsaicina*.

- Quimitube, P. (2014). Análisis Gravimétrico. US.
- Quispe, C. (2011). *El rocoto, cocina peruana*. Lima, Perú: Plantilla Travel.
- Remache, A. (2013). Validación de métodos para el análisis de metales en diferentes matrices por espectrofotometría de absorción atómica. Quito, Ecuador: UCE.
- Ríos, J. (2013). Detección de alcaloides en semillas de plantas herbáceas nativas. Argentina.
- Salazar, R. (2001). Plantas aromáticas y medicinales. Ecuador.
- Salazar, S. (2004). El principio purgante del chile. En *Efectos farmacológicos de la capsaicina*. San Luis de Potosí, Mexico.
- Sánchez, e. a. (2010). Herencia de capsaicinoides en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). En e. a. Sánchez, *Herencia de capsaicinoides en chile manzano (Capsicum pubescens R. y P.)*. México.
- Sanchez, H. (2010). Herencia de capsaicinoides en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). México.
- Sancho, J., & Navarro, F. (2014). Piminetos y Pimentón. Murcia: Universidad de Murcia.
- Servicios técnicos de investigación, S. (2012). Curso de análisis de superficies Espectroscopía Infrarroja.
- Siguencia, M. (13 de 04 de 2010). *Caracterización físico química y nutricional delají (Capsicum baccatum) en dos estados de madurez y cultivados en dos suelos endofoclimáticos del Ecuador*. Recuperado el 15 de 11 de 2014, de file:///C:/Users/usuario/Downloads/41257\_1.pdf
- Towell, J. L. (2005). Los senderos Prehispánicos del Capsicum. En J. L. Towell, *Los senderos Prehispánicos del Capsicum*. México: Universidad Nacional Autónoma de México: Instituto de Investigaciones Históricas.
- UAM, U. A. (2010). Cromatografía en capa fina. España.
- Vacas Cruz, O. (2008). Hortalizas y condimentos andinos una delicia al paladar. *Nuestra Ciencia*(8), 40-43.
- Velmorin, D. (1974). *El cultivo de pimiento dulce tipo bell*. Mexico: Diana.
- Vergara, D., Lozada, I., & Aguilar, J. (2006). Efecto de la capsaicina sobre la producción de tnf-alfa en células mononucleares. Estudio piloto. Perú.

Zhang, Q.-H., Hu, J.-P., Wang, B.-L., & Li, Y. (2012). *Effects of capsaicin and dihydrocapsaicin on human and rat liver*. Beijing, China: Journal of Asian Natural Products Research.

## ANEXOS

### ANEXO 1 Certificado de identificación de la especie *Capsicum pubescens*

#### MUSEO ECUATORIANO DE CIENCIAS NATURALES (MECN) HERBARIO NACIONAL (QCNE)

Avenida Río Coca, E6-115 e Isla Fernandina  
Casilla Postal 17-07-8976. Tel/Fax: (593-2) 2441-592, 2449 824  
Quito-Ecuador

#### Certificado de identificación taxonómica de especímenes vegetales

**SOLICITANTE:** William Vinicio Haro Tipantiza  
**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**Carrera de Biotecnología de Los Recursos Naturales**

**CI:** 1720253127

**FECHA:** 23 de octubre del 2013

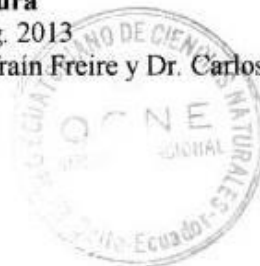
Número	Nombre común	Familia	Nombre científico
1	Aji	Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.
2	Aji	Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.
3	Aji	Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.
4	Aji	Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.

**Total de especies:** 3

**Fuente para nomenclatura**

1. [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org), 2013

**Identificado por:** Dr. Efraín Freire y Dr. Carlos Cerón



## ANEXO 2 Certificado de pureza de la dihidrocapsaicina

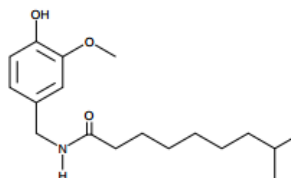
# Product Information



### Dihydrocapsaicin

Item No. 92355

**CAS Registry No.:** 19408-84-5  
**Formal Name:** N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)methyl]-8-methyl-nonanamide  
**MF:** C<sub>18</sub>H<sub>29</sub>NO<sub>3</sub>  
**FW:** 307.4  
**Purity:** ≥98%  
**Stability:** ≥2 years at -20°C  
**Supplied as:** A crystalline solid  
**UV/Vis.:** λ<sub>max</sub>: 230, 281 nm



#### Laboratory Procedures

For long term storage, we suggest that dihydrocapsaicin be stored as supplied at -20°C. It should be stable for at least two years.

Dihydrocapsaicin is supplied as a crystalline solid. A stock solution may be made by dissolving the dihydrocapsaicin in an organic solvent purged with an inert gas. Dihydrocapsaicin is soluble in organic solvents such as ethanol, DMSO, and dimethyl formamide. The solubility of dihydrocapsaicin in these solvents is approximately 33 mg/ml.

Further dilutions of the stock solution into aqueous buffers or isotonic saline should be made prior to performing biological experiments. Ensure that the residual amount of organic solvent is insignificant, since organic solvents may have physiological effects at low concentrations. Organic solvent-free aqueous solutions of dihydrocapsaicin can be prepared by directly dissolving the crystalline compound in aqueous buffers. The solubility of dihydrocapsaicin in PBS (pH 7.2) is approximately 100 µg/ml. We do not recommend storing the aqueous solution for more than one day.

Capsaicin is the primary active component of the heat and pain-eliciting lipid soluble fraction of the *Capsicum* pepper.<sup>1</sup> Capsaicin is found in natural hot pepper extracts along with a number of impurities, including dihydrocapsaicin and several lesser impurities. Separation by HPLC is required in order to obtain pure dihydrocapsaicin.<sup>2</sup> Dihydrocapsaicin represents about 10% of the compound present in commercial preparations purporting to be pure capsaicin. VR<sub>1</sub> (vanilloid receptor 1) is a heat activated calcium ion channel which functions as a part of the normal nociceptive pain pathway. Capsaicin elicits a sensation of burning pain by activation of VR<sub>1</sub> on small, non-myelinated polymodal C-type nociceptive nerve fibers.<sup>3</sup> The potency of dihydrocapsaicin at VR<sub>1</sub> appears equivalent to capsaicin.

#### References

1. Gannett, P.M., Nagel, D.L., Reilly, P.J., *et al.* The capsaicinoids: their separation, synthesis, and mutagenicity. *J. Org. Chem.* **53**(5), 1064-1071 (1988).
2. Hoffman, P.G., Lego, M.C., and Galetto, W.G. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* **31**(6), 1326-1330 (1983).
3. Caterina, M.J., Schumacher, M.A., Tominaga, M., *et al.* The capsaicin receptor: A heat-activated ion channel in the pain pathway. *Nature* **389**, 816-824 (1997).

#### Related Products

For a list of related products please visit: [www.caymanchem.com/catalog/92355](http://www.caymanchem.com/catalog/92355)

**WARNING: THIS PRODUCT IS FOR LABORATORY RESEARCH ONLY. NOT FOR ADMINISTRATION TO HUMANS. NOT FOR HUMAN OR VETERINARY DIAGNOSTIC OR THERAPEUTIC USE.**

#### MATERIAL SAFETY DATA

This material should be considered hazardous until information to the contrary becomes available. Do not ingest, swallow, or inhale. Do not get in eyes, on skin, or on clothing. Wash thoroughly after handling. This information contains some, but not all, of the information required for the safe and proper use of this material. Before use, the user must review the complete Material Safety Data Sheet, which has been sent via email to your institution.

#### WARRANTY AND LIMITATION OF REMEDY

Cayman Chemical Company makes no warranty or guarantee of any kind, whether written or oral, expressed or implied, including without limitation, any warranty of fitness for a particular purpose, suitability and merchantability, which extends beyond the description of the chemicals hereof. Cayman warrants only to the original customer that the material will meet our specifications at the time of delivery.

Cayman will carry out its delivery obligations with due care and skill. Thus, in no event will Cayman have any obligation or liability, whether in tort (including negligence) or in contract, for any direct, indirect, incidental or consequential damages, even if Cayman is informed of their possible existence.

This limitation of liability does not apply in the case of intentional acts or negligence of Cayman, its directors or its employees.

Buyer's exclusive remedy and Cayman's sole liability hereunder shall be limited to a refund of the purchase price, or at Cayman's option, the replacement, at no cost to Buyer, of all material that does not meet our specifications.

Said refund or replacement is conditioned on Buyer giving written notice to Cayman within thirty (30) days after arrival of the material at its destination. Failure of Buyer to give said notice within thirty (30) days shall constitute a waiver by Buyer of all claims hereunder with respect to said material.

For further details, please refer to our Warranty and Limitation of Remedy located on our website and in our catalog.

Copyright Cayman Chemical Company, 06/18/2011

#### Cayman Chemical

**Mailing address**  
1180 E. Ellsworth Road  
Ann Arbor, MI  
48108 USA

**Phone**  
(800) 364-9897  
(734) 971-3335

**Fax**  
(734) 971-3640

**E-Mail**  
custserv@caymanchem.com

**Web**  
[www.caymanchem.com](http://www.caymanchem.com)

### ANEXO 3. Fotos fotográficas

Muestras de ajíes *Capsicum pubescens*



Foto: Haro & Montenegro

Extracto Alcohólico



Foto: Haro & Montenegro

Muestra de suelo



Foto: Haro & Montenegro

Oleoresina y capsaicinoides



Foto: Haro & Montenegro

Cromatografía de capa fina (LINOMAT 5)

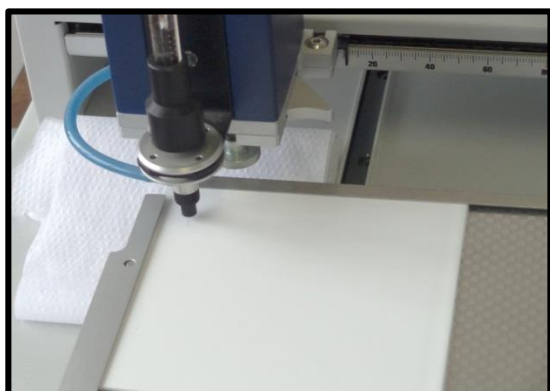


Foto: Haro & Montenegro, 2015

Extracción de oleorresina



Foto: Haro & Montenegro, 2015

Oleorresina extraída



Foto: Haro & Montenegro, 2015



## ANEXO 4. Resultados de los análisis de suelos localidad de Puenbo (Agrocalidad)

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 2</b>  <b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E15-0152  
 Fecha emisión Informe: 06/02/2015

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: William Haro

Dirección: Pifo

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 2380832

Correo Electrónico: [willygedeon@yahoo.com](mailto:willygedeon@yahoo.com)

N° Orden de Trabajo: SFA-15-DSL-243

N° Factura/Documento: 21288

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Pichincha	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Quito		Y: ----
Parroquia: Puenbo		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: 02-02-2015	Fecha de inicio de análisis: 03-02-2015	
Fecha de recepción de la muestra: 03-02-2015	Fecha de finalización de análisis: 06-02-2015	


### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150157	Cultivo Capsicum 2	pH	Potenciométrico	---	6.86
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2.32
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.12
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	130.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.63
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8.77
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.81
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	224.7
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	8.22
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	10.62
Zinc	Absorción Atómica	ppm	6.55		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO 5. Resultados de los análisis de suelos localidad de Tumbaco (Agrocalidad)

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E15-0153  
 Fecha emisión Informe: 06/02/2015

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: William Haro

Dirección: Pifo

Teléfono: 2380832

Correo Electrónico: [willygedeon@yahoo.com](mailto:willygedeon@yahoo.com)

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

N° Orden de Trabajo: SFA-15-DSL-243

N° Factura/Documento: 21288

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco		
Cultivo: ----			
Provincia: Pichincha	Coordenadas:	X: ----	
Cantón: Quito		Y: ----	
Parroquia: Tumbaco		Altitud: ----	
Muestreado por: ----			
Fecha de muestreo: 02-02-2015	Fecha de inicio de análisis: 03-02-2015		
Fecha de recepción de la muestra: 03-02-2015	Fecha de finalización de análisis: 06-02-2015		

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150158	Cultivo Capsicum 4	pH	Potenciométrico	---	7.82
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.84
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.09
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	114.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.85
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	12.50
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.52
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	81.1
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	6.66
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	9.48
Zinc	Absorción Atómica	ppm	19.69		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO 6. Resultados de los análisis de suelos localidad Quinche (Agrocalidad)

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01  <b>Rev. 2</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E15-0154  
 Fecha emisión Informe: 06/02/2015

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: William Haro

Dirección: Pifo

Teléfono: 2380832

Correo Electrónico: [willygedeon@yahoo.com](mailto:willygedeon@yahoo.com)

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

N° Orden de Trabajo: SFA-15-DSL-243

N° Factura/Documento: 21288

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Pichincha	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Quito		Y: ----
Parroquia: El Quinche		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: 02-02-2015	Fecha de inicio de análisis: 03-02-2015	
Fecha de recepción de la muestra: 03-02-2015	Fecha de finalización de análisis: 06-02-2015	


### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150159	Cultivo Capsicum 3	pH	Potenciométrico	---	7.15
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2.04
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.10
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	295.0
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.67
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	9.42
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2.65
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	361.9
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	12.48
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	18.27
Zinc	Absorción Atómica	ppm	18.01		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuangó

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO 7. Resultados de los análisis de suelos localidad de Pifo (Agrocalidad)

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		<b>Rev. 2</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E15-0155  
 Fecha emisión Informe: 06/02/2015

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: William Haro

Dirección: Pifo

Teléfono: 2380832

Correo Electrónico: [willygedeon@yahoo.com](mailto:willygedeon@yahoo.com)

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

N° Orden de Trabajo: SFA-15-DSL-243

N° Factura/Documento: 21288

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Pichincha	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Quito		Y: ----
Parroquia: Pifo		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: 02-02-2015	Fecha de inicio de análisis: 03-02-2015	
Fecha de recepción de la muestra: 03-02-2015	Fecha de finalización de análisis: 06-02-2015	

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150160	Cultivo Capsicum 1	pH	Potenciométrico	---	7.38
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2.79
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.14
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	66.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.88
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	12.70
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	4.33
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	179.7
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	11.01
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	14.97
Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.00		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO 8. Interpretación de resultados



**AGROCALIDAD**  
AGENCIA ECUATORIANA  
DE ASEGURAMIENTO  
DE LA CALIDAD DEL AGRO

**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**  
Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,  
Tumbaco - Quito  
Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1



**AGROCALIDAD**  
AGENCIA ECUATORIANA  
DE ASEGURAMIENTO  
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,  
FOLIARES Y AGUAS  
TUMBACO - ECUADOR

Ing. Rusbel Jaramillo Chamba  
Responsable de Laboratorio  
Suelos, Foliar y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.