

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL  
FRUTO DE *Solasnum betaceum*  
PROCEDENTE DE CELENDÍN Y DE  
HUAYRAPONGO, REGIÓN  
CAJAMARCA**

Presentado por:

**Arturo Alejandro Navarro Huaynates**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO FORESTAL

---

Lima - Perú  
2017

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **ARTURO ALEJANDRO NAVARRO HUAYNATES**, intitulado “EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL FRUTO DE *Solanum betaceum* PROCEDENTE DE CELENDÍN Y DE HUAYRAPONGO, REGIÓN CAJAMARCA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 25 de Julio de 2016

.....  
Mg. Sc. Florencio Trujillo Cuellar  
Presidente

.....  
Ing. Martín Araujo Flores  
Miembro

.....  
Dr. Elvito Villegas Silva  
Miembro

.....  
Lic. Deysi Guzmán Loayza  
Asesor

Dr. Enrique Gonzáles Móra  
Coasesor

## *DEDICATORIA*

*A la señora Rosa Amelia Huaynates Bartolo por ser mi madre.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la profesora Deysi Guzmán Loayza, al profesor Enrique González Móra por su tiempo y dedicación que me permitieron desarrollar esta tesis, a mis amigos Patricia Laine Blas y Bryant Huamán Loayza por su compañerismo y apoyo en durante el tiempo que me llevo terminar esta tesis y a todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron al desarrollo de la tesis.*

## *RESUMEN*

El sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.) es una especie vegetal perteneciente a la familia de las Solanáceas. Esta especie es propia de los andes del Perú crece entre los 1500 a 2800 msnm, es de un porte arbóreo y tiene frutos comestibles. En el presente estudio, se tiene como principal objetivo la evaluación físico - químico del fruto de Sacha tomate (*Solanum betaceum*) procedente del distrito de Celendín, provincia de Celendín y el anexo de Huayrapongo distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca, región Cajamarca. Asimismo se realizó una marcha fitoquímica preliminar para identificar cualitativamente la presencia de los metabolitos en los frutos y además de realizo una cuantificación de minerales. Los resultados obtenidos en las partes del fruto, según los diferentes ensayos presentaron los siguientes valores en promedio: proporción de pulpa 79,67 por ciento, proporción de semilla 13,13 por ciento , proporción de cáscara 21,43 por ciento y proporción de pedúnculo 0,88 por ciento; peso promedio de 57,81 g; con respecto a las dimensiones del fruto se tiene: largo 65,24 cm y ancho 40,17 cm; en cuanto al color que presenta el fruto se obtuvo en promedio de coordenadas de color L\* 47,62; a\*29,59; b\*32,84; la dureza promedio de la pulpa fue: -1,75 Lb; contenido de humedad de 84,45 por ciento; cenizas de 1,02 por ciento, proteínas de 2,02 por ciento, lípidos de 0,065 por ciento, fibra cruda de 8,03 por ciento, extracto libres de nitrógeno de 4,37 por ciento y sólidos solubles de 9,83 °Brix. Por otro lado, se identificaron en ambas zonas de estudio, diversos grupos de metabolitos como: aminoácidos libres, taninos, los flavonoides, las leucoantocianidinas y alcaloides. Finalmente se cuantificaron los minerales dando a como resultado la presencia de minerales divididos en macroelementos Na, K, Ca, Mg y P; elementos traza Fe, Cu, Zn y Mn y elementos ultratrazo B y Si.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>II. Revisión de Literatura .....</b>	<b>13</b>
<b>1. Generalidades de la especie.....</b>	<b>13</b>
1.1. Clasificación taxonómica de la especie.....	13
1.2. Distribución de la especie.....	13
1.3. Descripción botánica.....	14
1.4. Importancia y uso económico.....	15
<b>2. Análisis proximal del fruto.....</b>	<b>15</b>
2.1. Agua.....	15
2.2. Cenizas.....	16
2.3. Proteínas.....	16
2.4. Lípidos.....	16
2.5. Fibras crudas.....	17
2.6. Extracto libre de nitrógeno.....	18
2.7. Solido solubles totales.....	18
<b>3. Composición química del fruto de Sacha tomate (<i>Solanum betaceum Cav.</i>).....</b>	<b>19</b>
<b>4. Composición química de frutos nativos del Perú.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Color.....</b>	<b>20</b>
5.1. Color de la cáscara del fruto.....	21
5.2. Color de la cáscara de frutos comerciales.....	21
<b>6. Evaluación fitoquímica .....</b>	<b>22</b>
6.1. Metabolitos.....	22
6.1.1. Metabolitos primarios.....	22
6.1.2. Metabolitos secundarios.....	23
<b>7. Cuantificación de minerales. método de ICP.....</b>	<b>27</b>
7.1. La espectrometría de emisión atómica de plasma inductivamente acoplado (ICP EPA)	27
7.2. Minerales.....	27
<b>III. Materiales y Métodos.....</b>	<b>29</b>
<b>1. Zona de estudio .....</b>	<b>29</b>
1.1. Celendín (zona 1).....	30
1.1.1. Clima.....	30
1.1.2. Relieve.....	30
1.1.3. Suelo.....	30
1.1.4. Cobertura vegetal.....	31
1.1.5. Uso actual.....	31
1.1.6. Zonas de vida.....	31
1.2. Huayrapongo (zona 2).....	31
1.2.1. Clima.....	31
1.2.2. Relieve.....	31
1.2.3. Suelo.....	32
1.2.4. Cobertura vegetal.....	32
1.2.5. Uso actual.....	33
1.2.6. Zonas de vida.....	33
<b>2. Materiales y equipos.....</b>	<b>33</b>
2.1. Materiales y equipos de campo.....	33

2.1.1.	Materiales .....	33
2.1.2.	Equipos.....	33
2.2.	Materiales y equipos de laboratorio.....	33
2.2.1.	Materiales .....	33
2.2.2.	Equipo.....	35
2.2.3.	Reactivos .....	35
<b>3.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>36</b>
3.1.	Obtención de los frutos.....	36
3.2.	Diseño experimental.....	37
3.3.	Preparación de las muestras.....	37
<b>4.</b>	<b>Ensayos físicos .....</b>	<b>40</b>
4.1.	Rendimiento de la composición del fruto.....	40
4.2.	Masa del fruto.....	40
4.3.	Dimensiones .....	40
4.4.	Color de la cáscara del fruto .....	41
4.5.	Dureza de la pulpa .....	42
4.6.	Contenido de humedad.....	42
<b>5.</b>	<b>Ensayos químicos .....</b>	<b>42</b>
5.1.	Determinación de cenizas .....	42
5.2.	Determinación de sólidos solubles (grados °Brix %). .....	43
5.3.	Lípidos .....	44
5.4.	Proteínas.....	44
5.5.	Fibra cruda .....	45
5.6.	Extrato libre de nitrógeno .....	45
5.7.	Correcciones de los resultados .....	45
5.7.1.	Humedad.....	45
5.7.2.	Lípidos .....	46
5.8.	Identificación de metabolitos secundarios .....	46
<b>6.</b>	<b>Cuantificación de minerales .....</b>	<b>48</b>
<b>IV.</b>	<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>49</b>
<b>1.</b>	<b>Análisis del fruto de Sacha tomate .....</b>	<b>49</b>
1.1.	Rendimiento promedio de los componentes.....	49
1.2.	Análisis de las propiedades físicas .....	50
1.2.1.	Masa del fruto .....	50
1.2.2.	Dimensiones del fruto .....	51
1.2.3.	Color de la cáscara del fruto .....	52
1.2.4.	Dureza de la pulpa.....	55
1.2.5.	Humedad del fruto .....	55
1.3.	Análisis de la propiedad química de la pulpa del sachatomate ( <i>Solanum betaceum</i> Cav.) .....	56
1.3.1.	Análisis Proximal de la pulpa del fruto de sachatomate ( <i>Solanum betaceum</i> Cav.) .....	57
1.4.	Tamizaje fitoquímico .....	67
1.4.1.	Taninos.....	68
1.4.2.	Aminoácidos libres.....	70
1.4.3.	Flavonoides.....	72
1.4.4.	Leucoantocianidinas .....	73
1.4.5.	Alcaloides .....	74
1.4.6.	Quinonas.....	77
1.4.7.	Esteroides .....	77
1.4.8.	Cardenolidos .....	77
<b>V.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>78</b>

<b>VI.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>79</b>
<b>VII.</b>	<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>81</b>
<b>VIII.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>87</b>

## Índice de tablas

	Página
TABLA 1: COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) POR 100G DE PORCIÓN COMESTIBLE. .	19
TABLA 2: COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CINCO ESPECIES DE FRUTAS NATIVAS PERUANAS Y TOMATE. ....	20
TABLA 3: COORDENADAS CIELAB DE 4 FRUTAS COMERCIALES.....	22
TABLA 4: CONTENIDO DE MINERALES DEL SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	28
TABLA 5: ÁRBOLES MUESTREADOS EN COORDENADAS UTM 17 M .....	30
TABLA 6: MUESTRA EL RENDIMIENTO DE LAS PARTES DEL FRUTO DEL <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.....	49
TABLA 7: MASA MÍNIMO, MÁXIMO Y PROMEDIO DE LOS FRUTOS PROCEDENTE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO.....	51
TABLA 8: LARGOS MÍNIMO, MÁXIMO Y PROMEDIO DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	51
TABLA 9: ANCHOS MÍNIMO, MÁXIMO Y PROMEDIO DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	52
TABLA 10: COORDENADAS CROMÁTICAS DE LOS FRUTOS DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	53
TABLA 11: LECTURAS MÍNIMAS, MÁXIMOS Y PROMEDIOS DE LA DUREZA DE LA PULPA DEL <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. ....	55
TABLA 12: MUESTRA LOS RESULTADOS PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.....	57
TABLA 13: CUANTIFICACIÓN DE MINERALES EN LA PULPA DEL FRUTO DE <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. ....	62
TABLA 14: MUESTRA EL CONTENIDO DE MINERALES DE FRUTAS COMERCIALES Y LOS RESULTADOS DEL SACHA TOMATE POR 100 G DE FRACCIÓN COMESTIBLE.....	63
TABLA 15: RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LA MARCHA FITOQUÍMICA. ....	68

## Índice de figuras

	Página
FIGURA 1: FRUTOS DE <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. ....	14
FIGURA 2: MUESTRA LAS PARTES DEL FRUTO DEL SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	15
FIGURA 3: MUESTRA EL ESPACIO DE COLOR DE CIELAB.....	21
FIGURA 4: ESTRUCTURA FENÓLICA BÁSICA: ACIDO -2-HIDROXIANTRACÉNICO.....	23
FIGURA 5: ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS QUINONAS .....	24
FIGURA 6: ESTRUCTURA BÁSICAS DE LA FLANOVA .....	25
FIGURA 7: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS ARBOLES COSECHADOS DE SACHA TOMATE, EN CAJAMARCA. ....	29
FIGURA 8: SECUENCIA METODOLÓGICA DE LA EVALUACIÓN DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	39
FIGURA 9: PARTES DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	40
FIGURA 10: TOMA DE MEDIAS DE LAS DIMENSIONES DEL FRUTOS DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	41
FIGURA 11: TOMA DE COORDENADAS CROMÁTICAS DEL FRUTO DEL SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	41
FIGURA 12: MEDIDA DE LA DUREZA DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	42
FIGURA 13: CRISOLES CONTENIENDO CENIZAS DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	43
FIGURA 14: MEDICIÓN DE LOS GRADOS °BRIX DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	43
FIGURA 15: OBTENCIÓN DE LÍPIDOS EN EQUIPO SOXHLET. ....	44
FIGURA 16: DESTILACIÓN DE PROTEÍNAS.....	44
FIGURA 17: FILTRADO CON AGUA CALIENTE DE LAS MUESTRAS DE SACHA TOMATE ( <i>SOLNUM BETACEUM</i> CAV.) .....	45
FIGURA 18: METODOLOGÍA PARA LA MARCHA FITOQUÍMICA PRELIMINAR.....	47
FIGURA 19: RENDIMIENTO PROMEDIO DE LAS PARTES DEL FRUTO SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	50
FIGURA 20: MUESTRA LA UBICACIÓN APROXIMADA DE LAS CROMATICIDADES A* Y B* DE LOS FRUTOS DE CELENDÍN (C) Y HUAYRAPONGO (H) .....	54
FIGURA 21: MUESTRA EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL FRUTO DE SACHA TOMATE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	56
FIGURA 22: MUESTRA EL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS EN 100 G DE PARTE COMESTIBLE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	58
FIGURA 23: MUESTRA EL PORCENTAJE DE LÍPIDOS EN CIEN GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	59
FIGURA 24: MUESTRA EL PORCENTAJE DE FIBRAS CRUDAS EN CIEN GRANOS DE PARTE COMESTIBLE DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	60
FIGURA 25: MUESTRA EL PORCENTAJE DE CENIZAS EN CIEN GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	61
FIGURA 26: MUESTRA EL PORCENTAJE DEL CONTENIDO DE MINERALES DE LOS FRUTOS DE CELENDÍN Y HUAYRAPONGO. ....	64
FIGURA 27: MUESTRA EL PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO EN CIEN GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE DE LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	66
FIGURA 28: MUESTRA LOS GRADOS °BRIX DE LOS FRUTOS EN LAS DOS ZONAS DE ESTUDIO. ....	67
FIGURA 29: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA EL ENSAYO CON FeCl <sub>3</sub> DE LOS FRUTOS DE CELENDÍN.....	69
FIGURA 30: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA EL ENSAYO CON FeCl <sub>3</sub> DE LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO .....	69
FIGURA 31: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA TANINOS EN LOS ENSAYOS CON GELATINA SALADA PARA LOS FRUTOS DE CELENDÍN. 70	70
FIGURA 32: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA TANINOS EN LOS ENSAYOS CON GELATINA SALADA PARA LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO. ....	70
FIGURA 33: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON NINHIDRINA EN LOS FRUTOS DE CELENDÍN. ....	71
FIGURA 34: MUESTRA LA REACCIÓN NEGATIVA PARA EL ENSAYO CON NINHIDRINA EN LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO. ....	71
FIGURA 35: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON SHINODA EN LOS FRUTOS DE CELENDÍN. ....	72
FIGURA 36: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON SHINODA EN LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO.....	73
FIGURA 37: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON ROSENHEIM EN LOS FRUTOS DE CELENDÍN. ....	74
FIGURA 38: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON ROSENHEIM EN LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO.....	74
FIGURA 39: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON DRAGENDORFF EN LOS FRUTOS DE CELENDÍN. ....	75
FIGURA 40: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA Y NEGATIVA PARA EL ENSAYO CON DRAGENDORFF EN LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO. ....	75
FIGURA 41: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA PARA EL ENSAYO CON MAYER EN LOS FRUTOS DE CELENDÍN. ....	76
FIGURA 42: MUESTRA LA REACCIÓN POSITIVA Y NEGATIVA PARA EL ENSAYO CON MAYER EN LOS FRUTOS DE HUAYRAPONGO. ....	76

## Índice de anexos

	Página
ANEXO 1 COMPOSICIÓN DE LA PARTES DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	87
ANEXO 2 RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y CROMATICAS DEL FRUTO DE SACHATOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	88
ANEXO 3 ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	92
ANEXO 3 RESULTADOS ESPERADOS A OBTENER EN EL TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	97
ANEXO 5 CUANTIFICACIÓN DE LOS MINERALES DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE ( <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) .....	98
ANEXO 6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS .....	102
ANEXO 7 ANÁLISIS DE VARIANZA Y MEDIA DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES .....	104
ANEXO 8 NORMAS TECNICAS AOAC.....	110
ANEXO 9 DATOS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y CLIMATOGRAMAS DE CELENDÍN Y HUAYRAPONGO.....	121
ANEXO 10 CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA.....	130

## I. INTRODUCCIÓN

Las frutas son alimentos que contienen sustancias indispensables para la dieta humana, estas aportan vitaminas principalmente vitamina C, moléculas antioxidantes, minerales, fibras solubles, además hidratan al organismo de forma rápida y ayudan al correcto funcionamiento del aparato digestivo, existen frutos como la palta, aceituna, etc. que aportan lípidos beneficiosos para el organismo. Según (Nina, 2000) los frutales nativos de la sierra del Perú tuvieron su origen hace miles de años, a lo largo de la vertiente oriental de la cordillera de los andes, fueron cultivados por los antiguos pobladores peruanos para su consumo directo como fruto, los conquistadores colapsaron la cultura andina quedando en desuso muchos cultivos, manteniéndose algunos cultivos en forma silvestre.

Uno de estos frutos nativos es el sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.) que pertenece a la familia Solanáceae que tiene una amplia distribución en el territorio peruano, según (Orihuela, 1993) el sacha tomate crece entre a los 1500 a 3000 msnm; sin embargo presenta mayor fructificación entre los 1500 y 2800 msnm, los frutos del sacha tomate se comen de forma directa usualmente cortados en mitades y la pulpa es extraída y consumida directamente junto con las semillas que son suaves; la pulpa es usada en la preparación de postres, pasteles, salsas, helados y en ensaladas de frutas o también reemplazando al tomate en ensaladas verdes y sándwiches.

Como el *Solanum betaceum* Cav. es una especie poco estudiada y conocida en el Perú, en el presente trabajo se realizara una evaluación físico- químico del fruto, evaluación fitoquímica para registrar la presencia de metabolitos secundarios y además la cuantificación de minerales (Na, Ca, Mg, K, Fe, Zn) y metales pesados (Pb, Hg). Con el fin de determinar sus propiedades alimenticias de acuerdo a las normas técnicas vigentes.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE

#### 1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE

Leon et al. (2004) establece que la clasificación botánica del sachá tomate es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Fanerógamas.

Subdivisión: Angiospermas.

Clase: Dicotiledóneas.

Subclase: Metaclamideas.

Orden: Tubifloras.

Familia: Solanáceae.

Género: *Solanum*.

Nombre Científico: *Solanum betaceum* Cav.

Nombre Común: sachá tomate.

Sinónimos: tomate de árbol, tomatillo, berenjena.

#### 1.2. DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

Morton (1982) y Orihuela (1993), indican el sachá tomate, es proveniente de la vertiente oriental de la Región Andina del Perú. Se encuentra registrada en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Pasco y San Martín a alrededor de los 1000-

2500 msnm (Fernández, 2014). Existiendo también en Bolivia, Argentina, Colombia, Ecuador y Centro América.

El arbolito se puede encontrar en formación de bosque montanos, en zonas con vegetación secundaria tardía. (Fernández, 2014).

### 1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Arbolito de hasta 4 metros de alto, la base del fuste recta, simpodial, la ramificación desde el último tercio. Corteza externa lenticelada, color marrón claro. Corteza interna homogénea, de color blanquecino. Ramitas terminales con sección circular, de 3,5-5 milímetros de diámetro, lenticeladas, glabras a puberulentas. Hojas simples, alternas y dispuestas en espiral, rara vez germinadas, el peciolo de 3-5 centímetros de longitud, glabro a puberulento, las láminas de 6-19 centímetros de longitud por 4,5-8 centímetros de ancho, oblongo-lanceoladas a ovadas, el ápice acuminado, la base redonda, ligeramente cordada o asimétrica, margen entero, la nerviación eucamptódroma, los nervios secundarios 5-9 pares, glabras, ligeramente coriáceas, con el envés ligeramente glauco. Inflorescencia en cincinos axilares. Frutos bayas globosas, de 4-5 centímetros de longitud por 3,5 de ancho, color verde, en ejes péndulos, el pedicelo de 4-5 centímetros de longitud, las semillas numerosas. (Fernandez, 2014). En la figura 1 se aprecia la especie en fructificación y en la figura 2 se observa las partes y conformación del fruto.



Figura 1: **Frutos de *Solanum betaceum* Cav.**

*FUENTE: Elaboración propia.*

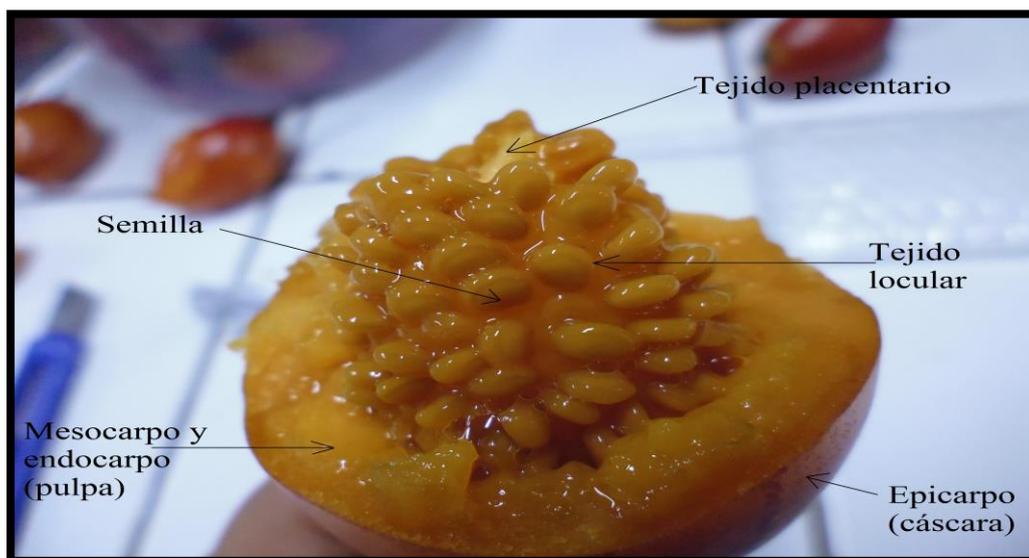


Figura 2: **Muestra las partes del fruto del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

FUENTE: *Elaboración propia.*

#### 1.4. **IMPORTANCIA Y USO ECONÓMICO.**

El sachá tomate puede ser usado en muchas formas, pero su consumo común es como fruta fresca. Son usualmente cortados en mitades y la pulpa es extraída y consumida directamente junto con las semillas que son suaves y comestibles. Los frutos son usados en la preparación de postres, pasteles, salsas, helados y en ensaladas de frutas o también reemplazando al tomate en ensaladas verdes y sándwiches. En Ecuador, la industria lo utiliza en enlatados de frutas en almíbar, en Colombia, para la elaboración de ketchup picante. (Orihuela, 1993).

## 2. **ANÁLISIS PROXIMAL DEL FRUTO**

### 2.1. **AGUA**

El agua es, con gran diferencia, el componente fundamental de los frutos, en los que representa del 50 al 90 por ciento de su peso en el estado de madurez. Pero el desarrollo de los frutos no está condicionado solamente a las disponibilidades de agua en el suelo, por este hecho, sino también porque el agua es el vehículo de suministro de elementos minerales y el de la traslocación de las sustancias hidrocarbonadas. (Gil-Albert, 1989).

Así mismo Arenas de Moreno et al. (1999) mencionan que el contenido de humedad de los frutos depende tanto de la procedencia (factores climáticos), del manejo agronómico, como el momento en que son cosechados los frutos (estado vegetativo y reproductivo).

## **2.2. CENIZAS**

Es el residuo inorgánico que queda después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica. (Kuklinski, 2003). La determinación de las cenizas proporciona un índice que se utiliza junto con otros para caracterizar y evaluar la calidad del alimento en cuestión. (Matissek et al., 1992).

## **2.3. PROTEÍNAS**

Las proteínas son compuestos altamente polimerizados, que están formados por  $\alpha$ -aminoácidos de configuración L. Las proteínas se encuentran entre los nutrientes más importantes, junto a los lípidos y carbohidratos. (Matissek et al., 1992).

La síntesis de proteínas en las plantas se inicia a partir de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato), forma de nitrógeno más abundante en el suelo, este es absorbido y atraviesa la membrana plasmática de las raíces, luego este es reducido a  $\text{NH}_4^+$  (amonio) en las células de las raíces, tallos y hojas. La asimilación del nitrógeno consiste en la incorporación de moléculas de amonio o de  $\text{N}_2$  atmosférico a moléculas orgánicas (glutamina), mediante reacciones catalizadas. Esta reducción a partir de nitrato varía con la especie, en plantas tropicales se da en el tallo y hojas, mientras que en plantas con climas templados se da en las raíces. (Díaz et al., 2011 citado por Galindo, 2012).

Las frutas contienen 0,1-1,5 por ciento de compuestos nitrogenados, de ellos las proteínas constituyen un 35-75 por ciento; los aminoácidos libres también se encuentran bien representados. Todos los demás compuestos nitrogenados son bastantes escasos. (Belitz et al., 2011).

Por otro lado (Gil, 2010) menciona que en las frutas, el contenido de proteínas es bajo, suelen representar entre 0,5 y 3 por ciento. La mayor parte de esta fracción proteica está constituida por enzimas que participan en el proceso de maduración.

## **2.4. LÍPIDOS**

Según Badui (2013) los lípidos están constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fósforo y nitrógeno. Sin embargo Matissek et al. (1992) indica que las grasas verdaderas o

triglicéridos son compuestos orgánicos carentes de nitrógeno y que las grasas y sus sustancias acompañantes, que en conjunto se denominan también lípidos, se diferencian entre sí básicamente por su estructura química, aunque presenta en su totalidad propiedades químico-físicas similares, como por ejemplo solubilidad en disolventes orgánicos.

Los lípidos que provienen de la dieta tienen funciones muy importantes en el organismo; aportan nutrimentos indispensables que participan en la regulación del metabolismo y proporcionan ácidos grasos que forman parte de la estructura de las membranas y son vehículo para la absorción de vitaminas liposolubles y su distribución en distintos tejidos corporales (Mendoza, 2010).

A si mismo Belitz. et al. (2011) menciona que el contenido lipídico de la fruta es normalmente muy bajo del orden 0,1-0,5 por ciento del peso fresco. Solo los frutos secos contienen cantidades importantes de lípidos y el aguacate. La fracción lipídica de las frutas comprende triacilgliceroles, glicolípidos, fosfolípidos, carotenoides, triterpenoides y ceras.

## **2.5. FIBRAS CRUDAS**

Con este nombre se designa a un grupo muy amplio de polisacáridos estructurales que no son aprovechados metabólicamente por los animales monogástricos, incluido el hombre, pero si por los rumiantes y que cumple una función muy importante en el bienestar del individuo. Se incluyen a los componentes de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas, pero también las gomas y la lignina, (Babui, 2013).

El contenido de fibra en las frutas oscila entre 0,3 por ciento presentado por la sandía y el máximo valor reportado de 2,5 por ciento en el plátano. Las frutas son la principal fuente de fibras o carbohidratos no digeribles, resistentes al proceso digestivo, por lo que son muy importantes en la dieta alimenticia diaria. (Gil, 2010). Por otro lado Carrasco y Encina (2008) mencionan que el contenido de fibra en frutas nativas del Perú oscila entre 0,9 % presentado por la papaya del monte y un máximo 4,5 por ciento presentado por el tomate de árbol.

## **2.6. EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO**

FAO (1993) menciona que el extracto libre de nitrógeno agrupa a todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal (cenizas, proteínas, lípidos y fibra cruda). Se encuentra constituido principalmente por carbohidratos digeribles, tales como azúcares y almidón; así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados.

Las frutas son una gran fuente de carbohidratos, estas pueden hallarse bien en forma de polímeros o azúcares. Los principales azúcares son la glucosa, la sacarosa y fructosa, son los que le otorgan un sabor característico y proporcionan energía. En algunas frutas se puede encontrar el almidón, a lo largo de su maduración, como la chirimoya, mango y en el plátano, que aún en fruto maduro puede ser mayor al 3 por ciento. (Fenema, 2011).

La acumulación de sustancias hidrocarbonadas, traslocadas a los frutos desde las hojas adultas, constituye lógicamente otro punto clave del desarrollo de los frutos. Evidentemente esta alimentación depende de la superficie foliar disponible (número de hojas y superficie media de las mismas) y de la intensidad de la fotosíntesis; y ambos factores condicionan el volumen de los frutos, su color y su calidad gustativa. (Gil-Albert, 1989).

## **2.7. SOLIDO SOLUBLES TOTALES**

Los sólidos solubles totales estiman el contenido de azúcares totales presentes en los frutos (López, 2003). Además de otros componentes como los ácidos, sales y otros compuestos solubles en agua que se encuentran presentes en el jugo de las células de la fruta. (Camacho, 2002).

Mendoza (2010) menciona que los valores de sólidos solubles aumentan con el estado de maduración de las frutas ocasionados por procesos de hidrólisis del almidón en azúcares más simples.

Se emplea comercialmente como un índice de calidad del fruto por guardar una alta correlación positiva con el contenido de azúcares (Montaño et al., 2009).

### 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)

Rojas (2013) reporta los principales componentes alimenticios del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.); cantidad de proteínas, lípidos, fibras, cenizas, extracto libre de nitrógeno y grados Brix. Se observa que los componentes alimenticios de mayor proporción son el de proteína y fibras, y el componente alimenticio de menor proporción son los lípidos (Ver tabla 1).

**Tabla 1: Composición fisicoquímica del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.) por 100g de porción comestible.**

Constituyentes	Cantidad					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Humedad (%)</b>	86,03-87,07	87,5	82,7-87,8	85,46	85,9	88,72±0,12
<b>Proteínas crudas (g)</b>	2,00	1,3	1,5	1,86	2,2	1,49±0,02
<b>Lípidos (g)</b>	-	0,3	0,06-1,28	0,63	0,9	0,34±0,01
<b>Extracto libre de nitrógeno (g)</b>	7	9,9	10,3	10,03	10,3	7,50±0,15
<b>Fibras crudas (g)</b>	1,1	-	1,4-4,2	1,20	1,6	1,11±0,02
<b>Cenizas (g)</b>	0,60	1,1	0,61-1,28	0,82	0,7	0,83±0,03
<b>°Brix</b>	10,50-11,60	-	10	-	-	11,09±0,27

**FUENTE:** (1) MAG/IICA (2001), (2) Collazos et al. (1996), (3) Morton (1987) citados por Rojas (2013), (4) Guevera (1985), (5) Leung (1961) citados por Alvines (2006), (6) Rojas (2013)

### 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRUTOS NATIVOS DEL PERÚ

Carrasco y Encina (2008), indican que existe muy poca información sobre la composición química de los frutos nativos del Perú por lo que es necesaria su revalorización, ya que en su mayoría son pocos o nada conocidas fuera de sus regiones de origen, y podría ser de gran beneficio para el poblador rural.

En la tabla 2 se presenta un resumen de los resultados del estudio de análisis de la composición proximal de 6 especies de frutas nativas del Perú. Todas las frutas tienen un elevado contenido de humedad, destacando entre ellas la papaya de monte con un 93,7 por

ciento de contenido de agua y la tuna roja con el menor contenido de agua con un 78,4 por ciento. Con respecto al contenido de proteína cruda los valores más altos lo tiene el aguaymanto con 1,9 por ciento de contenido y la tuna verde con 1,5 por ciento. Para el caso del contenido de fibra cruda la tuna naranja presenta el valor más alto con 3,9 por ciento, seguido de la tuna verde con un 3,7 por ciento. El contenido de grasa cruda es de 0,1 por ciento en la mayoría de las frutas exceptuando al aguaymanto y a la papaya de monte que tienen 0 por ciento de contenido de grasa. En cuanto al contenido de carbohidratos la tuna roja tiene el valor más alto con un 20,1 por ciento seguido de la tuna naranja con un 17,9 por ciento.

**Tabla 2: Composición proximal de cinco especies de frutas nativas peruanas y tomate.**

<b>Componente</b>	<b>Tuna verde (1)</b>	<b>Tuna roja (1)</b>	<b>Tuna naranja (1)</b>	<b>Aguaymanto (1)</b>	<b>Papaya del monte (1)</b>	<b>Tomate (2)</b>
<b>Humedad</b>	81,7	78,4	80,6	79,8	93,7	94,7
<b>Cenizas</b>	0,4	0,4	0,5	1	0,5	0,5
<b>Proteína cruda</b>	1,5	0,9	0,9	1,9	0,9	1,0
<b>Fibra cruda</b>	3,7	3,5	3,9	3,6	0,6	1,0
<b>Grasa cruda</b>	0,1	0,1	0,1	0	0	0,2
<b>Carbohidratos</b>	16,3	20,1	17,9	17,3	4,9	2,6
<b>Energía total (Kcal/ 100g de muestras)</b>	72,1	85,3	76,1	76,8	23,2	

FUENTE: (1) Carrasco y Encina (2008) y (2) Belitz et al. (2011)

## 5. COLOR

Cuando una muestra absorbe luz visible, el color que percibimos es la suma de colores restantes que son reflejados o transmitidos por un objeto y que indican en nuestros ojos (Brow et al., 2009). Además la CIE o Commission Internationale de l'Eclairage (que se traduce como Comisión Internacional de la Iluminación) que es la institución responsable de las recomendaciones internacionales para la fotometría y colorimetría menciona que nuestro ojo requiere tres cosas para ver color: una fuente de luz, un objeto y un observador o procesador. Los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en el espacio de color. Estos espacios incluyen CIE XYZ, CIE L\*a\*b\* y CIE L\*C\*h°. (X-rite, 2007).

## 5.1. COLOR DE LA CÁSCARA DEL FRUTO

Para determinar el color de la cáscara del fruto se utilizó el espacio CIE  $L^*a^*b^*$ , donde  $L^*$  es un indicador de la luminosidad cuyos valores van de 0 (negro) a 100 (blanco) y las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  son indicadores de la cromaticidad donde los valores positivos para el parámetro  $a^*$  van en la dirección de los rojos y los valores negativos en la dirección verdes; mientras que los valores positivos para el parámetro  $b^*$  van en la dirección de los amarillos y los valores negativos en la dirección de los azules. (Westland, 2001).

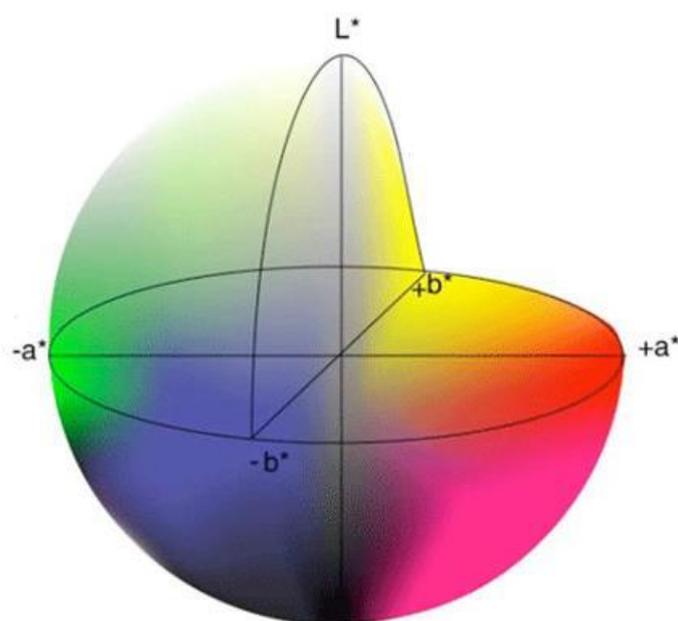


Figura 3: Muestra el espacio de color de CIELAB

FUENTE: Dimitris Ploumidis

## 5.2. COLOR DE LA CÁSCARA DE FRUTOS COMERCIALES

Durante el proceso de maduración la clorofila se va degradando y paso a los pigmentos (carotenoides, licopeno, etc.) que le darán el color característico a los frutos maduros y es un indicador que los frutos son aptos para el consumo, como se aprecia en la tabla 3 el plátano según Mejía (2013) presente en las cromaticidades  $b^*$  y  $a^*$  valores de 36,77 y 2,27 respectivamente que vendría a ser tonalidad amarilla, para la mora según Padilla (2013) los valores de  $a^*$  y  $b^*$  son 14,10 y 4,12 dando una tonalidad roja, el durazno según García (2006) tiene valores de  $a^*$  18,7 y  $b^*$  32,03 que vendría hacer un tono anaranjado y por

último el tomate variedad larga vida según Domene y Segura (2014) presenta un tono anaranjado con los valores en  $a^*$  y  $b^*$  de 21, 23 y 22,13 respectivamente.

**Tabla 3: Coordenadas CIELAB de 4 frutas comerciales.**

<i>Fruta</i>	<i>Coordenadas CIELAB</i>		
	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
<i>Plátano (1)</i>	32,96	2,27	36,77
<i>Mora (2)</i>	21,31±1,22	14,10±3,17	4,12±1,52
<i>Durazno (3)</i>	60,29	18,70	32,03
<i>Tomate variedad larga vida (4)</i>	38,96	21,23	22,13

FUENTE: (1) Mejia (2013), (2) Padilla (2013), García (2006) y (4) Domene y Segura (2014)

## 6. EVALUACIÓN FITOQUÍMICA

Consiste en una serie de métodos para la detección preliminar de los diferentes constituyentes químicos en las plantas, basados en extracción de estos solventes apropiados y en la aplicación de pruebas de coloración. (Lock, 1994).

### 6.1. METABOLITOS

Los metabolitos celulares son todos aquellos compuestos que le permiten a las células poder realizar sus diferentes funciones. Se encuentran divididos en dos tipos de acuerdo a su importancia para el metabolismo celular: Metabolitos primarios y metabolitos secundarios (Luque, 2009).

#### 6.1.1. METABOLITOS PRIMARIOS

Los metabolitos primarios tienen un rol esencial en el metabolismo de las plantas y son constituyentes universales presentes en todas las plantas. Entre ellos podemos citar: azúcares, proteínas, amino ácidos, ácidos nucleares, clorofila, etc. (Harbone, 1999).

### a. Aminoácidos libres

La fracción de los compuestos nitrogenados solubles está formada como promedio por un 50% de aminoácidos libres. La composición y tipo de aminoácidos es característica de cada especie de fruta y puede servir por tanto para la caracterización analítica de productos a base de frutas. (Belitz et al., 2011).

Durante la maduración de consumo suele ocurrir disminución de aminoácido y aumenta de proteínas, entre las cuales se encuentran, principalmente, las enzimas que participan en los procesos involucrados, con cambios cualitativos y aumento de ARN, en la senectud, cuando baja el ritmo metabólico, la situación se revierte. La inhibición de la síntesis de proteínas inhibe también la maduración. (Gil, 2010).

### 6.1.2. METABOLITOS SECUNDARIOS

Se entiende por metabolitos secundarios a todos los componentes químicos no incluidos dentro de los metabolitos primarios, sustancias que aparentemente cumple un rol esencial en el metabolismo vegetal y cuya distribución varía de acuerdo a factores taxonómicos y bióticos. Una clasificación más adecuada de los metabolitos secundarios es en función a su biogénesis u origen biosintético; bajo esta premisa, se puede clasificar a los compuestos fitoquímicos en 3 grandes grupos biogénéticos: terpenoides, alcaloides incluyendo compuestos nitrogenados relacionados y compuestos fenólicos. (Harbone, 1999).

### a. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos abarcan un gran número de sustancias que poseen en común un anillo aromático unido a uno o más sustituyentes hidroxilo, y que ocurren frecuentemente como glicósidos, combinados con unidades de azúcar. Son relativamente polares y tienden a ser solubles en agua. (Lock, 1994), como se puede ver en la figura 4.

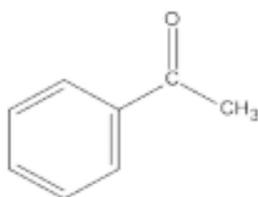


Figura 4: Estructura fenólica básica: Acetofenonas, Ácidos fenilacéticos

FUENTE: Coavoy (2015)

La actividad fisiológica de los compuesto fenólicos de las plantas es muy diversa. Algunas de ellos pueden actuar en la fisiología interna de las plantas que los contienen, otros pueden tener importancia en la ecología, algunos intervienen en el transporte electrónico fotosintético y en la regulación de las actividades de enzimas como la indol-3-acético oxidasa y la glucosa-6-fosfato dehidrogenasa, y en las proxidasas (Valencia, 1995).

### **a.1. Quinonas**

Las quinonas son pigmentos que se encuentran en las plantas ya sea de forma libre o combinadas con azúcares formando glicósidos. Las quinonas naturalmente varían su color desde el amarillo pálido hasta el color casi negro. Se conocen más de 450 estructuras quinoideas, y aunque están ampliamente distribuidas en la naturaleza, contribuyen poco a la coloración de las plantas superiores debido a que se encuentran enmascaradas por otros pigmentos (Valencia, 1995). En la figura 5 se observa la molécula más simple del grupo quinona.

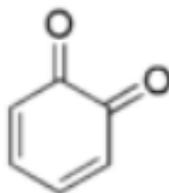


Figura 5: **Estructura básica de las quinonas: benzoquinonas**

*FUENTE: Coavoy (2015)*

### **a.2. Taninos**

Los taninos son compuestos fenólicos ampliamente distribuidos en las plantas, sobre todo en especies leñosas. Tienen la propiedad de reaccionar con proteína formando copolímeros insolubles en agua. Forman precipitados de color azul oscuro o negro verdoso con las sales férricas (Valencia, 1995). Los taninos poseen importancia por su influencia en el sabor de las frutas, su presencia provoca la aparición de un sabor áspero y astringente, el cual es característico por ejemplo de las manzanas inmaduras (Belitz et al., 2011).

### a.3. Flavonoides

Los flavonoides constituyen el grupo de metabolitos secundarios más numerosos y distribuidos en las plantas. Son estructuras derivadas del núcleo aromático 2-fenilbenzopirano y están arreglados bajo el sistema C6-C3-C6. Estas sustancias se encuentran con frecuencia en forma de glicósidos. La principal función de los flavonoides además de ser pigmentos presentes en las flores y frutos, es de atraer insectos y animales con fines de polinización y dispersión de semillas. La acción farmacológica de los flavonoides es amplia por ejemplo: actividades contra la fragilidad capilar, dilatadores de coronarias, espasmolítica, antihepatóxica, estrógena y diurética (Lock, 1994 y Valencia, 1995). En la figura 6 se observa la molécula base de los flavonoides subgrupo de los flavonoides.

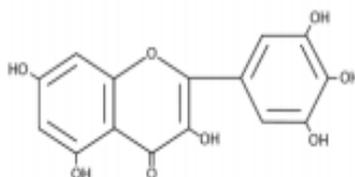


Figura 6: **Estructura básicas de los flavonoides**

*FUENTE: Coavoy (2015)*

Las proantocianidinas, que también forman parte de los flavonoides, se detectaron por vez primera en las semillas del cacao, se han hallado proantocianidinas diméricas en manzanas, peras, nuez de cola y otros frutos. Son compuestos incoloros, se sabe que estos compuestos se degradan en presencia de aire o de luz para dar derivados estables de color pardo-rojo. Contribuyen de manera significativa al color del zumo de manzana y de otros zumos de frutas y al poder astringente de algunos alimentos.

Son sinónimo de taninos condensados y se encuentran en frutas, bayas, legumbres, nueces, cacao y vino. Su abundancia en los alimentos vegetales las convierte en un parte importante de la dieta humana. Son muchos de los estudios in vitro e in vivo que han demostrado los efectos potenciales cardio protectores de las proantocianidinas en la especie humana. (Fennema, 1993).

## **b. Alcaloides**

Los alcaloides derivan principalmente de los aminoácidos ornitina, lisina, fenilalanina (o tirosina), triptófano y del ácido antranílico. (Lock, 1994).

Son compuestos básicos nitrogenados como parte de un anillo heterocíclico, generalmente están mayormente distribuidos en plantas, pero han sido reportados también en sustancias excretadas por animales. Estas sustancias poseen una amplia gama de estructuras alrededor de diez mil estructuras de alcaloides y actividades fisiológicas que no es alcanzada por ningún otro grupo de productos naturales. La acción de los alcaloides en las plantas no ha sido definida claramente, aunque se cree que actúan como repelentes de la herbivoría o que puede ser una forma de almacén de nitrógeno. El interés en el estudio de alcaloides radica en que muchos de ellos poseen propiedades medicinales, muchos son usados como medicamentos, por ejemplo, codeína, morfina, etc. (Harborne, 1999).

## **c. Terpenos**

En el reino de las plantas, especialmente en aquellas que contienen clorofila, se encuentra un grupo de compuestos de diversas estructuras llamados terpenos; todos tienen un origen biosintético común, están formados por la unión de dos o más unidades de isopreno, o bien, existen como una variación de esta misma unidad. (Valencia, 1995).

El amplio uso de los terpenoides, tanto en la industria como en la medicina, ha despertado el interés por encontrar nuevas fuentes y por el conocimiento de nuevas estructuras químicas (Lock, 1994).

### **c.1. Triterpenos**

Los triterpenos se encuentran muy distribuidos tanto en el reino vegetal como en el animal, particularmente en resinas, corchos y cutina de las plantas. Estos compuestos se encuentran en la naturaleza en forma de ésteres, glicósidos o en estado libre. Son sustancias incoloras, cristalinas, de alto punto de ebullición y óptimamente activas. Los triterpenos se pueden dividir en cuatro grupos de compuestos: los triterpenos verdaderos, los esteroides, las saponinas y los glicósidos cardiacos.

Ciertos triterpenos son notables por su sabor amargo; la limonina, principio amargo de los frutos de Citrus es un ejemplo. Estos compuestos están principalmente en las Rutáceas, Meliáceas y Simarrubáceas. (Valencia, 1995).

### **c.2. Compuestos esteroidales**

Los esteroides son alcoholes secundarios policíclicos con estructura de ciclopentanofenantreno (Valencia, 1995). Los esteroides, biogénicamente están muy relacionados a los triterpenos, y con un esqueleto cíclico base igual que los triterpenoides tetracíclicos, de ciclopentanoperhidrofenantreno (Lock, 1994).

### **c.3. Cardenólidos**

Los cardenólidos son el grupo predominante en la naturaleza, son esteroides con veinte y tres carbonos con un anillo de  $\gamma$  lactosa  $\alpha: \beta$  no saturada (butenólido). Los cardenólidos se encuentran en casi todas las partes de la planta: semilla, hojas, tallos, ramas pequeñas, troncos, cortezas raíces, rizomas y bulbos. La cantidad total, distribución relativa y composición, varían con las diferentes genéticas individuales, las condiciones climáticas y ecológicas, el estado de desarrollo de la planta, el tiempo de cosecha, el modo de secado, etc. Los cardenólidos se usan en la medicina y se tiene mucha información en cuanto a la relación estructura-actividad (Valencia, 1995).

## **7. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES. MÉTODO DE ICP**

### **7.1. LA ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA DE PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO (ICP EPA)**

La espectroscopia de emisión atómica en plasma se basa en la atomización de la muestra, la ionización parcial de los átomos de los elementos a analizar y la excitación de los átomos y de los iones en un plasma, para obtener la emisión característica de los átomos presentes. El plasma actúa como un almacén de energía que es transferida a los analitos. Las elevadas temperaturas que se alcanzan en el plasma ICP permiten la atomización y excitación de la mayoría de los elementos del Sistema Periódico, incluso elementos refractarios y no metales como Cl, Br, I, o S. (Ríos et al., 2012).

### **7.2. MINERALES**

Guardiola y García, (1990) mencionan que alrededor del 90 por ciento del peso seco de las plantas está constituido por carbono, hidrogeno y oxígeno, elementos que obtienen del aire y del agua. El 10 por ciento restante, que responde a los demás elementos, constituye la denominada fracción mineral. En su mayor parte, estos elementos son tomados del suelo por las raíces. Según Belitz et al. (2011) los minerales son aquellos componentes de los tejidos vegetales que restan como cenizas cuando estos son incineran. Los minerales se dividen: macroelementos, elementos trazos y elementos ultratrazas.

Los macroelementos (Na, K, Ca, Mg, Cl, P) son esenciales para el ser humano en cantidades mayores a 50mmg/día. Los elementos traza (Fe, Y, F, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co, Ni) son esenciales a concentraciones menores a 50mg/día se han elucidado sus acciones bioquímicas. Los elementos ultratrazas (Al, As, Ba, Bi, B, Br, Cd, Cs, Ge, Hg, Li, Pb, Rb, Sb, Si, Sm, Sn, Sr, Tl, Ti, W).

Además según Gil (2010) el potasio, junto con el fósforo son los minerales más representativos en las frutas, pueden llegar a representar el 50% de las cenizas. Otro minerales presentes son; calcio, hierro, magnesio, sodio (en pequeñas proporciones) y zinc. En la tabla 4 se observa datos de minerales cuantificados en el fruto del sachá tomate por diversos autores.

**Tabla 4: Contenido de minerales del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

<b>Minerales</b>	<b>Cantidad 100 g porción comestible.</b>			
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>
<b>Calcio (mg)</b>	9	18	3,9-11,3	9,0
<b>Fósforo (mg)</b>	41-37	28	52,5-65,5	48
<b>Hierro (mg)</b>	0,90	0,2	0,66-0,94	0,8

FUENTE: (1) MAG/IICA (2001), (2) Collazos et al. (1996), (3) Morton (1987) citados por Rojas (2013), (4) Leung (1961) citados por Alvines (2006).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. ZONA DE ESTUDIO

La fase de campo se realizó en la provincia de Celendín y la provincia de Cajamarca en la región Cajamarca. El muestreo se realizó en dos zonas; en el distrito de Celendín y el anexo de Huayrapongo en el distrito de Llacanora, según como se observa en la figura 7 y en la tabla 5 se muestra las coordenadas de los árboles muestreados.

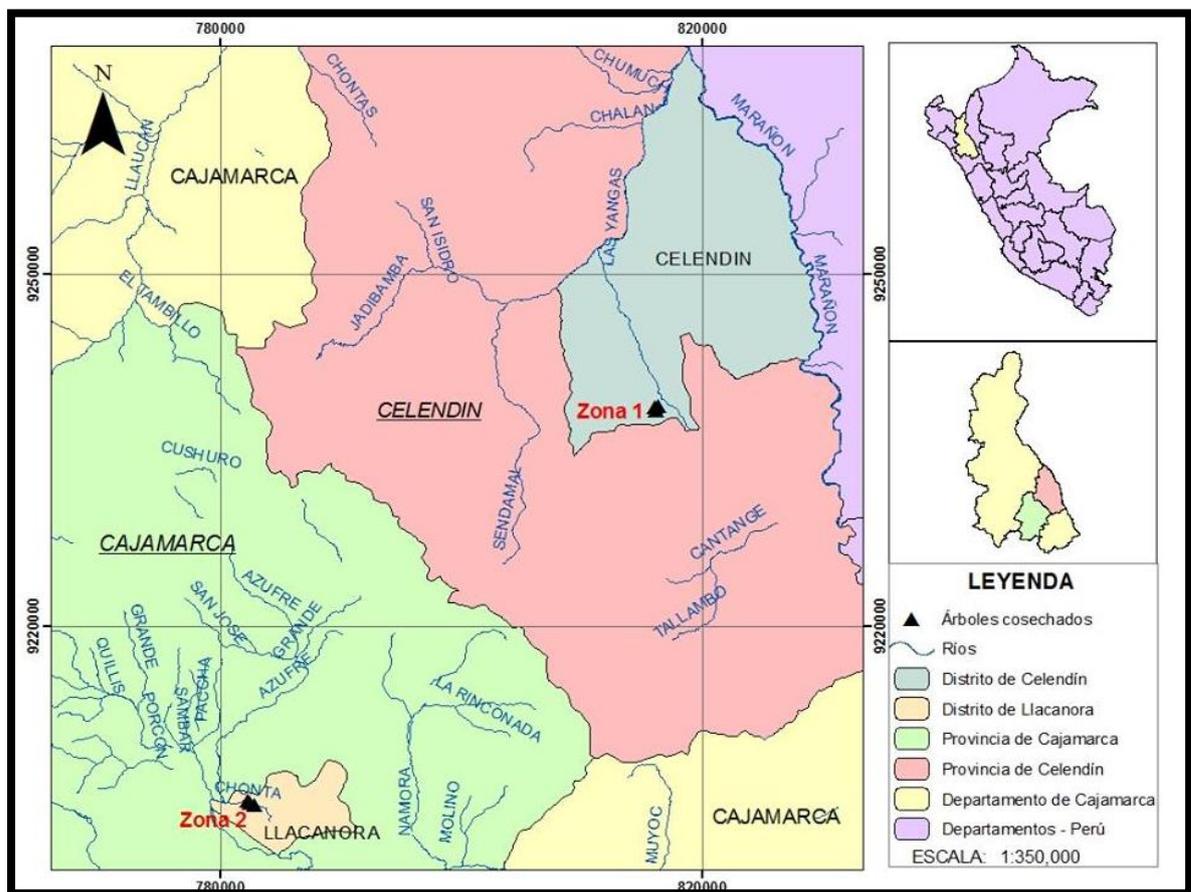


Figura 7: Mapa de ubicación de los árboles cosechados de sacha tomate, en Cajamarca.

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 5: Árboles muestreados en coordenadas UTM 17 M**

<b>Celendín</b>		<b>Huayrapongo</b>	
<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
816458	9238834	782931	9204824
816302	9238419	782517	9205014
816153	9238734	782345	9205169

*FUENTE: Elaboración propia.*

### **1.1. CELENDÍN (ZONA 1)**

#### **1.1.1. CLIMA**

La temperatura mínima anual promedio es de 9,9°C, máxima anual promedio de 19,9°C y media anual promedio es de 14,2°C, la precipitación promedio total anual es de 986,41 mm (ver Anexo 10.A).

#### **1.1.2. RELIEVE**

Se encuentra en una topografía casi a llana a fuertemente inclinada, con pendiente promedio de 2-20 por ciento. (ONERN, 1975).

#### **1.1.3. SUELO**

Presenta suelos con perfil AC o A (B) C, desarrollados a partir de materiales coluvio aluviales, provenientes principalmente de zonas de calizas o de arenisca y cuarcita impregnadas de carbonatos. Presentan en la superficie un horizonte A mólico bien desarrollado, de 15 a 30 cm de grosor, de tonalidades pardo oscura a pardo grisáceas muy oscura de textura moderadamente fina a fina. El contenido orgánico es bajo a bien bajo provisto de (1,3-6,9 por ciento). La reacción es neutra (pH 6,8-7,3) y la saturación de base es alta (96-100 por ciento).

El subsuelo está constituido por un horizonte B poco desarrollado o un B cámbico, de tonalidades pardo grisáceas a pardas, de textura moderadamente fina a fina, con alta saturación de bases. A veces, falta este horizonte. Descansa sobre estratos profundos de características de textura similares. (ONERN, 1975).

Por su lado Poma y Alcántara (2011) indican que parte del distrito de Celendín, siendo este el lugar donde se recolectaron los frutos, pertenece al grupo de Phaeozem que está constituida por suelos desarrollados a partir de depósitos de material detrítico fino de diferente naturaleza, areniscas, cuarcitas, lutitas y en algunos casos de calizas, de origen

aluvio coluvial; con un perfil de tipo ABC o A(B)C; moderadamente profundos a muy profundos, se localizan en laderas suaves y planicies, de texturas medias en superficie y pesadas en profundidad, con buena capacidad de retención de humedad, drenaje bueno, reacción moderadamente ácido a moderadamente alcalina, pendientes ligeramente inclinada a inclinada, pudiendo llegar a moderadamente empinada, con una permeabilidad moderada a moderadamente lenta; son ligeramente pedregosos y erosión moderada. La fertilidad natural de estos suelos es media; con niveles medios en materia orgánica, niveles medios en nitrógeno total, medios a altos en fósforo disponible, altos en potasio disponible y saturación de bases alta. De acuerdo a estas características físicas y químicas se trata de suelos de fertilidad media, que muy bien pueden ser dedicados a actividades agrícolas y pecuarias.

#### **1.1.4. COBERTURA VEGETAL**

La vegetación natural clímax prácticamente no existe en la mayor parte de la zona de Vida, a consecuencia de la sobreutilización por el uso agrícola y ganadera. Entre las especies propias de la Zona de Vida, se tiene el “aliso” (*Alnus jorullensis*), sauce (*Salix humboltiana*), sacuara (*Cortaderia rudiusscula*), zarzamora (*Rubus roseus*) y *Bacharis spp.* (ONERN, 1975).

#### **1.1.5. USO ACTUAL**

Las tierras son dedicadas a la producción agrícola. (ONERN, 1975).

#### **1.1.6. ZONAS DE VIDA**

Según el Sistema de Clasificación de las Zonas de Vida de Holdridge, L. R., el distrito de Celendín se encuentra ubicado dentro de la zona de vida conocida como Bosque húmedo-Montano bajo tropical (bh-MBT) (ONERN, 1995).

### **1.2. HUAYRAPONGO (ZONA 2)**

#### **1.2.1. CLIMA**

La temperatura mínima anual promedio es de 6,3°C, máxima anual promedio de 20,8°C y media anual promedio es de 13,6°C y la precipitación promedio total anual es de 499,40 mm (ver Anexo 10.B).

#### **1.2.2. RELIEVE**

Laderas inclinadas o muy empinadas, con pendientes entre 10 y 70 por ciento. (ONERN, 1975).

### **1.2.3. SUELO**

El suelo del anexo de Huayrapongo es del tipo Litosol éutrico, son suelos con perfil AR, desarrollados a partir de materiales volcánicos, calizas, arenisca y cuarcita, pero determinados esencialmente por las condiciones climáticas prevalentes. Presenta en la superficie un horizonte A ócrico o mólico, delgado, de tonalidades pardo oscuras o pardo rojizas oscuras, de textura media principalmente. El contenido orgánico es bajo o medianamente provisto (2-5,5 por ciento). La reacción es fuertemente acida a ligeramente alcalina (5,4-7,4), pero con una saturación de base alta (70-100 por ciento). El material madre está constituido por la roca dura, continua y coherente. (ONERN, 1975).

Además Poma y Alcántara (2011) indican que el suelo del anexo de Huayrapongo pertenece al grupo de Leptosol que son suelos desarrollados mayormente a partir de rocas areniscas cuarcíticas y en partes derivados de rocas calizas y volcánicas. El perfil dominante es A/R, A/C y abundantes afloramientos rocosos. Estos suelos son muy superficiales a superficiales, su distribución es bastante amplia, desde la parte más baja hasta las regiones altoandinas localizándose mayormente en laderas de colina y de montañas, presenta una textura ligera a media, drenaje mayormente excesivo, con escasa capacidad de retención de humedad, con una permeabilidad moderada a moderadamente rápida, de reacción desde fuertemente ácido a ligeramente alcalina, pendientes inclinadas a fuertemente empinadas, pedregosos y erosión severa. La fertilidad natural de estos suelos es baja; con niveles bajos de materia orgánica, niveles medios a bajos en nitrógeno total, medios en fósforo disponible, medios a altos en potasio disponible y saturación de bases baja a media. Su aptitud se orienta a tierras de protección como refugio de la fauna silvestre.

### **1.2.4. COBERTURA VEGETAL**

La vegetación natural ha quedado bastante reducida y alterada por la acción humana a través de los siglos. La vegetación primaria ha sido eliminada sobre grandes extensiones para dar lugar a cultivos y a una vegetación secundaria por gramíneas, arbustos y árboles dispersos, entre las especies que se observan con mayor frecuencia, se tiene el molle (*Schinus molle*), huaranhuai (*Stenolobium sambucifolium*), tara (*Caesalpinia tinctora*), capulí (*Prunus capollin*), mutuy (*Cassia sp*), quishuar (*Buddleia incana*), aliso (*Alnus jorullensis*), sauco (*Sambucus peruviana*), retama (*Spartium junceum*), chamana (*Dodonaea viscosa*), maguey (*Agave americana*), tuna (*Opuntia ficus indica*), etc. (ONERN, 1975).

### **1.2.5. USO ACTUAL**

Las tierras son dedicadas a la producción agropecuaria. (ONERN, 1975).

### **1.2.6. ZONAS DE VIDA**

Según el Sistema de Clasificación de las Zonas de Vida de Holdridge, L. R., el anexo de Huayrapongo se encuentra ubicado dentro de la zona de vida conocida como Bosque seco-Montano bajo tropical (bs-MBT) (ONERN, 1995).

## **2. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **2.1. MATERIALES Y EQUIPOS DE CAMPO**

#### **2.1.1. MATERIALES**

- Bolsas herméticas.
- Tijera de podar.
- Paquetes de etiquetas plastificadas
- Lápiz.
- Plumón indeleble.
- Prensa.
- Libreta de campo.

#### **2.1.2. EQUIPOS**

- Receptor GPS GARNIM 60.
- Cámara fotográfica digital PANASONIC DMC-XS1.

### **2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO**

#### **2.2.1. MATERIALES**

- Frutos maduros del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).
- Desecadores.
- Caja de guantes quirúrgicos.
- Rollos de papel toalla.

- Paquete de bolsas con cierre hermético.
- Vasos de precipitados.
- Guantes anticorrosivos.
- Guantes para el calor.
- Mascarilla de gases orgánicos.
- Balones de 250 mL
- Mangueras de jebe.
- Matraces de 250 mL, 100 mL y 50 mL
- Crisoles.
- Pipetas.
- Mallas de asbesto.
- Pizeta.
- Fiolas de 1l, 500mL, 100mL.
- Frascos de vidrio.
- Embudo buchner.
- Soportes universales.
- Papel filtro de filtración rápida.
- Parafilm.
- Papel aluminio.
- Agua destilada.

### 2.2.2. EQUIPO

- Estufa <<Heraeus>> de temperatura máxima 110°C.
- Termómetro de mercurio de temperatura máxima 250 °C.
- Mufla <<Thermolyne>>, de temperatura máxima 1200°C.
- Extractor Soxhlet.
- Microdestilador kjedahl.
- Microdigestor kjedahl.
- Balanza digital <<Ohaus>>, de capacidad 200 g y precisión 0,1mg.
- Bomba de filtración al vacío GAST, máxima presión 4,08 bar/60 PSI.
- Cocina eléctrica.
- Vernier digital.
- Penetrometro Force Gauge << PCE-FM200>>
- Colorímetro Lovibond <<LC100>>
- Brixometro ATAGO (N-2E)

### 2.2.3. REACTIVOS

- Éter de petróleo.
- Hidróxido de sodio al 42% (NaOH p.a.)
- Ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a.)
- Rojo de metilo 0,1%
- Catalizador para digestión ( 100g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,25g CuSO<sub>4</sub>)
- Ácido sulfúrico 1,25% (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.25%)
- Hidróxido de sodio 1,25% (NaOH 1.25%)

- Alcohol metílico.
- Cloroformo.
- Gelatina salada.
- FeCl<sub>3</sub>.
- Ninhidrina.
- Shinoda (HCl+Mg)
- Carr-Price.
- Bornträger.
- Kedde.
- Mayer.
- Dragendorff.
- Rosenheim.
- Alcohol amílico.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. OBTENCIÓN DE LOS FRUTOS**

La obtención de los frutos de *Solanum betaceum* Cav. utilizados para el presente estudio, fueron recolectados en dos zonas, las cuáles se describen a continuación:

Celendín (Zona 1): la zona de estudio pertenece al distrito de Celendín, los árboles se encontraban cerca de parcelas de producción y tenían incidencia solar desde tempranas horas de la mañana. La recolección de los frutos se llevó a cabo en el mes de abril.

Huayrapongo (Zona 2): la zona de estudio pertenece al anexo de Huayrapongo distrito de Llacanora, los árboles se encontraban en la ladera del cerro a la sombra de éste durante las primeras horas de la mañana y cerca del río Cajamarquino. Los frutos se recolectaron en el mes de abril.

Se cosecharon los frutos de tres árboles por zona de los cuales se obtuvo aproximadamente 1,5 kg por árbol, al momento de la cosecha se seleccionó los frutos maduros, en buen estado físico y sanitario.

Los frutos fueron embalados en un balde y protegidos con periódicos para evitar que se maltraten durante el viaje a Lima y el traslado al Laboratorio de Pulpa y Papel (LPP), Área de Transformación Química perteneciente al Departamento de Industrias de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

### **3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental se realizó por bloques, para lo cual se separaron los estudios en 2 bloques distintos en función a los lugares geográficos en los que se realizarán las cosechas respectivas, siendo estos el distrito de Celendín y el anexo de Huayrapongo.

Dentro de cada bloque se escogieron 3 árboles de donde se tomaron los frutos para los análisis respectivos; para cada análisis se realizaron 5 repeticiones de acuerdo a la norma técnica.

Para el análisis estadístico de la información obtenida se realizaron las pruebas de: Prueba de T de Student determinar si las medias son iguales luego se harán unas pruebas de supuestos utilizando la prueba de Levene para ver la homogeneidad de las varianzas y también la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ver la normalidad.

### **3.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Una vez en el laboratorio se procedió a separar las frutas que hayan sufrido daños físico durante el viaje, las frutas sanas se limpiaron con papel de secar y fueron almacenadas dentro de bolsas con cierre hermético respectivamente codificadas y fueron puestas a congelación para conservar los frutos durante todo el tiempo que duro las pruebas de laboratorio.

Cabe resaltar que los ensayos de dureza de la pulpa, de dimensión, color y masa se realizaron el mismo día que se llegó al laboratorio con la finalidad de obtener datos más reales.

Para realizar las pruebas químicas se trabajó con frutos conservados a  $-4^{\circ}\text{C}$ , esta acción de prevención hizo que el tejido locular se adhiriera a la pulpa imposibilitando su separación en el pulpeo, además por el manipuleo en el proceso de pulpeo hizo que el tejido placentario

forme parte de la muestra. El pulpeo de los frutos se hizo de forma manual, luego se procedió al secado en estufa a 40 °C por aproximadamente una semana. Se trabajó a esta temperatura para evitar en lo posible los cambios en la composición química de las muestras. Después se molió utilizando un tamiz de malla 20 y se empaquetó en bolsas herméticas debidamente codificadas para los posteriores ensayos. En la figura 8 se muestra el diagrama de flujo de los procesos de evaluación del fruto de sachá tomate.

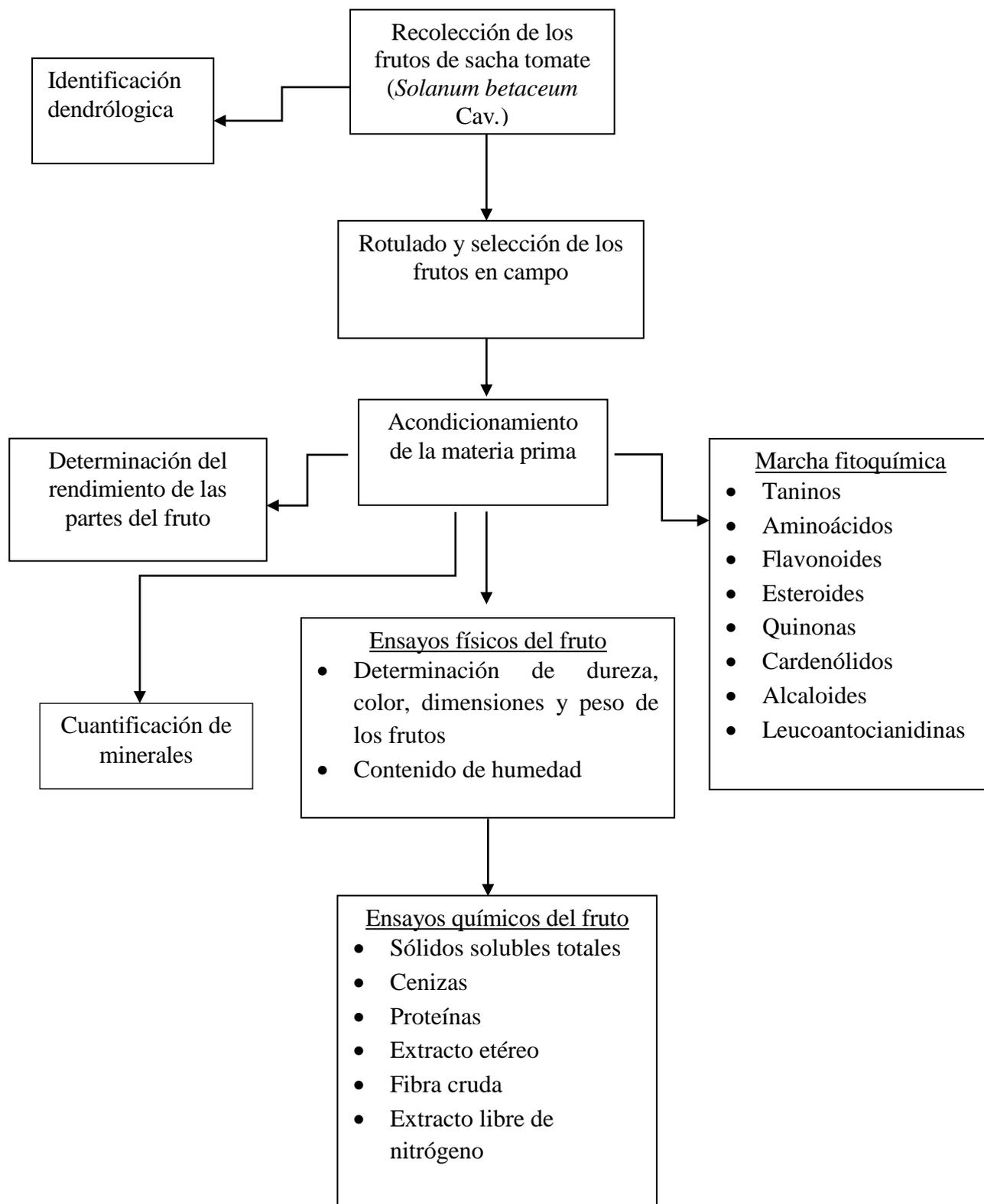


Figura 8: **Secuencia metodológica de la evaluación del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

## 4. ENSAYOS FÍSICOS

La fase experimental se realizó en el laboratorio del Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

### 4.1. RENDIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DEL FRUTO.

Se tomaron 5 frutos de sacha tomate al azar por zona y de forma manual se separaron las partes del fruto, cáscara, pulpa, tejido placentario y locular mas semillas y pedúnculo para luego pesar cada parte. En la figura 8 se muestra las partes del fruto de sacha tomate listos para ser pesados.



Figura 9: Partes del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

### 4.2. MASA DEL FRUTO

Se tomaron 21 frutos al azar por zona y luego fueron pesados individualmente.

### 4.3. DIMENSIONES

Se tomaron 21 frutos de sacha tomate al azar por zona y se utilizó un vernier digital para medir el largo y ancho ecuatorial de cada fruto como se observa en la figura 9.



Figura 10: **Toma de medias de las dimensiones de los frutos de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

#### 4.4. COLOR DE LA CÁSCARA DEL FRUTO

Para las medidas del color de la cáscara se utilizó un colorímetro Lovibond. Se escogió de forma visual al fruto más pintón para que sirva de estándar con la finalidad de obtener el color de los demás frutos. Para este ensayo se tomaron 21 frutos al azar por cada zona y luego se procedió a tomar sus medias de color como se muestra en la figura 10. Se realizaron tres medidas transversales y tres longitudinales. (Márquez et al 2007).



Figura 11: **Toma de coordenadas cromáticas del fruto del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

#### **4.5. DUREZA DE LA PULPA**

Para poder estimar la dureza de la pulpa se ubicó la parte más plana del fruto se pelo esa parte y se puso en contacto con el penetrometro, se presionó suavemente hasta que nos dé una lectura estable. Se tomaron 7 frutos al azar por zona. En la figura 11 se muestra como se realizaron las lecturas de dureza de la pulpa.



Figura 12: **Medida de la dureza de la pulpa de la fruta de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

#### **4.6. CONTENIDO DE HUMEDAD.**

Para determinar el contenido de humedad, se utilizó la metodología descrita por la Association of Official Analytical Chemists AOAC 930.15 (1995) (ver anexo 8) modificado para frutos.

### **5. ENSAYOS QUÍMICOS**

La fase experimental se realizó en el laboratorio del Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

#### **5.1. DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

Este análisis se basó en la Norma de la Association of Official Analytical Chemists AOAC 2007 No 942.05 (ver anexo 8). En la figura 12 se observa los crisoles conteniendo las muestras del fruto en la mufla.



Figura 13: **Crisoles conteniendo cenizas de la pulpa del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

## 5.2. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS °BRIX %).

Para determinar los grados °Brix %, se utilizó la metodología descrita por la Association of Official Analytical Chemists AOAC 942.05 (2007) (ver anexo 8). En la figura 13 se observa la utilización del brixómetro.



Figura 14: **Medición de los grados °Brix del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.)**

### 5.3. LÍPIDOS

Para la determinación el extracto etéreo, se usó el método descrito en la Association of Official Analytical Chemists 954.02 (2007) (ver Anexo 8). En la figura 14 se observa el equipo Soxhlet en el proceso de obtención de lípidos.



Figura 15: **Obtención de lípidos en equipo Soxhlet.**

### 5.4. PROTEÍNAS.

En cuanto a la determinación del contenido de proteínas, se basó en la Norma de la Association of Official Analytical Chemists AOAC 955.04 (2007) (ver anexo 8). La figura 15 muestra el proceso de destilación de proteínas a partir de una muestra preparada.



Figura 16: **Destilación de proteínas.**

### 5.5. FIBRA CRUDA.

Para la determinación la fibra cruda, se usó el método descrito en la Association of Official Analytical Chemists 962.09 (2007) (ver anexo 8). La figura 16 muestra una parte del proceso de obtención de fibras crudas.



Figura 17: **Filtrado con agua caliente de las muestras de sachá tomate (*Solnum betaceum* Cav.)**

### 5.6. EXTRATO LIBRE DE NITROGENO

Se obtuvo por la diferencia de pesos, restando de 100 los porcentajes de lípidos, cenizas, fibras y proteínas. FAO (1993).

$$ELN = 100\% - [\sum(\%Cenizas + \%Proteína\ cruda + \%Extracto\ etéreo + \%Fibra\ cruda) ]$$

### 5.7. CORRECCIONES DE LOS RESULTADOS

Debido a que los análisis normalmente se hacen con muestras preparadas para tal fin, es necesario realizar ciertas correcciones en los resultados para que reflejen el contenido real de nutrientes en el material en las condiciones en que se usará según. (FAO, 1993).

#### 5.7.1. HUMEDAD

Si los análisis se efectuaron en base seca (BS), esto es material deshidratado, es necesario corregir el resultado para expresarlo en base húmeda (BH), tal como se encuentra en el alimento o material para su elaboración, mediante la siguiente expresión:

A = Contenido de nutriente (%/BS)

B = Contenido de humedad del material (%)

Contenido de nutriente (%/BH) =  $(A \times ((100 - B)/100))$

### **5.7.2. LÍPIDOS**

Cuando se usa material desengrasado, por ejemplo en el análisis de fibra cruda, se aplica una expresión similar a fin de obtener un valor representativo de la muestra:

A = Contenido de fibra (desengrasada, %)

B = Contenido de lípidos en el material (%)

Contenido de fibra ajustado (%) =  $(A \times ((100 - B)/100))$ . FAO (1993).

### **5.8. IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS**

La marcha fitoquímica permite determinar de forma cualitativa la presencia de metabolitos secundarios. Se utilizó la metodología que Lock (1994) propone para determinar la presencia de metabolitos secundarios, ver figura 17.

La calificación asignada al término de cada prueba fue como se muestra a continuación:

+: Hubo reacción / reacción positiva

-: No hubo reacción / reacción negativa

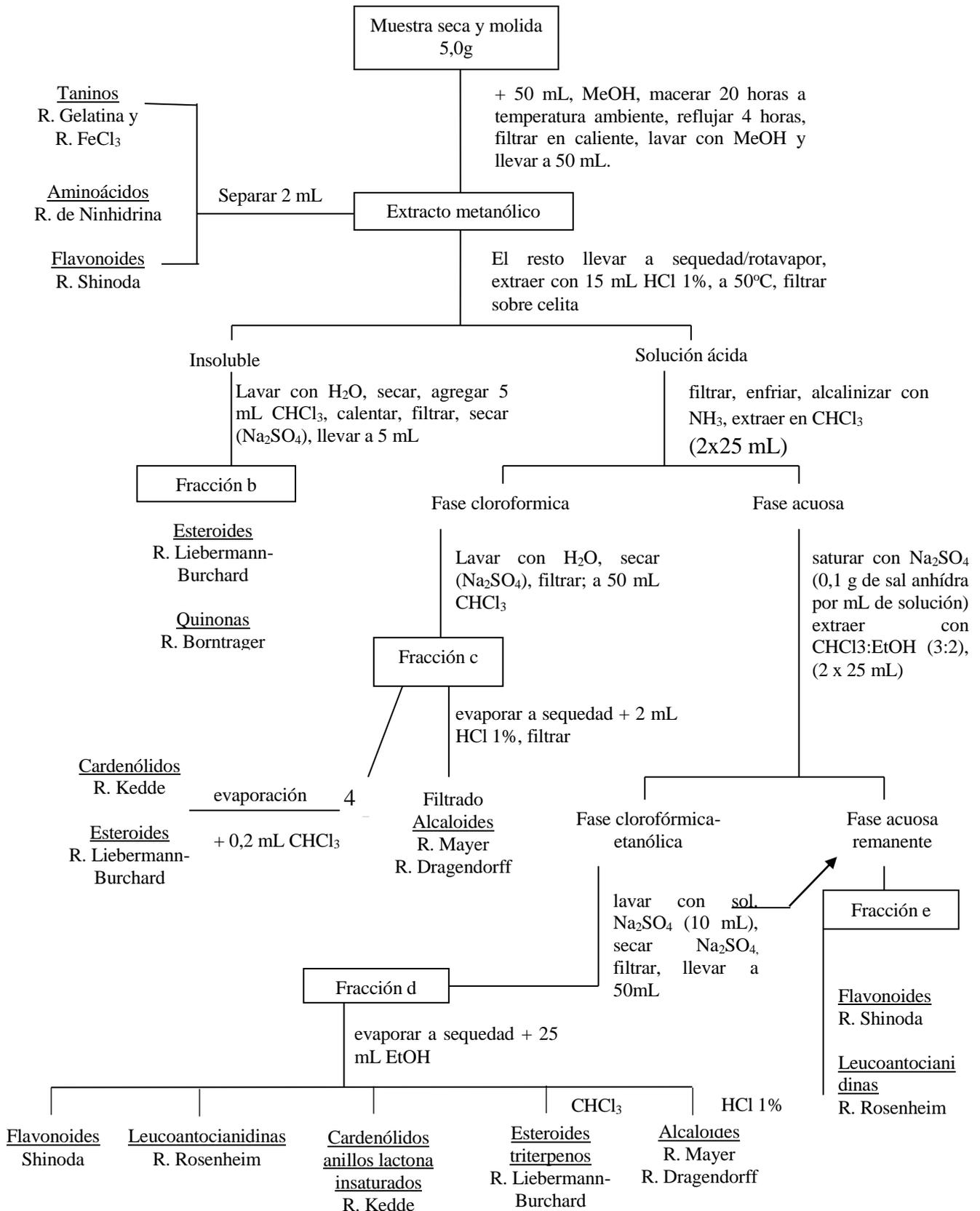


Figura 18: Metodología para la marcha fitoquímica preliminar

FUENTE: Lock (1994)

## **6. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES**

Estos análisis se mandaron hacer a la empresa Certificaciones el Perú S.A. con el método de Espectrometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado IPC (EPA).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. ANÁLISIS DEL FRUTO DE SACHA TOMATE

#### 1.1. RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS COMPONENTES

El rendimiento promedio de las partes del fruto se muestra en la tabla 6 y observamos que el mayor rendimiento lo representa la pulpa, seguido del conjunto semilla, tejido locular y tejido placentario (SLP), la cáscara está en tercer lugar de rendimiento y por último el pedúnculo. A demás se observa en los frutos de Celendín tienen mayor porcentaje de pulpa en comparación a los frutos de Huayrapongo; los frutos de Huayrapongo presentaron un mayor porcentaje de SPL, los frutos de Celendín y Huayrapongo presentaron el mismo porcentaje de cáscara y por último el porcentaje del pedúnculo es mayor en los frutos de Huayrapongo. En la figura 19 se observan los valores del rendimiento promedio y el porcentaje que representa cada parte del fruto.

**Tabla 6:** Muestra el rendimiento de las partes del fruto del *Solanum betaceum* Cav.

<b>Partes del fruto</b>	<b>Característica física</b>			
	<b>Celendín</b>		<b>Huayrapongo</b>	
	<b>Masa en promedio (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Masa en promedio (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cáscara</b>	4,02	6,30	2,98	6,14
<b>Pulpa</b>	52,94	82,90	37,21	76,72
<b>SLP</b>	6,37	9,98	7,86	16,21
<b>Pedúnculo</b>	0,53	0,83	0,45	0,93
<b>Total</b>	63,86	100	48,50	100

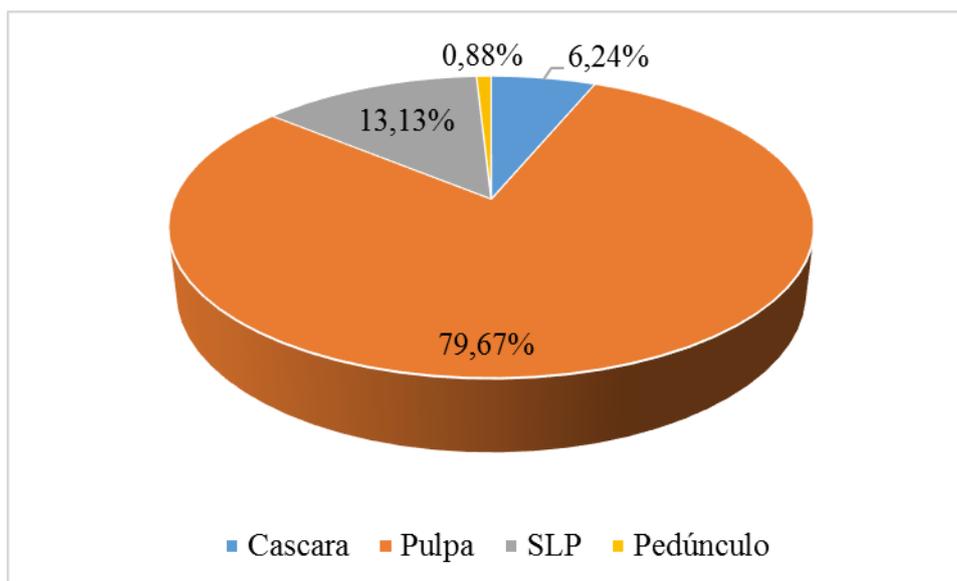


Figura 19: **Rendimiento promedio de las partes del fruto sacha tomate (*Solanum betaceum Cav.*)**

Se aplicó la prueba de t de Student (ver anexo 7.A), donde se demuestra que las medias de la masa de pulpa de la fruta no son iguales en las dos zonas, siendo los frutos de Celendín los que presentan mayor masa de pulpa, esta diferencia se debería a que los arbolitos de Huayrapongo disponían de menos horas de luz directa haciendo menos favorable la fotosíntesis de compuestos carbonados que el fruto demanda durante su desarrollo, también se debería a los tipos de suelos donde están los árboles de sacha tomate; presentando el suelo de Celendín fertilidad media y niveles medios de materia orgánica, mientras el suelo de Huayrapongo tiene fertilidad baja y niveles bajos de materia orgánica como menciona (Poma y Alcántara, 2011).

## 1.2. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

### 1.2.1. MASA DEL FRUTO

Los frutos de Celendín presentaron 65,72 g de masa promedio y los frutos de Huayrapongo 49,89 g de masa promedio, estos últimos presentan menor masa. En la tabla 7 se muestra la información de los valores de masas de los frutos evaluados de las zonas de estudio.

**Tabla 7: Masa mínimo, máxima y promedio de los frutos procedente de las dos zonas de estudio.**

<i>Procedencia</i>	<i>Característica Física</i>		
	<i>Masa mínima (g)</i>	<i>Masa máxima (g)</i>	<i>Promedio ± DS</i>
<b><i>Celendín</i></b>	57,34	78,85	65,72 ± 6,58
<b><i>Huayrapongo</i></b>	35,8	71,96	49,89 ± 8,66

Los resultados de masa se analizaron con la prueba de t-Student (ver Anexo 7.C) que mostró que las medias no son iguales lo que permitió decir que los frutos de Celendín presentan mayor masa que los frutos de Huayrapongo. Estas diferencias en cuanto a masa estaría influenciada por las horas de luz que gozan los árboles de Celendín que promueve una mayor fotosíntesis de compuestos carbonados que el fruto demanda durante su desarrollo y también al tipo de suelo donde se encuentran los árboles como menciona Poma y Alcántara (2011) el suelo de Celendín es favorable para la agricultura a comparación del suelo de Huayrapongo que están clasificados como tierras de protección.

### **1.2.2. DIMENSIONES DEL FRUTO**

Los frutos procedentes del distrito de Celendín presentan mayores dimensiones que los frutos de Huayrapongo como se muestran en la tabla 8 y 9.

**Tabla 8: Largos mínimo, máximo y promedio de las dos zonas de estudio.**

<i>Procedencia</i>	<i>Característica Física</i>		
	<i>Largo mínimo (mm)</i>	<i>Largo máximo (mm)</i>	<i>Promedio ± DS</i>
<b><i>Celendín</i></b>	53,71	75,14	68,30±4,52
<b><i>Huayrapongo</i></b>	54,15	73,64	62,17±4,83

**Tabla 9: Anchos mínimo, máximo y promedio de las dos zonas de estudio.**

<i>Procedencia</i>	<i>Característica Física</i>		
	<i>Ancho mínimo (mm)</i>	<i>Ancho máximo (mm)</i>	<i>Promedio ± DS</i>
<i>Celendín</i>	37,53	45,38	41,61± 2,03
<i>Huayrapongo</i>	34,79	43,93	38,74± 2,27

Al realizar la prueba de t de Student (ver Anexo 7.C) que mostró que las medias no son iguales para el largo y el ancho del fruto, por tanto se puede decir que los frutos de Celendín tienen dimensiones mayores a los frutos de Huayrapongo. Esta diferencia de tamaños podría estar influenciada por el mayor tiempo de luz directa que reciben los árboles de Celendín favoreciendo a la fotosíntesis de carbohidratos demandados por la fruta y el otro factor sería la disposición de nitrógeno en el suelo, que según Poma y Alcántara, (2011), son de niveles de bajo a medio en la zona de Huayrapongo y medios en Celendín, este elemento es fundamental en la síntesis de enzimas que intervienen en el desarrollo y madurez del fruto.

### **1.2.3. COLOR DE LA CÁSCARA DEL FRUTO**

Los estímulos de color para la cáscara del fruto fueron determinados con la medición de los parámetros L\*, a\* y b\* correspondientes al espacio CIELAB, la tabla 10 muestra los resultados de las coordenadas cromáticas en L\*, a\* y b\*, además en la figura 20 se observa la ubicación aproximada de los valores de a\* y b\* de los frutos de las dos zonas. El estudio realizado por Rojas (2013) reporta valores promedio en el fruto de sacha tomate para el parámetro; L\* 52,63±1,77 siendo mayor los valores encontrados en este estudio, en a\* 26,23±2,89 siendo este valor menor a los que se encontró y b\* 31,47±3,28 este valor también es ligeramente menor en comparación con los valores encontrados. Además Mwithiza et al. (2007) citado por Rojas (2013) encontró que las variaciones en el color de la corteza del fruto está influenciada por los cambios en el estado de madurez con valores de L\* y b\* que disminuyen de 46,3 a 22,1 y 28,3 a 4,9 respectivamente y valores de a\* que aumentan de -4,9 a 28,3. Se puede apreciar la tendencia en los frutos a valores positivos en a\* (rojo) y b\*(amarillo) dando como resultado una tonalidad anaranjada que se acentúa con la maduración del fruto. Esta tonalidad de la cáscara del fruto se podría deber a la presencia de flavonoides específicamente antocianinas que forman parte de tonos rojo y azules de los frutos, otros metabolitos también serían los tetraterpenos siendo los más importantes los

carotenoides que presentan colores de amarillo a rojo como el  $\beta$ -caroteno de las zanahorias y el licopeno presente en el tomate. (Valencia 1995).

Al comparar los valores de  $a^*$  del sachá tomate resultan mayores a los que presenta el plátano  $a^*$  2,27 Mejía (2013); la mora  $a^*$  14,10 Padilla (2013); el durazno  $a^*$  18,70 García (2006) y el tomate  $a^*$  21,23 Domene y Segura (2014); en cuanto los valores de  $b^*$  estos son menores al del plátano  $b^*$  36,77 Mejía (2013); el durazno con  $b^*$  32,03 mencionado por García (2006) tiene similar valor de  $b^*$  en Celendín mientras que el de Huayrapongo es ligeramente mayor; la mora presenta un valor de  $b^*$  4,12 (Padilla, 2013) siendo bajo frente a los valores de  $b^*$  encontrados y por último el tomate presenta valor bajo en  $b^*$  22,13 Domene y Segura (2014) al compararlo con los encontrados. (Ver la tabla 3).

**Tabla 10: Coordenadas cromáticas de los frutos de las dos zonas de estudio.**

<i>Procedencia</i>	<i>Coordenadas</i>			
	<i>Iluminante</i>	<i>L* mínimo</i>	<i>L* máximo</i>	<i>Promedio <math>\pm</math> DS</i>
<b>Celendín</b>	(D65)	42,1	52,9	47,93 $\pm$ 3,22
<b>Huayrapongo</b>		37,53	54,1	47,32 $\pm$ 3,43
		<b><i>a* mínimo</i></b>	<b><i>a* máximo</i></b>	<b><i>Promedio <math>\pm</math> DS</i></b>
<b>Celendín</b>		28,4	35,2	31,33 $\pm$ 1,73
<b>Huayrapongo</b>		23,9	35,9	27,85 $\pm$ 2,59
		<b><i>b* mínimo</i></b>	<b><i>b* máximo</i></b>	<b><i>Promedio <math>\pm</math> DS</i></b>
<b>Celendín</b>		28,1	35,8	32,47 $\pm$ 2,27
<b>Huayrapongo</b>		25,4	36,8	33,22 $\pm$ 2,73

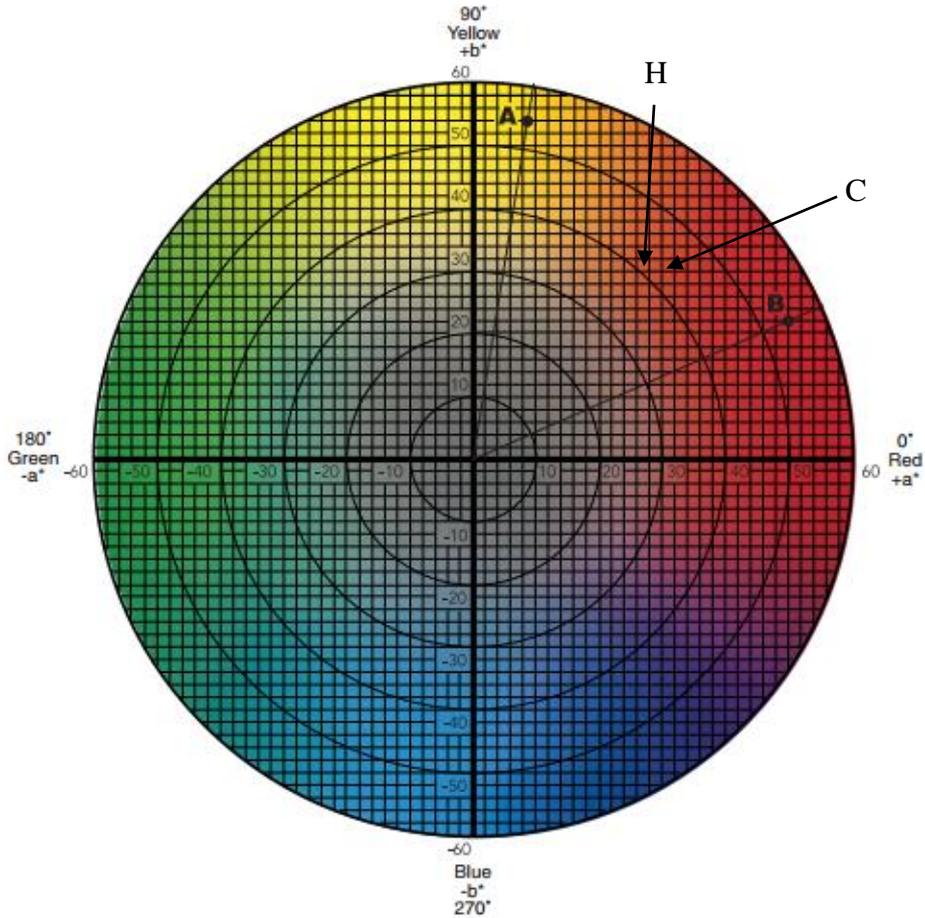


Figura 20: Muestra la ubicación aproximada de las cromaticidades  $a^*$  y  $b^*$  de los frutos de Celendín (C) y Huayrapongo (H)

FUENTE: x-rite

La prueba  $t$  de Student (ver Anexo 7.B) indica que las medias no son iguales para la cromaticidad roja ( $a^*$ ) teniendo los frutos de Celendín mayor valor que los de Huayrapongo, en cuanto a los valores de ( $L^*$ ) presentaron medias iguales y en los valores de ( $b^*$ ) tampoco se encontró desigualdad de medias entre los frutos procedentes de cada zona. En cuanto a la diferencia en la cromaticidad roja ( $a^*$ ) se debería a que los frutos de Celendín están más expuestos a la luz haciendo que desarrollen pigmentos que protejan al fruto, Belitz et al. (2011) y Barcelo et al. (2009) mencionan que la formación de antocianinas suele estar activada por la luz.

#### 1.2.4. DUREZA DE LA PULPA

En la tabla 11 se muestra que los frutos de Huayrapongo presentaron mayor dureza en la pulpa con un promedio de -1,84 libras a diferencia de los frutos de Celendín que presentaron -1,66 libras en promedio.

**Tabla 11: Lecturas mínimas, máximos y promedios de la dureza de la pulpa del *Solanum betaceum* Cav.**

<i>Procedencia</i>	<i>Característica Física</i>		
	<i>Lectura mínima (Lb)</i>	<i>Lectura máxima (Lb)</i>	<i>Promedio ± DS</i>
<i>Celendín</i>	-1,32	-2,28	-1,66±0,36
<i>Huayrapongo</i>	-1,51	-2,20	-1,84±0,27

Al realizar la prueba t de Student (ver Anexo 7.B) mostró que las medias son iguales, pudiendo decir que la dureza de la pulpa de las dos zonas son iguales.

#### 1.2.5. HUMEDAD DEL FRUTO

Los resultados de contenido humedad promedio fueron altos en ambas zonas, con 84,27 por ciento para Celendín y 84,64 por ciento para Huayrapongo, comparando los resultados obtenidos se observó que son ligeramente menores frente a los reportados por otros autores: Morton (1982) con 82,7-87,8 por ciento; MAG/IICA (2001) 86,03-87,07 por ciento; Collazos et al. (1996) con 87,5 por ciento y Guevara (1985) 85,46 por ciento. (Ver tabla 1). El fruto de sachatomate presenta mayor humedad que el aguaymanto (79,8 por ciento), ligeramente mayor a la tuna verde (81,7 por ciento) y tuna naranja (80,6 por ciento), inferior a la humedad de papaya de monte 93,7 por ciento e igual de inferior al tomate con 94,7 por ciento de humedad. (Ver tabla 2).

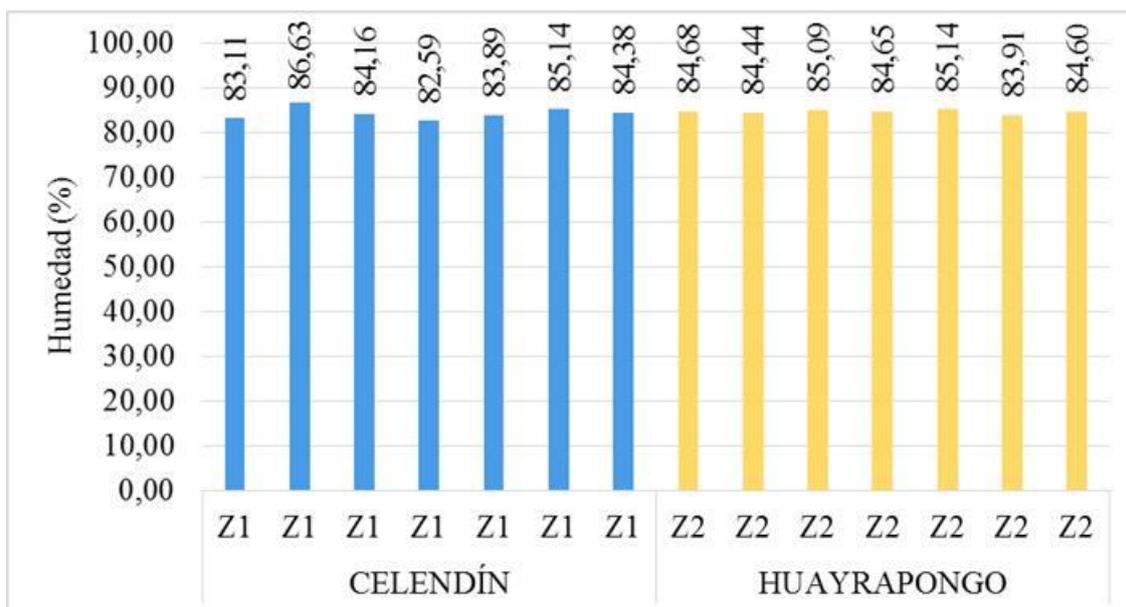


Figura 21: **Muestra el contenido de humedad del fruto de sacha tomate de las dos zonas de estudio.**

Al realizar la prueba de t de Student mostró que las medias son iguales por tanto se puede decir que el contenido de humedad de los frutos es el mismo en las dos zonas. Los frutos fueron recolectados en el mes de abril estando dentro de la época húmeda para las dos zonas como muestran los climatogramas (ver Anexo 10.A y 10.B) por esto motivo los árboles cuentan con las condiciones hídricas adecuadas para lograr el desarrollo de los frutos, como menciona Gil-Albert (1989) los árboles tienen una alta necesidad en la disposición de agua en el suelo, durante el periodo de engrosamiento y maduración de los frutos; necesidades que, de no verse satisfechas, pueden provocar la reducción de tamaño, y en casos extremos, la deshidratación y <<arrugado>> de los frutos y aún su caída, sí la transpiración supera el aprovisionamiento radicular de agua.

### 1.3. ANÁLISIS DE DE LA PROPIEDAD QUÍMICAS DE LA PULPA DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)

Se realizó el análisis proximal para saber el porcentaje de proteínas crudas, lípidos, fibras crudas, extracto libre de nitrógeno y cenizas que pueden tener los frutos de las dos zonas y los grados °Brix para saber los sólidos solubles totales. En la tabla 12 se observa el promedio de los resultados obtenidos. Muestra el promedio de los porcentajes de la composición química de la pulpa de *Solanum betaceum* Cav.

**Tabla 12: Muestra los resultados promedio de la composición química del fruto de *Solanum betaceum* Cav.**

<b>Procedencia</b>	<b>Composición</b>	<b>Contenido Base húmeda (b.h) Y±DS</b>
<b>Celendín</b>	Proteína cruda (g/100g de parte comestible) (factor 6,25)	2,27±0,03
<b>Huayrapongo</b>		1,78±0,01
<b>Celendín</b>	Lípidos (g/100g de parte comestible)	0,07±0,007
<b>Huayrapongo</b>		0,06±0,006
<b>Celendín</b>	Fibra cruda (g/100g de parte comestible)	6,19±0,09
<b>Huayrapongo</b>		9,87±0,21
<b>Celendín</b>	Cenizas (g/100g de parte comestible)	1,03±0,009
<b>Huayrapongo</b>		1,02±0,009
<b>Celendín</b>	Extracto libre de nitrógeno (g/100g de parte comestible)	6,14±0,10
<b>Huayrapongo</b>		2,60±0,21
<b>Otro análisis</b>		
<b>Celendín</b>	Solidos solubles °Brix	10,17±0,89
<b>Huayrapongo</b>		9,50±1,08

### **1.3.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)**

#### **a. Proteínas crudas**

Para proteínas los valores promedio fueron de 2,27 por ciento en Celendín y 1,78 por ciento para Huayrapongo (ver Anexo 3.A), estos resultados son similares a los que encontraron Leung (1961) 2,2 por ciento y Guevera (1985) 1,86 por ciento (ver tabla 1) dando a entender que el fruto de sacha tomate contiene buena cantidad de proteínas con respecto a otros frutos nativos como la tuna roja, tuna naranja y papaya de monte con 0,9 por ciento, siendo el aguaymanto quien presenta un porcentaje similar al sacha tomate con 1,9 por ciento y tomate con un porcentaje inferior uno por ciento (ver tabla 2).

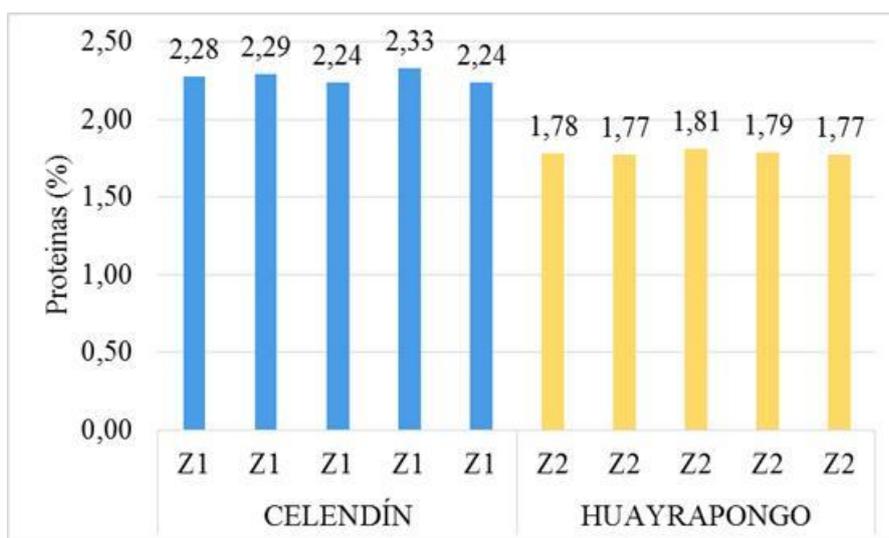


Figura 22: Muestra el porcentaje de proteínas en 100 g de parte comestible de las dos zonas de estudio.

Se realizó la prueba de t de Student (ver Anexo 7.E) que mostró que las medias no son iguales, pudiendo decirse que las frutas de Celendín presentan mayor contenido de proteínas que las frutas de Huayrapongo, esta diferencia se debería primero a la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo donde crecen los árboles, en el estudio de suelos que hizo Poma y Alcántara (2011) mencionan que el suelo de Huayrapongo contiene niveles medios a bajos en nitrógeno total y el suelo de Celendín niveles medios; el segundo parámetro es la luz, como se indicó anteriormente, los árboles de Huayrapongo disponían de menos horas de luz directa, relacionando esta situación se cita a Azcon-Bieto y Talón (2008) quienes mencionan que la asimilación del nitrato está regulado por la luz y por los metabolitos nitrogenados y carbonados, así mismo Gil (1995) dice que la captura de nitratos se incrementa por la luz, pero ello puede ser debido a un incremento en el suministro de energía o de la disponibilidad de azúcares procedentes del brote.

#### b. Lípidos

El contenido promedio de lípidos fue de 0,07 por ciento para Celendín y 0,06 por ciento para Huayrapongo siendo estos valores inferiores a los obtenidos por Collazos et al. (1996) con 0,3 por ciento; Guevera (1985) con 0,63 por ciento; Leung (1961) con 0,9 por ciento; Morton (1987) con 0,06-1,28 y Rojas (2013) con 0,34 por ciento. Los valores encontrados son menores a los que presenta la tuna, de color verde, naranja y rojo con 0,1 por ciento y de igual manera con el tomate que cuenta con 0,2 por ciento de lípidos (ver tabla 2).

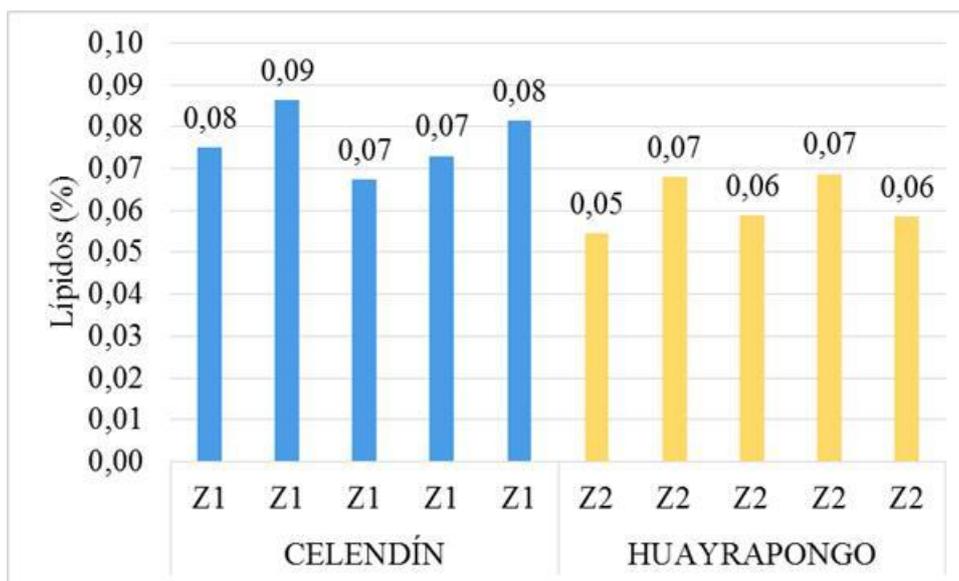


Figura 23: **Muestra el porcentaje de lípidos en cien gramos de parte comestible de las dos zonas de estudio.**

Se hizo la prueba de t de Student (ver Anexo 7.E) que permitió observar que las medias no son iguales, pudiendo decir que los frutos de Celendín presentan mayor contenido de lípidos en comparación a los de Huayrapongo esta diferencia se debería a la mayor exposición de los árboles de Celendín a la luz lo cual fomenta una mayor fotosíntesis de carbonados que la fruta demanda para la elaboración de lípidos, ya que como menciona Salisbury y Ross (1992) y Guardiola y García (1990) que los ácidos grasos y los triglicéridos no se transportan en las plantas si no que se sintetizan en los lugares donde se acumulan, frutos y semillas en desarrollo, la síntesis se realiza a partir de sacarosa u otros azúcares trasladados, además Salisbury y Ross (1992) añade que la formación de ácidos grasos se realiza mucho más rápido en la luz que en la oscuridad.

### c. **Fibras crudas**

Los resultados promedio para fibras crudas fueron de 6,19 por ciento para Celendín y 9,87 por ciento para Huayrapongo, siendo estos resultados mayores a los encontrados por MAG/IIGA (2001) con 1,1 por ciento; Morton (1987) con resultados del 1,4-4,2 por ciento y Rojas (2013) que encontró 1,11 por ciento (ver tabla 1), la diferencia de resultados se podría deber al proceso de pulpeo de los frutos de las dos zonas donde se mezcló la placenta que es el tejido donde se incrustan las semillas y el tejido locular que contiene a las semillas incrementando así el contenido de polisacáridos insolubles, lo cual podría explicar la

diferencia marcada entre los resultados obtenidos y de los otros autores. Los valores encontrados en fibras crudas de sacha tomate superan a las frutas nativas como la tuna verde que presenta 3,7 por ciento, la tuna naranja con 3,9 por ciento; el aguaymanto con 3,6 por ciento y la papaya de monte con 0,6 por ciento; el tomate con 1,0 por ciento también presenta bajo contenido de fibras crudas en comparación a los resultados obtenidos (ver tabla 2).

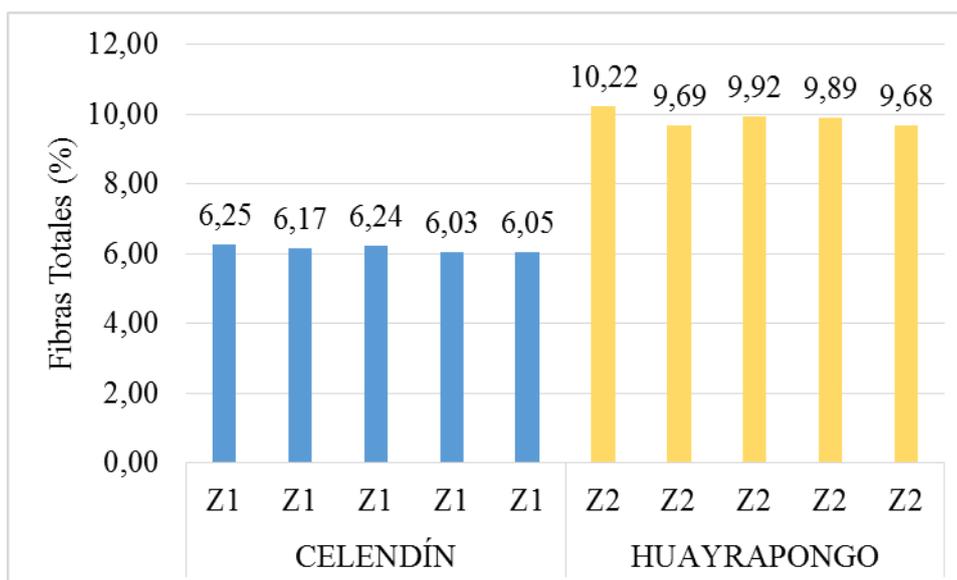


Figura 24: **Muestra el porcentaje de fibras crudas en cien granos de parte comestible de las zonas de estudio.**

Se realizó la prueba de t de Student con los datos obtenidos del ensayo y (ver Anexo7.E) mostró que no hay igualdad entre las medias, pudiendo afirmarse que los frutos de Huayrapongo presentan mayor contenido de fibras crudas que los frutos de Celendín, esta diferencia se debería a la presencia de tejido placentario <<tejido al cual se fijan las semillas>> y un tejido locular <<tejido que rodea a las semillas>> que por motivos del pulpeo fueron incluidos en la muestra, se podría decir que el aporte de estos tejidos en fibras crudas fue mayor en los frutos de Huayrapongo por tener mayor peso de SLP en comparación a los frutos de Celendín (ver anexo 7.A), por otro lado el número de semillas que puede tener un fruto es de importancia fisiológica por que influye en el desarrollo del fruto, como menciona Gil-Albert (1989) el número de semillas que un fruto puede tener es circunstancias de la polinización y fecundación, la cantidad de semillas condiciona la forma, volumen, composición química y calidad de los frutos.

#### d. Cenizas

Respecto a las cenizas presentes, los valores promedio encontrados fueron de 1,03 por ciento para Celendín y 1,02 por ciento para Huayrapongo, estos resultados son similares a los encontrados por Collazas et al. (1996) con 1,1 por ciento y Morton (1987) con valores de 0,61- 1,28 por ciento, sin embargo el MAG/IICA (2001) presenta un valor bajo 0,6 por ciento (ver tabla 1). En cuanto a los valores que presenta la tuna verde 0,4 por ciento; la tuna naranja 0,5 por ciento y la papaya de monte 0,5 por ciento son bajos en comparación con los valores encontrados, siendo el aguaymanto la fruta nativa que presenta un valor similar a uno por ciento, el tomate también presenta valor bajo con 0,5 por ciento. (Ver tabla 2)

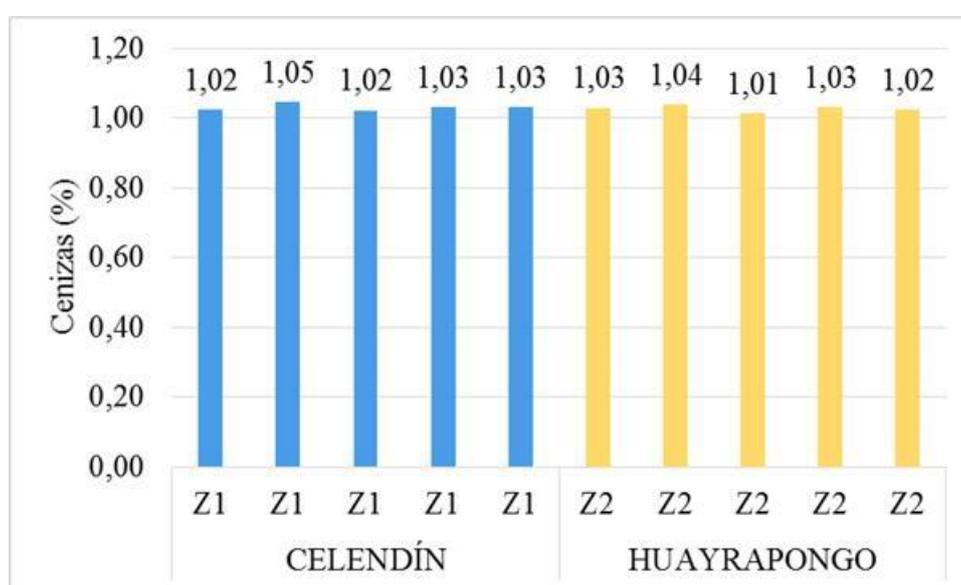


Figura 25: Muestra el porcentaje de cenizas en cien gramos de parte comestible de las dos zonas de estudio.

La prueba de t de Student (ver Anexo 7.E) que permitió observar que las medias son iguales, con lo cual podemos decir que los frutos de Celendín y Huayrapongo tiene el mismo contenido de cenizas. Este resultado se debería a que los frutos fueron recolectados en la época húmeda (ver Anexo 10.A y 10.B) y por tanto la disponibilidad de agua en el suelo permitió una mayor facilidad del suministro de minerales por la absorción radicular.

#### e. Cuantificación de minerales

La cuantificación de minerales por el método de ICP revelo la presencia de 10 minerales en los frutos de Celendín y Huayrapongo según los límites de cuantificación ofrecidos por la empresa CERPER (ver tabla 13).

Los frutos de ambas zonas de estudio presentaron macroelementos: sodio, potasio, calcio, fósforo y magnesio, siendo los resultados de calcio similares al presentado por MAG/IICA (2001) con 9 mg e inferiores al presentado por Collazo et al. (1996) con 18 mg, el resultado de fósforo es inferior al presentado por Collazo et al. (1996) con 28 mg y estando dentro del rango presentados por Morton (1987) con 5,25-65,5 mg (ver tabla 4).

**Tabla 13: Cuantificación de minerales en la pulpa del fruto de *Solanum betaceum* Cav.**

<b>MINERALES IDENTIFICADOS</b>	<b>CELENDÍN</b>	<b>HUAYRAPONGO</b>
<i>Litio (mg/kg) (L.C: 0,15mg/kg)</i>	<0,15	<,015
<i>Berilio (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Boro (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	0,801	0,690
<i>Sodio (mg/kg) (L.C: 1,5mg/kg)</i>	16,898	41,091
<i>Magnesio (mg/kg) (L.C: 0,35mg/kg)</i>	150,957	123,322
<i>Aluminio (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	<0,25	<0,25
<i>Silicio (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	1,802	4,411
<i>Fosforo (mg/kg) (L.C: 0,5mg/kg)</i>	206,974	199,378
<i>Potasio (mg/kg) (L.C: 4,5mg/kg)</i>	3 510,939	4 248,687
<i>Calcio (mg/kg) (L.C: 2,5mg/kg)</i>	89,607	92,433
<i>Titanio (mg/kg) (L.C: 0,15mg/kg)</i>	<0,15	<0,15
<i>Vanadio (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Cromo (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Manganeso (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	0,791	<0,05
<i>Hierro (mg/kg) (L.C: 0,2mg/kg)</i>	<0,2	0,924
<i>Cobalto (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Níquel (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Cobre (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	0,527	0,525
<i>Zinc (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	0,879	0,661
<i>Arsénico (mg/kg) (L.C:0,06mg/kg)</i>	<0,06	<0,06
<i>Selenio (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	<0,25	<0,25
<i>Estroncio (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Cerio (mg/kg) (L.C: 0,02mg/kg)</i>	<0,02	<0,02
<i>Plata (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Cadmio (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Estaño (mg/kg) (L.C: 0,1mg/kg)</i>	<0,1	<0,1
<i>Antimonio (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	<0,25	<0,25
<i>Bario (mg/kg) (L.C: 0,05mg/kg)</i>	<0,05	<0,05
<i>Mercurio (mg/kg) (L.C: 0,002mg/kg)</i>	<0,002	<0,002
<i>Talio (mg/kg) (L.C: 0,25mg/kg)</i>	<0,25	<0,25
<i>Plomo (mg/kg) (L.C: 0,1mg/kg)</i>	<0,1	<0,1

Al comparar los resultados del sachá tomate con algunas frutas comerciales como se puede observar en la tabla 14 donde la concentración de sodio encontrados son mayores a los que presenta la manzana, mandarina y fresa, y menores a los del plátano y tomate; los resultados de potasio también son mayores a la manzana, mandarina, fresas, durazno, tomate y menor frente al plátano; con respecto al magnesio son inferiores a los que presenta el tomate; en cuanto al calcio son mayores para la manzana, durazno y pera e inferiores a la mandarina, fresa, plátano y tomate; en el caso del fósforo son mayores a los que presenta la manzana y durazno e inferiores a la mandarina, fresa, plátano y tomate. Los elementos traza presentes son: hierro; este mineral solo fue cuantificado para los frutos de Huayrapongo y su resultado es menor comparando con la manzanas, mandarinas, fresas, durazno, plátano y tomate, en los frutos provenientes de Celendín no se identificaron este elemento porque la concentración es inferior al límite de detección del equipo; el cobre presente en el sachá tomate es ligeramente inferior al que presente el tomate, el contenido de zinc es menor al del tomate y manganeso, que solo fue cuantificado en los frutos de Celendín, es menor frente al contenido del tomate.

**Tabla 14: Muestra el contenido de minerales de frutas comerciales y los resultados del sachá tomate por 100 g de fracción comestible.**

<i>Minerales</i>	<i>Manzanas</i> (1)	<i>Mandarinas</i> (1)	<i>Fresas</i> (1)	<i>Duraznos</i> (2)	<i>Plátano</i> (3)	<i>Tomate</i> (1)	<i>Sachá tomate</i>	
							<i>Zona</i> <b>1</b>	<i>Zona</i> <b>2</b>
<b>Calcio (mg)</b>	5,8	42	21	8	12,9	14	8,96	9,24
<b>Hierro (mg)</b>	0,25	0,19	0,64	0,4	0,9	0,5		0,09
<b>Potasio (mg)</b>	122	165	161	200	434,6	297	351,1	424,8
<b>Fosforo (mg)</b>	12	23	29	12	38,6	26	20,6	19,9
<b>Sodio (mg)</b>	1,2	1,4	1,4		5,8	6,3	1,6	4,1
<b>Cobre (mg)</b>						0,06	0,05	0,05
<b>Zinc (mg)</b>						0,2	0,08	0,06
<b>Magnesio (mg)</b>						20	15,1	12,3

FUENTE: (1) Gil (2006), (2) Belitz et al. (2011), (3) Ferrer et al.

Como se puede apreciar en la figura 25 el elemento con mayor presencia es el potasio en los frutos de ambas zonas, teniendo mayor contenido en los frutos de Huayrapongo, el fosforo está en segundo lugar siendo mayor su presencia en los frutos de Celendín, el magnesio ocupa el tercer lugar en el contenido de elementos minerales teniendo mayor presencia en los frutos de Celendín y en el cuarto lugar está el calcio en ambos frutos, pero con mayor presencia en los frutos de Huayrapongo. Esta diferencia está relacionada con la función fisiológica que cumple los minerales dentro del fruto y con la disponibilidad de minerales en los suelos que según Poma y Alcántara (2011), el suelo de Celendín tiene niveles medios de fosforo y altos de potasio mientras que los suelos de Huayrapongo que tienen niveles de bajos a medios de fosforo y medios de potasio, también está presente la competencia que existe entre los minerales como menciona Azcón-Bieto y Talón (2008) que en condiciones de exceso de potasio la planta va a incrementar el consumo de este elemento y ese exceso de consumo puede interferir en la absorción y la disponibilidad fisiológica de calcio y magnesio.

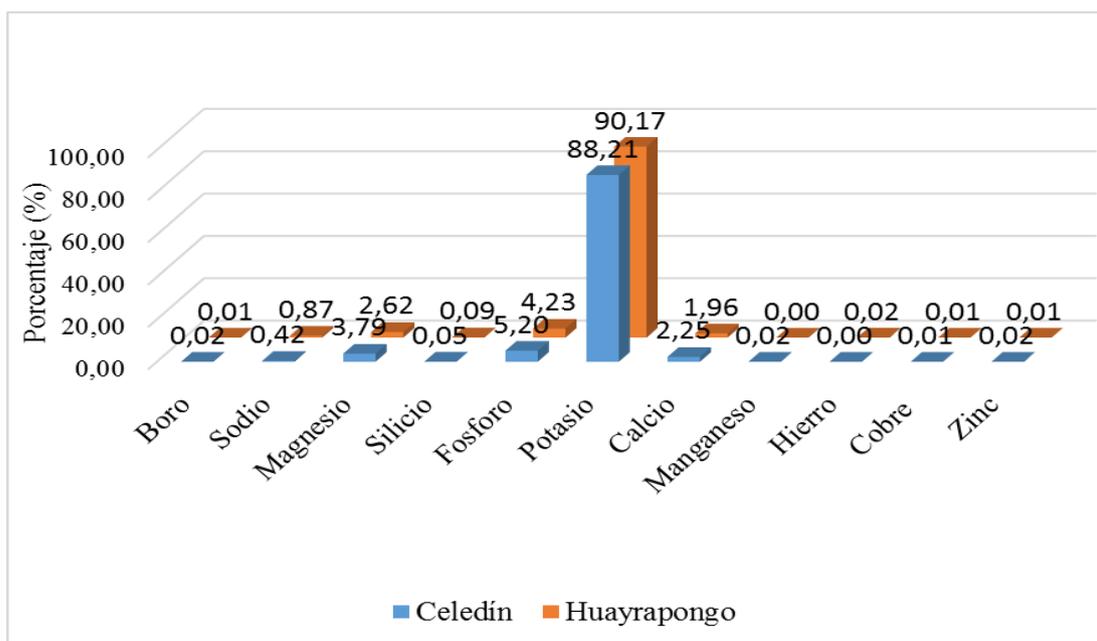


Figura 26: Muestra el porcentaje del contenido de minerales de los frutos de Celendín y Huayrapongo.

Los macroelementos que se encontraron en los frutos de las zonas de estudio cumplen diferentes funciones dentro del organismo como el sodio que su principal papel es regular la presión osmótica de los líquidos extracelulares, además de activar algunas enzimas como la

amilasa. El potasio que se encuentra localizado principalmente dentro de las células, regula la presión osmótica celular, participa en el transporte a través de la membrana y en la activación de una serie de enzimas de la glicolisis y de la cadena respiratorio, el calcio es un nutriente esencial porque participa en la estructura muscular y controla procesos esenciales como la contracción muscular (sistema locomotor, latido cardíaco), coagulación sanguínea, actividad de las células del cerebro y del desarrollo celular. El Fosforo en forma de fosfato, libre o ligado como éster o anihídrido, desempeña un papel central en el metabolismo animal y vegetal y tiene así carácter de esencial. Y por último el magnesio que es componente y activador de numerosas enzimas, especialmente aquellas que transforman fosfatos ricos en energía, como estabilizador de la membrana citoplasmática, de las membranas intracelulares y de los ácidos nucleicos, el magnesio es un elemento imprescindible para la vida.

Los elementos trazas encontrados son: el hierro que es un componente esencial de la dieta diaria, pues forma parte de los pigmentos y también de una serie de enzimas (peroxidasa, catalasa, hidrolasa, enzimas flavínicas). El cobre que es componente de una serie de oxidorreductasas (citocromo oxidasa, superóxido dismutasa, tirosinasa, uricasa, amino oxidasa), en el plasma sanguíneo, el cobre se encuentra unido a la ceruloplasmina, que cataliza la oxidación de  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ , esta reacción es muy importante, puesto que solamente el  $Fe^{3+}$  es transportado por la transferrina al pool de hierro hepático. El zinc que es componente de una serie de enzimas (por ejemplo alcohol deshidrogenasa, lactato deshidrogenasa, malato deshidrogenasa, glutamato deshidrogenasa, carboxipeptidasa A y B, carbónico anhidrasa); otras enzimas como por ejemplo dipeptidasa, fosfatasa alcalina, lecitinasa, enolasa, son activadas tanto por el zinc como por algunos otros iones metálicos divalentes. Y el manganeso que es componente del piruvato carboxilasa y activa, al igual que otros iones metálicos divalentes, diversas enzimas, por ejemplo arginasa, amino peptidasa, fosfatasa alcalina, lecitinasa, enolasa.

Elementos ultratrazas encontrados fueron el boro que al parecer es un nutriente esencial que promueve la formación del hueso por interacción del calcio, magnesio y vitamina D. Además hay indicaciones de que el boro participa en la hidroxilación de los esteroides, por ejemplo, en la síntesis de  $17\beta$ -estrodinol y la testosterona. Y el otro mineral encontrado es el silicio que actúa estimulando el crecimiento y, por lo tanto, tiene función biológica. (Belitz et al., 2011).

**f. Extracto libre de nitrógeno**

Los valores encontrados fueron de 6,14 por ciento para Celendín y 2,60 por ciento para Huayrapongo, siendo valores bajos en comparación con los encontrados por Leung (1961), Morton (1987) ambos con 10,3 por ciento; Collazos et al. (1996) con 7 por ciento y Rojas (2013) con 7,5 por ciento (ver tabla 1), la frutas nativas también presentan valores mayores en comparación con los encontrados como la tuna roja con 20,1 por ciento, aguaymanto con 17,3 por ciento; siendo la papaya de monte quien presenta un valor bajo, 4,9 por ciento, en comparación a los frutos procedentes de Celendín y alto con referencia a los frutos procedentes de Huayrapongo (ver tabla 2).

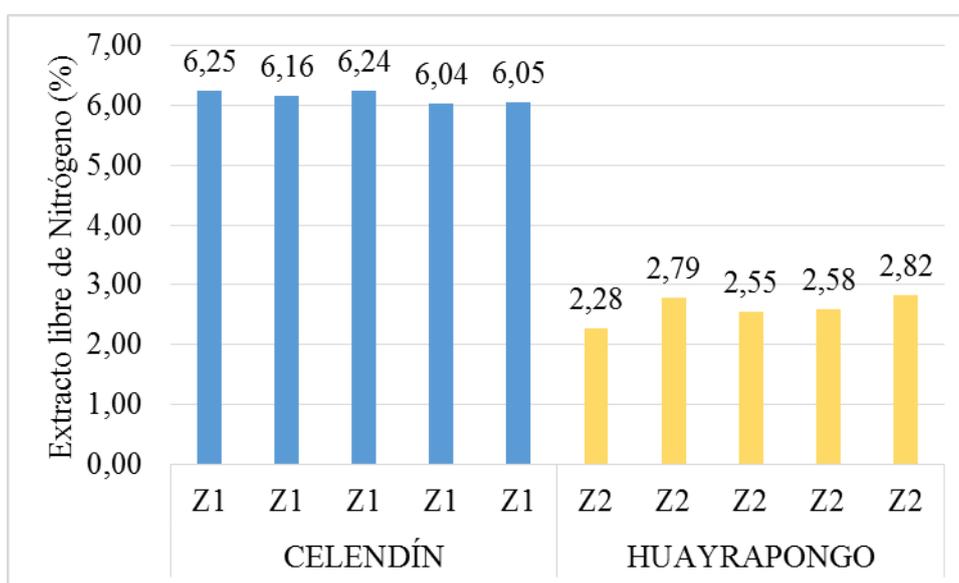


Figura 27: **Muestra el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en cien gramos de parte comestible de las dos zonas de estudio.**

Se hizo la prueba de t de Student (ver Anexo 7.E) que permitió observar que las medias no son iguales, por tanto poder decir que los frutos de Celendín tienen mayor contenido de extracto libre de nitrógeno que los frutos de Huayrapongo. Esta diferencia se debería a la mayor exposición a la luz de los árboles de Celendín, este hecho favorece una mayor síntesis de compuestos carbónicos que demanda el fruto pudiendo estos compuestos encontrar en forma de monosacáridos, disacáridos, almidón y otros carbohidratos solubles dentro del fruto.

**g. Sólidos solubles totales**

Los porcentajes promedio de sólidos solubles fueron de 10,17 °Brix para Celendín y 9,50 °Brix para Huayrapongo, siendo el porcentaje promedio de Celendín similar a los que encontraron Morton (1987) 10°Brix, MAG/IICA (2001) 10,5-11,6 °Brix y Rojas (2013) con 11,09 °Brix (ver tabla 1) y en comparación el porcentaje de Huayrapongo es menor.

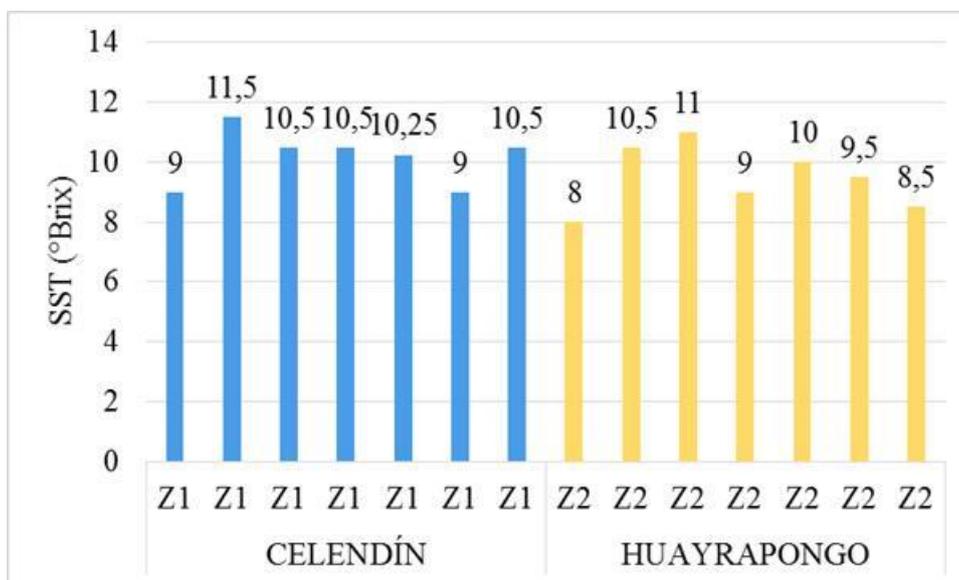


Figura 28: Muestra los grados °Brix de los frutos en las dos zonas de estudio.

Se hizo la prueba de t de Student (ver Anexo 7.B) que expuso que las medias son iguales pudiendo decir que los frutos de Celendín y Huayrapongo tiene el mismo porcentaje de sólidos solubles, se podría decir que los frutos de ambas zonas tienen el mismo contenido de azúcares, sales y otros compuestos solubles en el agua que está dentro de las células de la fruta.

**1.4. TAMIZAJE FITOQUÍMICO**

El tamizaje fitoquímico en la pulpa del fruto del sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.) indicó la presencia de taninos, flavonoides, leucoantocianidinas para los frutos de las dos zonas, los ensayos para aminoácidos libre y alcaloides dieron positivo sólo para los frutos de Celendín y los ensayos para quinonas, esteroides y cardenolidos dieron negativo para los frutos de ambas zonas como se aprecia en la tabla 15.

**Tabla 15: Resultado de los ensayos de la marcha fitoquímica.**

<b>Ensayos</b>		<b>Procedencia</b>					
		<b>Celendín</b>			<b>Huayrapongo</b>		
<b>Metabolitos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>ST1</b>	<b>ST2</b>	<b>ST3</b>	<b>ST1</b>	<b>ST2</b>	<b>ST3</b>
<b>Taninos</b>	<b>Gelatina salada</b>	+	+	+	+	+	+
	<b>FeCl<sub>3</sub></b>	+	+	+	+	+	+
<b>Flavonoides</b>	<b>Shinoda</b>	+	+	+	+	+	+
<b>Aminoácidos libres</b>	<b>Ninhidrina</b>	+	+	+	-	-	-
<b>Esteroides</b>	<b>Carr-Price</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Quinonas</b>	<b>Bornträger</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Cardenólidos</b>	<b>Kedde</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Alcaloides</b>	<b>Mayer</b>	+	+	+	+	-	-
	<b>Dragendorff</b>	+	+	+	+	-	-
<b>Luecoantocianidinas</b>	<b>Rosenheim</b>	+	+	+	+	+	+

#### **1.4.1. TANINOS**

Los ensayos realizados con FeCl<sub>3</sub> dieron positivo para los frutos de ambas zonas, el color que se observo fue un verde intenso, como se observan en las figuras 29 y 30, permitiendo establecer la presencia de taninos pirocatecolicos. En los ensayos realizados por Morales y Romero (2009) en el fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.) dieron positivos para taninos utilizando FeCl<sub>3</sub>, en el estudio realizado por Soto (2014) en los frutos de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanácea) también muestra la presencia de taninos con el reactivo mencionado, el análisis de Zhañay (2012) muestra resultado positivo para taninos con FeCl<sub>3</sub> en el fruto de *Solanum crinitipes*. Esto ensayos evidenciarían que las especies de la familia Solanácea presentan taninos pirocatecolicos en sus frutos.

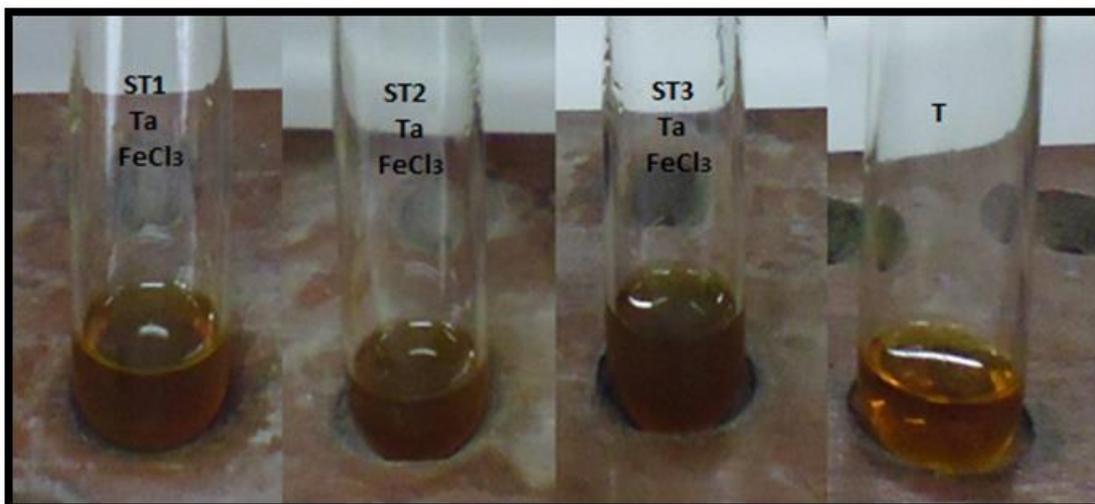


Figura 29: Muestra la reacción positiva el ensayo con  $\text{FeCl}_3$  de los frutos de Celendín.

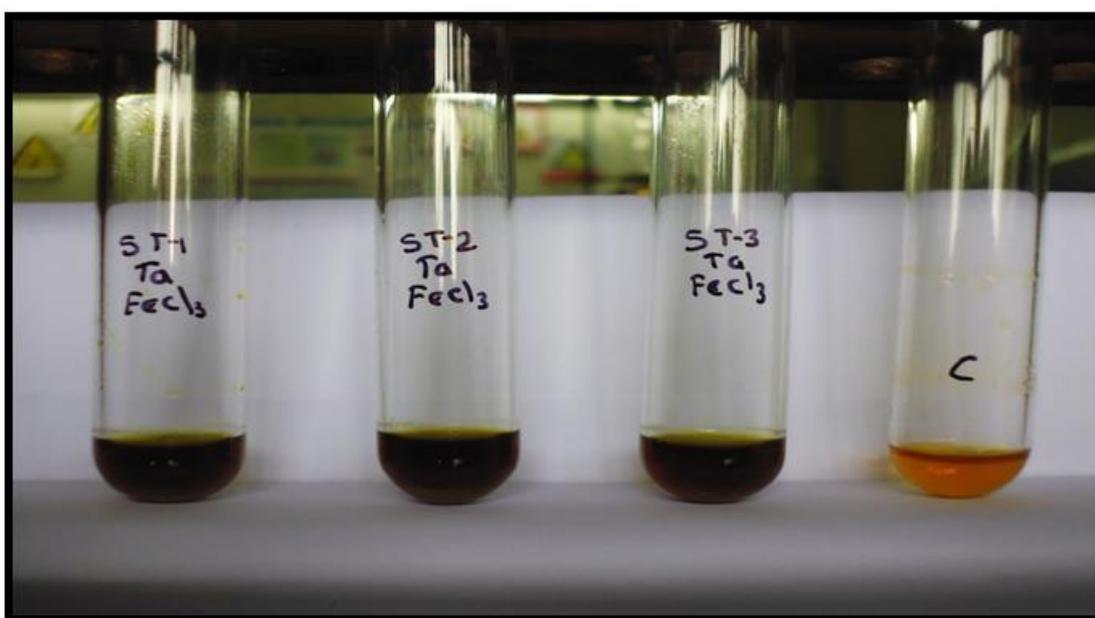


Figura 30: Muestra la reacción positiva el ensayo con  $\text{FeCl}_3$  de los frutos de Huayrapongo

Los extractos ensayados con gelatina salada para determinar la presencia de taninos dio positivo, como se puede apreciar en las figuras 31 y 32, para los frutos de ambas zonas. En el estudio realizado por Morales y Romero (2009) obtuvieron resultado positivo para taninos con gelatina salada, a su vez Soto (2014) en los análisis que hizo a los frutos de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanácea) muestra la presencia de taninos en extracto acuoso con el reactivo de gelatina salada.

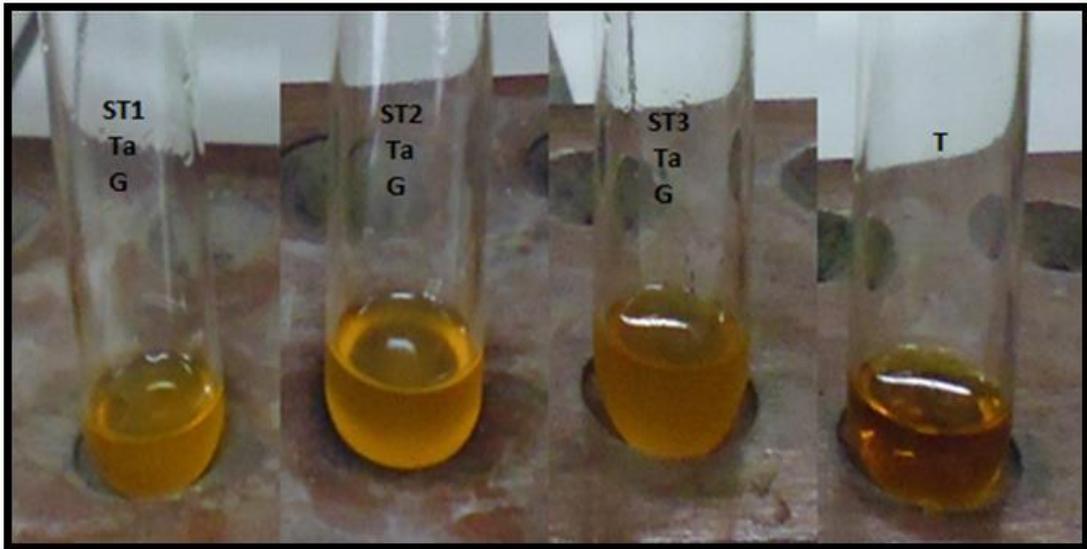


Figura 31: Muestra la reacción positiva para taninos en los ensayos con gelatina salada para los frutos de Celendín.

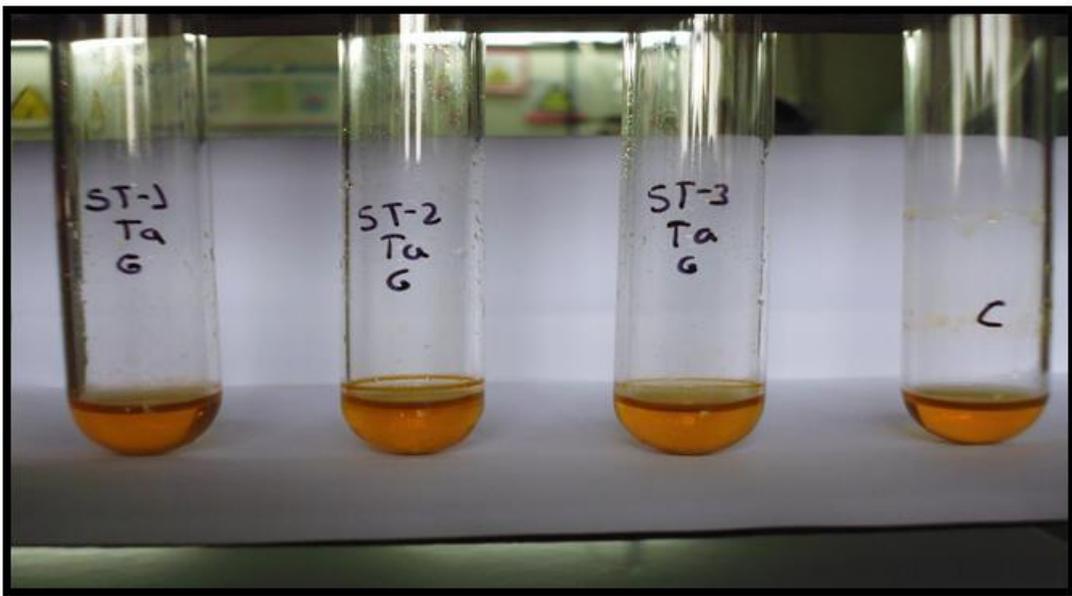


Figura 32: Muestra la reacción positiva para taninos en los ensayos con gelatina salada para los frutos de Huayrapongo.

#### 1.4.2. AMINOÁCIDO LIBRES

Las muestras ensayadas con nihidrina dieron positivo para la zona de Celendín y negativo para la zona de Huayrapongo. Esta diferencia se debería al bajo nivel de nitrógeno en el suelo sobre el cual crecen los arbolitos de Huyarapongo.

En el estudio que realizó Soto (2014) en las frutas de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae) obtuvo reacción positiva para aminoácidos con el reactivo de Ninhidrina. Estos resultados evidenciarían la presencia de este metabolito primario en las frutas de la familia Solanáceae. En la figura 33 y 34 se observa los dos tipos de reacción.

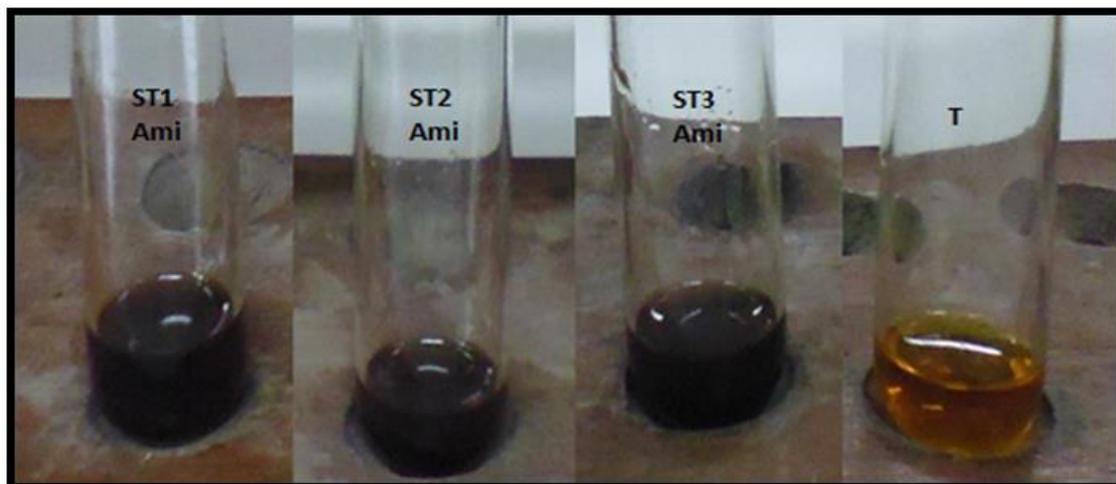


Figura 33: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Ninhidrina en los frutos de Celendín.

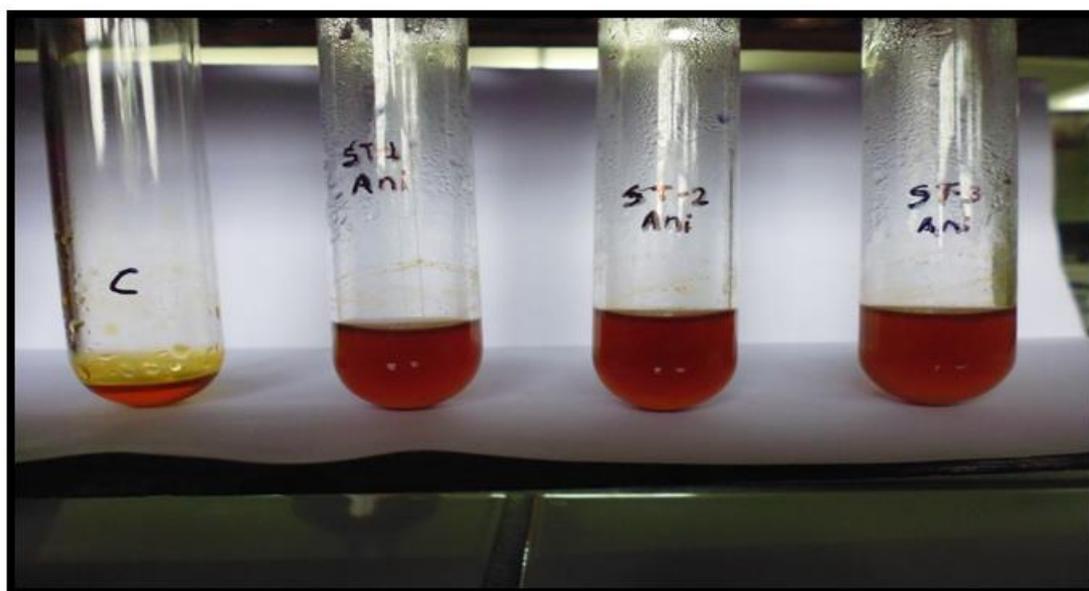


Figura 34: Muestra la reacción negativa para el ensayo con Ninhidrina en los frutos de Huayrapongo.

### 1.4.3. FLAVONOIDES

La presencia de flavonoides dio positivo para ambas zonas de estudio en las diferentes fracciones con una coloración en la parte amílica de carmelita como se aprecian en las figuras 35 y 36. Morales y Romero (2009) en su estudio del fruto del sachá tomate obtuvieron resultado positivo para flavonoides, el estudio realizado por Soto (2014) a las frutas de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae) dio positivo para flavonoides y el análisis realizado por Zhañay (2012) en la fruta de *Solanum crinitipes* también dio positivo para este metabolito. Estos resultados evidencian la presencia de flavonoides en la familia Solanáceae.



Figura 35: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Shinoda en los frutos de Celendín.

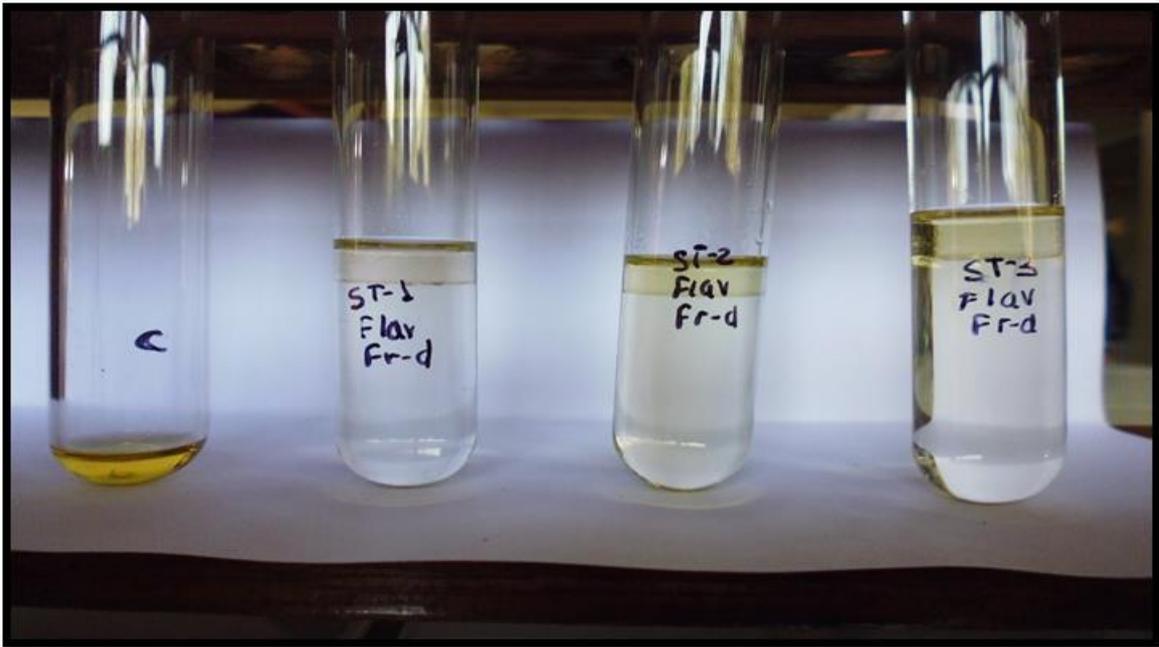


Figura 36: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Shinoda en los frutos de Huayrapongo.

#### 1.4.4. LEUCOANTOCIANIDINAS

La presencia de leucoantocianidinas dio positivo para los frutos de ambas zonas de estudio y en las diferentes fracciones de la marcha fitoquímica con una coloración carmelita en la parte amílica, se puede observar esta reacción en las figuras 37 y 38.



Figura 37: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Rosenheim en los frutos de Celendín.

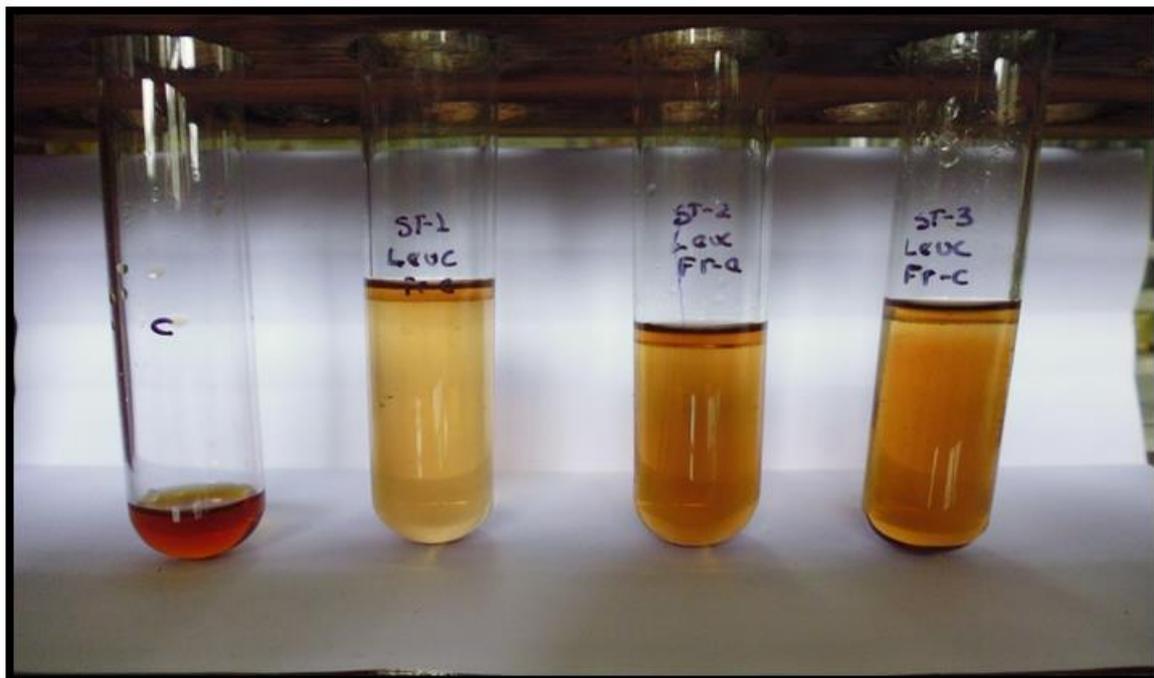


Figura 38: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Rosenheim en los frutos de Huayrapongo.

#### 1.4.5. ALCALOIDES

Los ensayos realizados con los reactivos de Dragendorff y Mayer dieron positivos para la zona de Celendín en las diferentes fracciones de la marcha fitoquímica, mientras que para los frutos de Huayrapongo algunos extractos reaccionaron ligeramente con los reactivos de Dragendorff y Mayer en las diferentes fracciones de la marcha fitoquímica como se observan las figuras del 39 al 42. Esta diferencia puede estar ligada a la no presencia de aminoácidos ya que algunos son precursores de alcaloides como por ejemplo ornitina, lisina, fenilalanina, etc (Lock, 1988). Morales y Romero (2009) obtuvieron resultado positivo con el reactivo Dragendorff, los ensayos realizados por Soto (2014) dieron positivo para alcaloides con los reactivos de Dragendorff y Mayer en las frutas de las especies *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae) y Zhañay (2012) también obtuvo resultado positivo con Dragendorff, confirmando que la familia Solanáceae se caracteriza por la presencia de alcaloides.

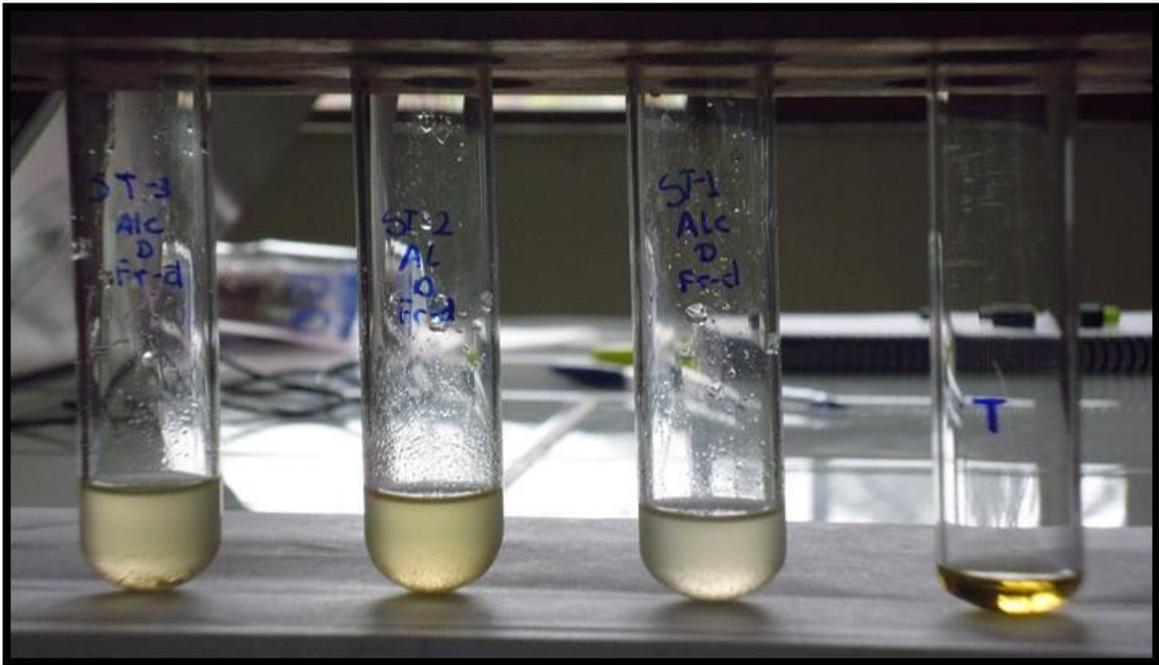


Figura 39: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Dragendorff en los frutos de Celendín.

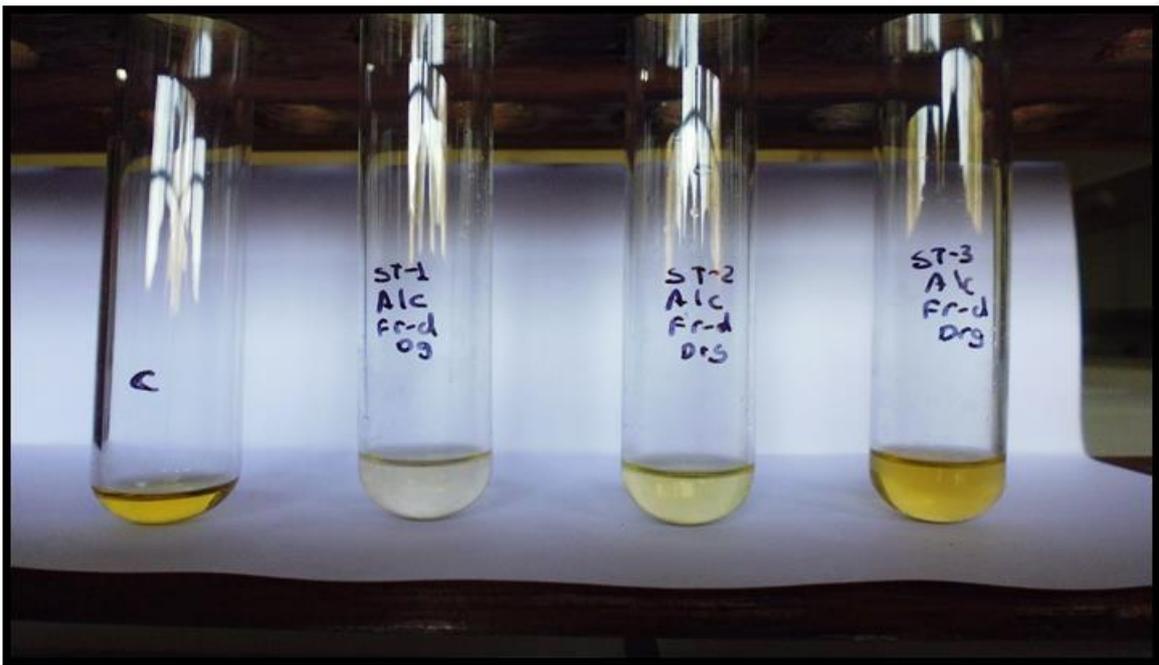


Figura 40: Muestra la reacción positiva y negativa para el ensayo con Dragendorff en los frutos de Huayrapongo.

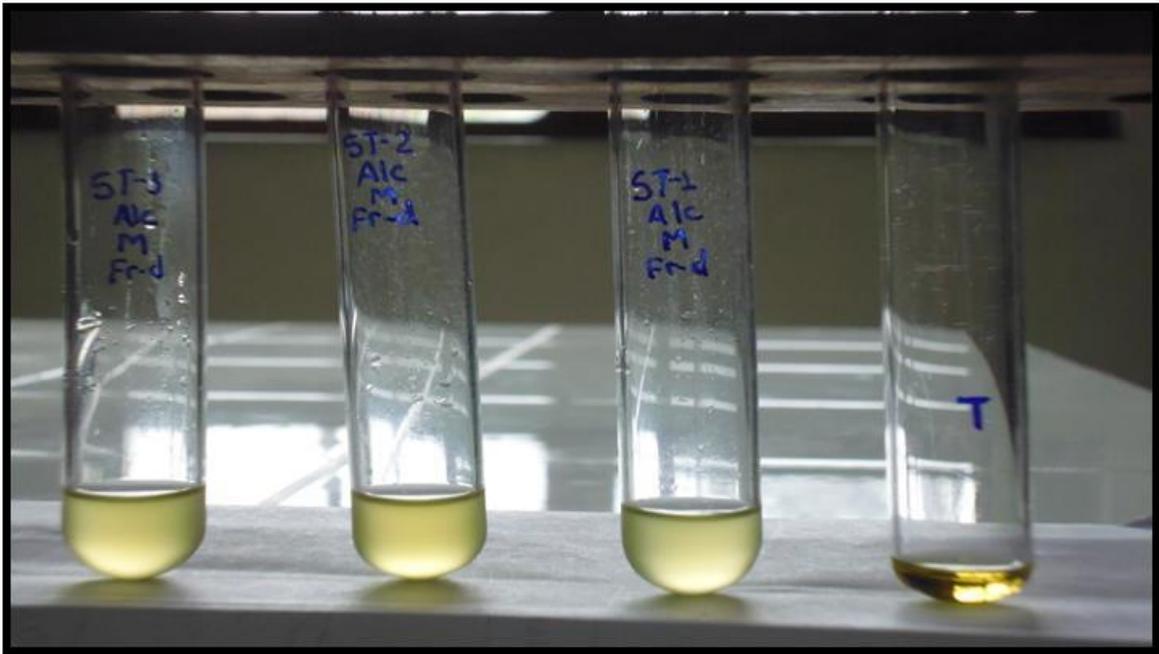


Figura 41: Muestra la reacción positiva para el ensayo con Mayer en los frutos de Celendín.

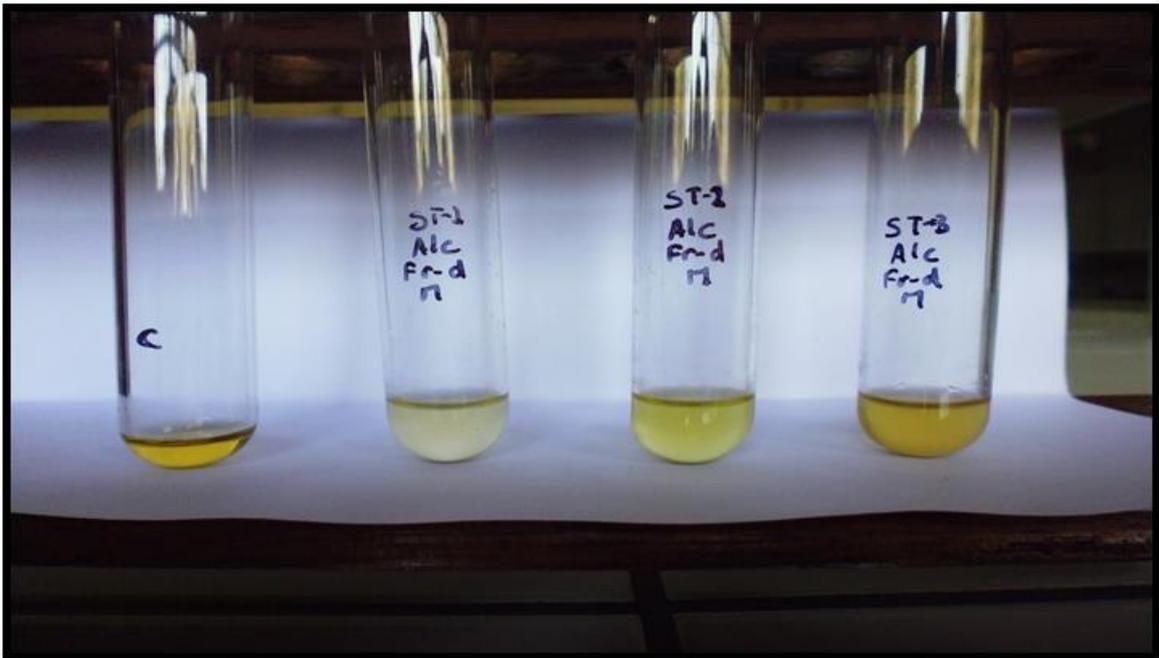


Figura 42: Muestra la reacción positiva y negativa para el ensayo con Mayer en los frutos de Huayrapongo.

#### **1.4.6. QUINONAS**

La presencia de quinonas dio negativo utilizando el reactivo de Bornträger para ambas zonas de estudio por que no se dio la coloración roja característica en la parte acuosa. La presencia de quinonas y los otros principios activos varían de acuerdo a la especie y a otros factores ambientales, además de las calidades de sitio de donde provienen los individuos Gonzáles et al., (2006). En el estudio realizado por Soto (2014) en el fruto de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae) los ensayos dieron negativo, esto podría evidenciar que las quinonas no son metabolitos que se puedan encontrar en la familia Solanáceae.

#### **1.4.7. ESTEROIDES**

Los ensayos realizados con el reactivo de Carr-Price dieron negativo para ambas zonas ya que no se observó la coloración azul característica. Morales y Romero (2009) que realizaron un estudio en el fruto de sacha tomate obtuvieron resultados positivos para esteroides en extracto alcohólico utilizando el reactivo de Liebermann-Burchard, Soto (2014) también obtuvo resultado positivo para esteroides en los frutos de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae), utilizo como extracto alcohol y de reactivo Liebermann-Burchard.

#### **1.4.8. CARDENOLIDOS**

Los resultados obtenidos dieron negativos utilizando el reactivo de kedde para los frutos de ambas zonas, no se observó la coloración característica purpura o violáceo. En el estudio realizado por Morales y Romero (2009) obtuvieron resultado negativo para el fruto de sacha tomate y por su lado Soto (2014) también obtuvo resultados negativos en los frutos de *Solanum multifidum* y *Lycianthes lycioides* (Solanáceae), estos resultados podrían evidenciar que los cardenolidos son metabolitos que no están presentes en la familia Solanaceae.

## V. CONCLUSIONES

- 1) Por la presencia de proteínas, carbohidratos, alto contenido de agua y minerales fundamentales, el fruto de *Solanum betaceum* Cav. tiene un importante valor nutricional para el consumo humano.
- 2) El Distrito de Celendín cuenta con mejores condiciones de sitio para el desarrollo de los frutos de *Solanum betaceum* Cav. que el Anexo de Huayrapongo, lo cual se evidencia en las mayores dimensiones del fruto, masa, porcentaje de pulpa, cromaticidad a\*, y mayor contenido de sustancias nutritivas.
- 3) La mayor presencia de compuestos nitrogenados en los frutos de *Solanum betaceum* Cav. del Distrito de Celendín en comparación a los frutos de Huayrapongo, demuestra que los árboles de Celendín disponen de más nitrógeno en el suelo para la formación de estos compuestos.
- 4) Los frutos de sacha tomate de ambas zonas de estudio están libres de minerales pesados perjudiciales para la salud como el plomo, cadmio, mercurio y arsénico.
- 5) Los minerales con mayor presencia en el fruto en ambas zonas de estudio son: potasio, fósforo, magnesio y calcio, los mismos que cumplen un papel importante en la fisiología de los seres vivos.
- 6) En los frutos de *Solanum betaceum* Cav. de las dos zonas de estudio, se identificó la presencia de moléculas que cumplen una función importante como protectores contra el estrés oxidativo en el ser humano, tales como taninos, flavonoides y leucoantocianidinas.

## VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el fruto en diferentes estados de maduración para determinar en qué momento el fruto cuenta con los valores nutricionales más óptimos.
- Hacer un estudio de elaboración de productos con los frutos de *Solanum betaceum* Cav. para darle valor agregado al fruto y fomentar la formación de pequeñas empresas en las zonas.
- Evaluar cuantitativamente los aminoácidos y alcaloides con la finalidad de obtener resultados más exactos de las proteínas del fruto.
- Realizar un estudio que permita caracterizar la totalidad de metabolitos y su respectiva cuantificación.
- Realizar un tamizaje fitoquímico en las diferentes partes del árbol de *Solanum betaceum* Cav. para hacer un uso integral de esta especie.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvines, E. 2006. Osmodeshidratación de tomate de árbol. (*Cyphomandra crassifolia*). Tesis para optar el título de Ing. Lima, PE. UNALM.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2007. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C, US.
- Arenas De Moreno, L.; Marín, M.; Peña, D.; Toyo, E y Sandoval, L. 1999. Contenido de humedad, materia seca y cenizas totales en guayabas (*Psidium guajava* L.) cosechadas en granjas del municipio Mara del estado Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). Volumen 16: 1-10. Consultado 10 feb 2016. Disponible en: [http://www.revfacagronluz.org.ve/v16\\_1/v161z001.html](http://www.revfacagronluz.org.ve/v16_1/v161z001.html)
- Azcon-Bieto, J y Talom, M. 1993. Fisiología y Bioquímica vegetal. Editorial MC Graw-Hill Internacional de España. Madrid, ES.
- Badui, S. 2013. Química de los Alimentos. Pearson. DF México, MX.
- Barcelo, J, Nicolás. G, Sabates. B y Sánchez. R. 2009. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide. Madrid, ES.
- Belitz, H.; Grosch, W y Schieberle, P. 2011. Química de Alimentos. Tercera Edición. Editorial Acrilia S.A. Zaragoza, ES.
- Brow, T.; LeMay, H.; Bursten, B.; Murphy, C y Woodward, P. 2009. Química la ciencia general. Pearson Educación. Nuacalpan de Juárez, MX.
- Calzada, J. 143 Frutales nativos. Lima, PE.
- Camacho, G. 2002. Obtención de Pulpas de Fruta. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C, CO. Consultado 3 may 2016. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p7.htm>
- Carrasco, R. & Encina, C. 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Revista de la Sociedad Química del Perú. Vol. 72. no 2. Lima, PE.

- Coavoy, I. 2015. Evaluación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de la tuna morada (*Opuntia ficus-indica*) del distrito de san Bartolomé, Huarochirí, Lima. Tesis para optar el título de Ing. de Alimentos. Lima, PE. Universidad Peruana Unión. Consultado el 9 mar 2016. Disponible en: [http://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/UPEU/354/1/Ibeth\\_Tesis\\_bachiller\\_2015.pdf](http://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/UPEU/354/1/Ibeth_Tesis_bachiller_2015.pdf)
- Domene, M & Segura, M. 2014. Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Negocio Agroalimentario y Cooperativo. Ficha de transferencia. N° 003. Consultado el 30 may 2016. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transferencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1993. Depósito de documentos de la FAO. Manual de técnicas para laboratorio de alimentos y productos elaborados, basados en el método de AOAC (1984). Consultado el 20 feb 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>.
- Fennema, OR. 1993. Química de los alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza, ES.
- Fennema, OR. 2011. Química de los alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza, ES.
- Fernandez, R. 2014. Caracterización dendrológica de la familia solanaceae en el valle de Chanchamayo, Junín. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM.
- Ferrer, A. Marques, I y Vercet, A. Informe sobre las características diferenciales entre el plátano de canarias y la banana de distintas procedencias. Facultad de ciencias de la salud y del deporte. Universidad de Zaragoza. Consultado el 23 feb 2016. Disponible en: [http://www.sportlife.es/rsc/comun/ficheros/121/Estudio\\_Nutricional\\_Platano\\_de\\_Canarias.pdf](http://www.sportlife.es/rsc/comun/ficheros/121/Estudio_Nutricional_Platano_de_Canarias.pdf)
- Galindo, I. 2012. Evaluación del fruto de *Capparis scabrida* H.B.K. (sapote), en función de las características del árbol, proveniente de la Comunidad San Julian de Motupe, Motupe, Lambayeque. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM.

- García, A. 2006. Caracterización física y química de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) y efectividad de la refrigeración comercial en frutos acondicionados. *Bioagro* 18(2). Consultado el 30 may 2016. Disponible en: [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18\(2\)/6.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica%20de%20duraznos.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18(2)/6.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica%20de%20duraznos.pdf).
- Gil-Albert, F. 1989. Tratado de arboricultura frutal. Vol I. Morfología y fisiología del árbol frutal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES.
- Gil, A. 2010. Tratado de nutrición, Tomo II. Editorial Médica Panamericana S.A. Madrid. España. 765 p. Consultado 12 mar 2016. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Gil, F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Relación hídrica. Nutrición mineral. Transporte. Metabolismo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES.
- Gil, G. 2006. Fruticultura: la producción de fruta. Frutas de climas templado y subtropical y uva de vino-Santiago. Ediciones Universidad Católica de Chile. CL.
- Gonzales, J; Ayala, A.; y Gutiérrez, E. 2006. Determinación de Fenoles Totales y Taninos Condensados en Especies Arbóreas con Potencial Forrajero de la Región de Tierra Caliente Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. MX
- Guardiola, J & García, A. 1990. Fisiología vegetal 1: Nutrición y Transporte. Editorial Síntesis. Madrid, ES.
- Harborne, J. 1999. Phytochemical dictionary: a handbook of bioactive compounds from plants. Segunda edición. CRC Press. London, GB.
- Kuklinki, C. 2003. Nutrición y Bromatología. Edición Omega. Barcelona, ES.
- Leon, J., Vitieri, P y Cevallos, G. 2004. Manual del Cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Quito, EC.
- Lock, O. 1994. Investigación Fitoquímica. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, PE.

- López, A. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. 151. Consultado 16 may 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s00.htm#Contents>
- Luque, C. 2009. Determinación preliminar de metabolitos en hojas y corteza de Camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) en tres etapas fenológicas. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM.
- Márquez, C.; Otero, C y Cortes, M. 2007. Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímico y microestructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* sendt). Revista de la Facultad Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Volumen 14 (2). Medellín, COL.
- Matissek, R.; Schnepel, F. y Steiner, G. 1992. Análisis de los Alimentos. Fundamentos-Métodos-Aplicaciones. Acribia, S.A. Zaragoza, ES.
- Mejía, L. 2013. Evaluación del comportamiento físico y químico poscosecha del plátano dominico harton (*Musa aab simmonds*) cultivado en el municipio de Belalcazar (Caldas). Tesis para optar el grado de magister. Universidad nacional de Colombia sede Bogotá facultad de ciencias. Bogotá, COL. Consultado el 30 may 2016. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9479/1/01107468.2013.pdf>.
- Mendoza, E. 2010. Bromatología. Composición y Propiedades de los Alimentos. MX.
- Montaño, J y Méndez, J. 2009. Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.). Universidad de Oriente. Monagas, VE. Consultado 17 may 2016. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09038>
- Morton, J. 1982. The tree tomato or “tamarillo” a fast growing, early small tree for subtropical climates. Proc. Fla State. Hort. Soci. 95: 81-85.
- Morales, R & Romero, M. 2009. Estudio fotoquímico preliminar del fruto de la especie vegetal *Cyphomandra betacea* (tomate de palo) e identificación de alcaloides esteroidales. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciatura en química y farmacia. Universidad de El Salvador facultad de química y farmacia. Consultado el 20 may 2016. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/2821/1/16100669.pdf>.

- Nina, V. y Quispe, A. 2000. Catálogo de recursos genéticos de frutales nativos de la sierra del Perú. INIA.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. ONERN. Lima, PE
- ONERN, 1975. Mapa Ecológico del Perú. Lima, PE.
- Orihuela, M. 1993. Tomate andino. Manual práctico para su cultivo y uso. Centro Bartolomé de las Casas. Cuzco, PE.
- Padilla, L. 2013. Estudio del efecto de la radiación uv-c sobre el tiempo de vida útil de mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus*) almacenada en refrigeración. Tesis para optar el título de Ing. de alimentos. UTE. Quito, ECU. Consultado el 30 de may 2016. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5028/1/53536\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5028/1/53536_1.pdf).
- Poma, W & Alcántara, G. 2011. Estudio de suelos y capacidad de uso mayor del departamento de Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca. Consultado el 22 may 2016. Disponible en: <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/INFSUELOSZEE091.pdf>
- Ploumidis, D. Color Perception. Part III of an ongoing Color Management Series. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en: <http://www.flexoglobal.com/flexomag/08-September/flexomag-ploumidis.htm>
- Ríos, A.; Moreno, M & Simonet, B. 2012. Técnicas espectroscópicas en química analítica. Volumen II. Espectrometría atómica, de iones y electrones. Editorial Síntesis S.A. Madrid, ES.
- Rojas, D. 2013. Efecto de la estandarización y tratamiento térmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Tesis. Lima, PE. UNALM.
- Salisbury. F & Ross. C. 1922. Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamérica. México D.F. MX.

- Soto, M. 2014. Estudio fitoquímico de las hojas, flores y frutos de *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. (Solanaceae) procedentes del Cerro Campana, Región La Libertad-Perú. Consultado el 20 may 2016. Disponible en: <http://www.upao.edu.pe/Museo/pdf/06%20Estudio%20fitoqu%C3%ADmico%20de%20las%20hojas,%20flores.pdf>
- Valencia, C. 1995. Fundamentos de Fitoquímica. Editorial Trillas S. A. MX.
- Westland, S. 2001. Frequently asked question about Colour Physics. Version 2.0.a. copyright © 2000. Colourware Ltd. Consultado el 20 feb 2016. . Disponible en: <http://www.colourware.co.uk.htm>.
- X-rite, 2007. A Guide to Understanding Color Communication. Consultado el 11 jun 2016. Disponible en: [https://www.xrite.com/documents/literature/en/110-001\\_understand\\_color\\_en.pdf](https://www.xrite.com/documents/literature/en/110-001_understand_color_en.pdf).
- Zhañay, M. 2012. Relación entre la actividad antioxidante, y concentración de compuestos fenólicos contenidos en el fruto del pungal (*Solanum crinitipes*). Tesis para optar por el título de Bioquímico farmacéutico. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Consultado el 20 may 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2582/1/56T00350.pdf>.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### COMPOSICIÓN DE LA PARTES DEL FRUTO DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)

A. Frutos y sus partes de Celendín.

Código	PESO (g)					
	Fruta entera	Cáscara	Pulpa	SLP	Pedúnculo	Suma de partes
Z1-F1	71,92	3,94	60,27	5,08	0,53	69,82
Z1-F2	72,97	4,46	56,75	8,31	0,59	70,12
Z1-F3	61,85	3,86	50,82	5,46	0,51	60,65
Z1-F4	61,30	4,81	47,86	7,02	0,57	60,26
Z1-F5	59,83	3,04	49,01	5,99	0,43	58,47

B. Frutos y sus partes de Huayrapongo.

Código	PESO (g)					
	Fruta entera	Cáscara	Pulpa	SLP	Pedúnculo	Suma de partes
Z2-F1	47,14	2,66	33,62	8,91	0,49	45,69
Z2-F2	50,23	3,72	36,65	7,64	0,47	48,47
Z2-F3	50,89	2,85	38,00	7,58	0,43	48,85
Z2-F4	50,75	3,12	38,54	7,80	0,40	49,86
Z2-F5	51,99	2,53	39,25	7,39	0,47	49,64

## ANEXO 2

### RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y CROMATICAS DEL FRUTO DE SACHATOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)

A. Masa de frutos de las dos zonas de estudio.

<b>N°</b>	<b>CELENDÍN</b>	<b>HUAYRAPONGO</b>
1	64,4	45,02
2	78,85	39,18
3	60,55	50,45
4	59,5	39,88
5	70,65	50,14
6	65,9	55,34
7	59,55	53,68
8	62,1	56,52
9	59,05	35,8
10	59,3	49,44
11	61,23	56,42
12	75,78	47,38
13	68,19	65,18
14	57,34	53,42
15	59,8	51,1
16	66,91	46,1
17	65,33	71,96
18	73,89	38,64
19	70,37	45,94
20	63,87	44,4
21	77,59	51,84

B. Dimensiones del frutos del sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.) de las dos zonas de estudio.

<b>N°</b>	<b>CELENDÍN</b>		<b>HUAYRAPONGO</b>	
	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>
1	66,15	41,39	63,75	43,93
2	67,64	42,5	61,6	41,66
3	67,32	43,27	63,09	40,23
4	70,15	41,42	61,23	38,99
5	70,54	43,31	64,6	34,79
6	75,14	41,17	65,09	38,68
7	61,78	42,39	61,46	40,24

Continuación

8	53,71	41,08	60,71	38,615
9	69,11	37,53	55,28	36,195
10	71,74	40,7	54,15	35,65
11	69,36	44,24	65,75	39,85
12	74,71	43,77	71,38	39,28
13	70,2	45,38	65,46	38,9
14	65,48	44,14	62,72	38,57
15	66,14	39,23	54,43	37,605
16	69,85	40,15	62,22	38,36
17	70,77	41,63	56,99	38,25
18	68,89	41,6	60,26	38,77
19	67,27	38,33	61,15	34,99
20	67,03	41,69	73,64	42,4
21	71,41	38,89	60,76	37,705

C. Promedio de las coordenadas cromáticas del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

	<b>CELENDÍN</b>		
	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
ESTANDRA	48,5	27,1	29,7
MUESTRA	47,8	27,4	29,1
MUESTRA	49	29,3	34,5
MUESTRA	48,4	26,6	32,6
MUESTRA	44,6	27,8	30,5
MUESTRA	49,6	26,5	35,4
MUESTRA	48,6	26,3	34,1
MUESTRA	46,1	28	34,4
MUESTRA	47,9	27,2	34
MUESTRA	49,5	31,4	32
MUESTRA	50	26	36,2
MUESTRA	54,1	35,9	31,4
MUESTRA	48,1	24,1	30,4
MUESTRA	47,7	26,8	35,3
MUESTRA	47,1	28,8	25,4
MUESTRA	41,9	27,8	35,3
MUESTRA	44,2	25,9	35,5
MUESTRA	44,7	25,1	33,4
MUESTRA	52,5	28,2	36,8
MUESTRA	43,4	30	35,3
MUESTRA	49,4	29,5	35,8
MUESTRA	52,8	29,5	30

Continuación

MUESTRA	44,2	25,7	35,4
MUESTRA	40,9	30,6	32,5
MUESTRA	43,1	23,9	32

	<b>HUAYRAPONGO</b>		
	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
ESTANDRA	45,7	31,5	30,1
MUESTRA	46,5	30	30,5
MUESTRA	47,9	32,3	34,3
MUESTRA	49,5	33,5	30,1
MUESTRA	47,7	33,4	32,7
MUESTRA	50,4	30,6	33,8
MUESTRA	48,9	31,9	33,6
MUESTRA	44,7	30,5	31,2
MUESTRA	49,1	32	29,3
MUESTRA	52,9	35,2	35,5
MUESTRA	49,7	29,3	33,9
MUESTRA	42,1	30,3	32,4
MUESTRA	52,8	29,7	32,5
MUESTRA	47,6	31,7	29,5
MUESTRA	50,9	32,1	35,8
MUESTRA	43,9	30,6	29,3
MUESTRA	50,6	28,4	34,7
MUESTRA	49,7	31,3	33,7
MUESTRA	51	34,2	32,8
MUESTRA	48,3	29,9	34,9
MUESTRA	51,8	30,3	35,7
MUESTRA	43,2	29,8	29,7
MUESTRA	50,4	31,7	32,9
MUESTRA	48,7	33,7	28,1
MUESTRA	50,9	29,5	32,5

D. Dureza de la pulpa del fruto de sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>Código</b>	<b>CELENDÍN (Lbs)</b>
Z1-F1	-2,02
Z1-F2	-1,59
Z1-F3	-1,46
Z1-F4	-1,56

Continuación

Z1-F5	-1,38
Z1-F6	-1,32
Z1-F7	-2,28

<b>Código</b>	<b>HUAYRAPONGO</b> <b>(Lbs)</b>
Z2-F1	-2,2
Z2-F2	-1,91
Z2-F3	-1,73
Z2-F4	-2,11
Z2-F5	-1,51
Z2-F6	-1,91
Z2-F7	-1,53

E. Resultado de pesos para calcular el contenido de Humedad del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>Código</b>	<b>CELENDÍN</b>	
	<b>Peso (h)</b>	<b>Peso(s)</b>
Z1-F1	10,02	1,69
Z1-F2	10,00	1,34
Z1-F3	10,07	1,60
Z1-F4	10,03	1,75
Z1-F5	10,08	1,62
Z1-F6	10,08	1,50
Z1-F7	10,01	1,56

<b>Código</b>	<b>HUAYRAPONGO</b>	
	<b>Peso (h)</b>	<b>Peso(s)</b>
Z2-F1	10,02	1,53
Z2-F2	10,02	1,56
Z2-F3	10,04	1,50
Z2-F4	10,02	1,54
Z2-F5	10,02	1,49
Z2-F6	10,05	1,62
Z2-F7	10,10	1,55

### ANEXO 3

#### ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)

A. Resultado de los pesos y porcentaje de proteínas de la pulpa del fruto de Sacha tomate  
(*Solanum betaceum* Cav.)

<b>CELENDÍN</b>					
<b>Código</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>HCl (ml)</b>	<b>Porcentaje de Nitrógeno</b>	<b>Porcentaje de proteínas</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	1,1045	18,3	2,3196	14,50	2,28
ST-2	1,1048	18,4	2,3316	14,57	2,29
ST-3	1,1048	18,0	2,2809	14,26	2,24
ST-4	1,1049	18,7	2,3694	14,81	2,33
ST-5	1,1045	18,0	2,2815	14,26	2,24

<b>HUAYRAPONGO</b>					
<b>Código</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>HCl (ml)</b>	<b>Porcentaje de N</b>	<b>Porcentaje de proteínas</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	1,1048	13,9	1,8575	11,61	1,783
ST-2	1,0453	13,8	1,8482	11,55	1,774
ST-3	1,0451	14,1	1,8888	11,81	1,813
ST-4	1,0453	13,9	1,8616	11,64	1,787
ST-5	1,0453	13,8	1,8482	11,55	1,774

B. Resultados de porcentaje de lípidos en la pulpa del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>CELENDÍN</b>					
<b>Código</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>Balón vacío</b>	<b>Balón con lípidos</b>	<b>Porcentaje de lípidos</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	3,8762	102,3537	102,3722	0,4772	0,075
ST-2	3,8753	106,2075	106,2288	0,5495	0,086
ST-3	3,8760	126,8582	126,8748	0,4289	0,067
ST-4	3,8755	150,8296	150,8476	0,4644	0,073
ST-5	3,8763	132,5414	132,5615	0,5185	0,082

<b>HUAYRAPONGO</b>					
<b>Código</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>Balón vacío</b>	<b>Balón con lípidos</b>	<b>Porcentaje de lípidos</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	5,2260	126,8553	126,8686	0,3545	0,054
ST-2	5,2262	150,8521	150,8752	0,4424	0,068
ST-3	5,2201	127,1842	127,2042	0,3837	0,059
ST-4	5,2258	133,8669	133,8903	0,4477	0,069
ST-5	5,2264	127,3292	127,3491	0,3807	0,058

C. Resultados de porcentajes de Fibras crudas de la pulpa del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Código</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Crisol + Muestra seca</b>	<b>Crisol+ Cenizas</b>	<b>Peso del Crisol</b>	<b>Peso del Crisol después de cenizas</b>	<b>Ceniza del papel</b>	<b>Fibra</b>
ST1	2,0245	38,0134	37,2223	37,2152	37,2161	0,0014	38,96
ST2	2,0239	36,2064	35,4088	35,3896	35,3918	0,0014	39,23
ST3	2,0244	36,2138	35,4123	35,4045	35,4087	0,0014	39,32
ST4	2,0237	37,5952	36,7837	36,7538	36,7546	0,0014	39,99
ST5	2,0233	35,0089	34,1881	34,1554	34,1578	0,0014	40,38

<i>Porcentaje de lípidos</i>	<i>Fibras Ajustadas</i>	<i>g/100 g de parte comestible</i>
0,48	38,78	6,10
0,55	39,02	6,14
0,43	39,15	6,16
0,46	39,81	6,26
0,52	40,17	6,32

<i>Código</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>Crisol + Muestra seca</i>	<i>Crisol+ Cenizas</i>	<i>Peso del Crisol</i>	<i>Peso del Crisol después de cenizas</i>	<i>Ceniza del papel</i>	<i>Fibra</i>
ST1	2,1986	38,6182	37,1457	37,1422	37,1457	0,0014	66,75
ST2	2,1991	36,4872	35,09	35,0765	35,0783	0,0014	63,39
ST3	2,1988	35,0662	33,6352	33,623	33,627	0,0014	64,84
ST4	2,1991	35,5435	34,1193	34,0996	34,1003	0,0014	64,67
ST5	2,1990	38,1881	36,7929	36,7613	36,7637	0,0014	63,27

<i>Porcentaje de lípidos</i>	<i>Fibras Ajustadas</i>	<i>g/100 g de parte comestible</i>
0,35	66,51	10,22
0,44	63,11	9,69
0,38	64,59	9,92
0,45	64,38	9,89
0,38	63,03	9,68

D. Resultado de porcentaje de cenizas de la pulpa del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>CELENDÍN</b>				
<b>Código</b>	<b>Muestra seca (g)</b>	<b>Peso de ceniza (g)</b>	<b>Porcentaje de cenizas</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	4,4809	0,2918	6,25	1,02
ST-2	4,4816	0,2979	6,17	1,05
ST-3	4,4807	0,2913	6,24	1,02
ST-4	4,4807	0,2938	6,03	1,03
ST-5	4,4808	0,2941	6,05	1,03

<b>HUAYRAPONGO</b>				
<b>Código</b>	<b>Muestra seca (g)</b>	<b>Peso de ceniza (g)</b>	<b>Porcentaje de cenizas</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	5,2261	0,3504	6,25	1,03
ST-2	5,2254	0,3532	6,17	1,04
ST-3	5,2260	0,3450	6,24	1,01
ST-4	5,2260	0,3510	6,03	1,03
ST-5	5,2260	0,3487	6,05	1,02

E. Resultados de porcentaje del extracto libre de nitrógeno de la pulpa del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>CELENDÍN</b>		
<b>Código</b>	<b>Porcentaje de extracto libre de nitrógeno</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	39,74	6,25
ST-2	39,22	6,17
ST-3	39,67	6,24
ST-4	38,36	6,03
ST-5	38,49	6,05

<b>HUAYRAPONGO</b>		
<b>Código</b>	<b>Porcentaje de extracto libre de nitrógeno</b>	<b>g/100 g de parte comestible</b>
ST-1	14,82	2,28
ST-2	18,14	2,79
ST-3	16,62	2,55
ST-4	16,82	2,58
ST-5	18,36	2,82

F. Resultado de cantidad de sólidos solubles totales en grados °Brix del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>Código</b>	<b>CELENDÍN</b>
Z1-F1	9
Z1-F2	11,5
Z1-F3	10,5
Z1-F4	10,5
Z1-F5	10,25
Z1-F6	9
Z1-F7	10,5

<b>Código</b>	<b>HUAYRAPONGO</b>
Z2-F1	8
Z2-F2	10,5
Z2-F3	11
Z2-F4	9
Z2-F5	10
Z2-F6	9,5
Z2-F7	8,5

### ANEXO 3

#### **RESULTADOS ESPERADOS A OBTENER EN EL TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO DE LA PULPA DEL FRUTO DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)**

<b>Compuesto</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Observación</b>
Taninos	Gelatina salada	La solución se torna opaca y turbia.	En presencia de fenoles
	FeCl <sub>3</sub>	Color rojo-vino, verdes intensos y azules intensos.	Presencia respectivamente de fenólicos en general, taninos pirocatecolicos, taninos pirogalotánicos.
Aminoácidos	Ninhidrina	Color violeta	Presencia de aminoácidos libres.
Flavonoides	Shinoda	Tonos rojos	
Esteroides	Carr-Price	Azul	
Quinonas	Bornträger	Rojo en fase acuosa	Positivo para antraquinonas y naftoquinonas.
Cardenólidos	Kedde	Color purpura o violáceo	Positivo para glicósidos cardíacos, para anillos y -lactona- $\alpha$ , $\beta$ -insaturado.
Esteroides	Carr-Price	Color azul	Positivo derivados de colestano con dieno o trieno potencial en anillo A y B.
Alcaloides	Mayer	Precipitado blanco a crema	
	Dragendorf	Precipitado de rojo a anaranjado	
Leucoantocianidina	Rosenheim	Color rojo	Catequinas: color marrón
Cardenólidos, anillos lactona	Kedde	Color purpura o violáceo	Positivo para glicósidos cardíacos, para anillos y -lactona- $\alpha$ , $\beta$ -insaturado
Esteroides, triterpenos	Carr-Price	Color azul	Positivo derivados de colestano con dieno o trieno potencial en anillo A y B.

**ANEXO 5**  
**CUANTIFICACIÓN DE LOS MINERALES DE LA PULPA DEL FRUTO DE**  
**SACHA TOMATE (*Solanum betaceum* Cav.)**



**INFORME DE ENSAYO N° 3-13740/15**

Pág. 1/2

Solicitante : **NAVARRO HUAYNATES, ARTURO ALEJANDRO**  
 Domicilio Legal : Mza. R2 Lote. 10 Av. Honor y Lealtad Lima – Lima – Santiago de Surco.  
 Producto Declarado : **PULPA DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum*)**  
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 670 g  
**Muestra proporcionada por el solicitante**  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y refrigerada.  
 Identificación de la muestra : **PROCEDECENCIA CELENDIN**  
 Fecha de Recepción : 2015 – 09 – 18  
 Fecha de Inicio del ensayo : 2015 – 09 – 21  
 Fecha de Término del ensayo : 2015 – 09 – 24  
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental  
 Identificada con : **H/S 15014632 ( EXAI-01927-2015 )**  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.  
 Referencia : Este Informe de Ensayo **reemplaza al Informe 3-10297/15** emitido el día 25 de Setiembre de 2015

Ensayos	Resultados
Litio (mg/kg) (LC: 0,15 mg/kg)	< 0,15
Berilio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Boro (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	0,801
Sodio (mg/kg) (LC: 1,5mg/kg)	16,898
Magnesio (mg/kg) (LC: 0,35mg/kg)	150,957
Aluminio (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	< 0,25
Silicio (mg/kg) (LC: 0,25 mg/kg)	1,802
Fosforo (mg/kg) (LC: 0,5mg/kg)	206,974
Potasio (mg/kg) (LC: 4,5mg/kg)	3 510,939
Calcio (mg/kg) (LC: 2,5mg/kg)	89,607
Titanio (mg/kg) (LC: 0,15mg/kg)	< 0,15
Vanadio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cromo (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Manganeso (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	0,791
Hierro (mg/kg) (LC: 0,2mg/kg)	< 0,2
Cobalto (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Niquel (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cobre (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	0,527
Zinc (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	0,879

LC: Límite de cuantificación.



CALLAO  
 Oficina Principal  
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
 T. (511) 319 9000  
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE  
 Av. José Carlos Mariátegui s/n  
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
 T. (043) 311 048

PIURA  
 Urb. Angamos A - 2 - Piura  
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

**INFORME DE ENSAYO N° 3-13740/15**

Pág. 2/2

Ensayos	Resultados
Arsénico (mg/kg) (LC: 0.06 mg/kg)	< 0.06
Selenio (mg/kg) (LC: 0.25mg/kg)	< 0.25
Estroncio (mg/kg) (LC: 0.05mg/kg)	< 0.05
Cerio (mg/kg) (LC: 0.02 mg/kg)	< 0.02
Plata (mg/kg) (LC: 0.05mg/kg)	< 0.05
Cadmio (mg/kg) (LC: 0.05mg/kg)	< 0.05
Estaño (mg/kg) (LC: 0.1mg/kg)	< 0.1
Antimonio (mg/kg) (LC: 0.25mg/kg)	< 0.25
Bario (mg/kg) (LC: 0.05mg/kg)	< 0.05
Mercurio (mg/kg) (LC: 0.002mg/kg)	< 0.002
Talio (mg/kg) (LC: 0.25mg/kg)	< 0.25
Piomo (mg/kg) (LC: 0.1mg/kg)	< 0,1

LC: Límite de cuantificación.

**Método:**

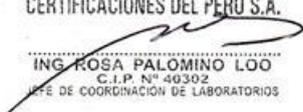
Litio, Berilio, Boro, Sodio, Magnesio, Aluminio, Silicio, Fosforo, Potasio, Calcio, Titanio, Vanadio, Cromo, Manganeso, Hierro, Cobalto, Niquel, Cobre, Zinc, Arsénico, Selenio, Estroncio, Cerio, Plata, Cadmio, Estaño, Antimonio, Bario, Mercurio, Talio, Plomo: EPA Method 200.7: 1994. Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometric Method for trace Element Analysis of Water and Wastes.

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de Diciembre de 2015  
MG

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

  
ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. N° 40302  
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE  
Av. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

**INFORME DE ENSAYO N° 3-13741/15**

Pág. 1/2

Solicitante : **NAVARRO HUAYNATES, ARTURO ALEJANDRO**  
 Domicilio Legal : Mza. R2 Lote. 10 Av. Honor y Lealtad Lima – Lima – Santiago de Surco.  
 Producto Declarado : **PULPA DE SACHA TOMATE (*Solanum betaceum*)**  
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 540 g  
**Muestra proporcionada por el solicitante**  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y refrigerada.  
 Identificación de la muestra : **PROCEDENCIA HUAYRAPONGO**  
 Fecha de Recepción : 2015 – 09 – 18  
 Fecha de Inicio del ensayo : 2015 – 09 – 21  
 Fecha de Término del ensayo : 2015 – 09 – 24  
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental  
 Identificada con : **H/S 15014632 ( EXAI-01927-2015 )**  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.  
 Referencia : Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 3-10298/15 emitido el día 25 de Setiembre de 2015

Ensayos	Resultados
Litio (mg/kg) (LC: 0,15 mg/kg)	< 0,15
Berilio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Boro (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	0,690
Sodio (mg/kg) (LC: 1,5mg/kg)	41,091
Magnesio (mg/kg) (LC: 0,35mg/kg)	123,322
Aluminio (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	< 0,25
Silicio (mg/kg) (LC: 0,25 mg/kg)	4,411
Fosforo (mg/kg) (LC: 0,5mg/kg)	199,378
Potasio (mg/kg) (LC: 4,5mg/kg)	4 248,687
Calcio (mg/kg) (LC: 2,5mg/kg)	92,433
Titanio (mg/kg) (LC: 0,15mg/kg)	< 0,15
Vanadio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cromo (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Manganeso (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Hierro (mg/kg) (LC: 0,2mg/kg)	0,924
Cobalto (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Niquel (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cobre (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	0,525
Zinc (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	0,661

LC: Limite de cuantificación.



**CALLAO**  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

**CHIMBOTE**  
Av. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

**PIURA**  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

**INFORME DE ENSAYO N° 3-13741/15**

Pág. 2/2

Ensayos	Resultados
Arsénico (mg/kg) (LC: 0,06 mg/kg)	< 0,06
Selenio (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	< 0,25
Estroncio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cerio (mg/kg) (LC: 0,02 mg/kg)	< 0,02
Plata (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Cadmio (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Estaño (mg/kg) (LC: 0,1mg/kg)	< 0,1
Antimonio (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	< 0,25
Bario (mg/kg) (LC: 0,05mg/kg)	< 0,05
Mercurio (mg/kg) (LC: 0,002mg/kg)	< 0,002
Talio (mg/kg) (LC: 0,25mg/kg)	< 0,25
Piomo (mg/kg) (LC: 0,1mg/kg)	< 0,1

LC: Limite de cuantificación.

**Método:**

Litio, Berilio, Boro, Sodio, Magnesio, Aluminio, Silicio, Fosforo, Potasio, Calcio, Titanio, Vanadio, Cromo, Manganese, Hierro, Cobalto, Níquel, Cobre, Zinc, Arsénico, Selenio, Estroncio, Cerio, Plata, Cadmio, Estaño, Antimonio, Bario, Mercurio, Talio, Plomo: EPA Method 200.7: 1994. Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometric Method for trace Element Analysis of Water and Wastes.

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

 Callao, 23 de Diciembre de 2015  
 MG

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

 ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. N° 40302  
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

**CALLAO**  
 Oficina Principal  
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
 T. (511) 319 9000  
 info@cerper.com - www.cerper.com

**CHIMBOTE**  
 Av. José Carlos Mariátegui s/n  
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
 T. (043) 311 048

**PIURA**  
 Urb. Angamos A - 2 - Piura  
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

## ANEXO 6

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

A. Análisis de la normalidad de los resultados de partes del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>					
		<b>Puntuación Z(P. cascara)</b>	<b>Puntuación Z(P. pulpa)</b>	<b>Puntuación Z(P. semilla)</b>	<b>Puntuación Z(P. pedúnculo)</b>
N		10	10	10	10
Parámetros normales a, b	Media	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Desviación típica	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000
Diferencias más extrem as	Absoluta	0,188	0,238	0,186	0,120
	Positiva	0,188	0,238	0,119	0,120
	Negativa	-0,113	-0,120	-0,186	-0,112
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,595	0,753	0,587	0,380
Sig. asintót. (bilateral)		0,870	0,622	0,881	0,999

B. Análisis de la normalidad de los resultados de pesos del fruto, largos y anchos del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>				
		<b>Puntuación Z(Largo)</b>	<b>Puntuación Z(Ancho)</b>	<b>Puntuación Z(Peso)</b>
N		42	42	42
Parámetros normales a, b	Media	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Desviación típica	1,0000000	1,0000000	1,0000000
Diferencias más extrem as	Absoluta	0,077	0,089	0,069
	Positiva	0,058	0,089	0,046
	Negativa	-0,077	-0,065	-0,069
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,501	0,576	0,444
Sig. asintót. (bilateral)		0,963	0,895	0,989

C. Análisis de la normalidad de los resultados de cromaticidad de la cáscara de los frutos de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>				
		<b>Puntuación Z(L*)</b>	<b>Puntuación Z(a*)</b>	<b>Puntuación Z(b*)</b>
N		48	48	48
Parámetros normales a, b	Media	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Desviación típica	1,00000000	1,00000000	1,00000000
Diferencias más extremas	Absoluta	0,122	0,084	0,097
	Positiva	0,074	0,067	0,078
	Negativa	-0,122	-0,084	-0,097
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,847	0,583	0,671
Sig. asintót. (bilateral)		0,470	0,886	0,759

D. Análisis de la normalidad de los resultados de grados °Brix, dureza de la pulpa y humedad del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>				
		<b>Puntuación Z(°Brix)</b>	<b>Puntuación Z(Dureza de la pulpa)</b>	<b>Puntuación Z(Humedad)</b>
N		14	14	14
Parámetros normales a, b	Media	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Desviación típica	1,00000000	1,00000000	1,00000000
Diferencias más extremas	Absoluta	0,171	0,194	0,169
	Positiva	0,152	0,121	0,169
	Negativa	-0,171	-0,194	-0,138
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,638	0,724	0,631
Sig. asintót. (bilateral)		0,810	0,670	0,821

E. Análisis de la normalidad de los resultados del análisis proximal del fruto del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>						
		<b>Puntuación Z(Cenizas)</b>	<b>Puntuación Z(Proteínas crudas)</b>	<b>Puntuación Z(Lípidos)</b>	<b>Puntuación Z(Fibras crudas)</b>	<b>Puntuación Z(Extracto libre de nitrógeno)</b>
N		10	10	10	10	10
Parámetros normales a, b	Media	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Desviación típica	1,00000000	1,00000000	1,00000000	1,00000000	1,00000000
Diferencias más extrem as	Absoluta	0,170	0,300	0,143	0,311	0,312
	Positiva	0,170	0,300	0,143	0,311	0,297
	Negativa	-0,118	-0,291	-0,132	-0,301	-0,312
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,536	0,948	0,451	0,984	0,986
Sig. asintót. (bilateral)		0,936	0,330	0,987	0,288	0,286

## ANEXO 7 ANÁLISIS DE VARIANZA Y MEDIA DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

A. Análisis de varianza de las partes del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

		<b>Prueba de Levene para la igualdad de varianzas</b>		<b>Prueba T para la igualdad de medias</b>		
		<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
<b>Peso cáscara</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,428	0,531	2,843	8	0,022
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			2,843	7,158	0,024
<b>Peso pulpa</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	7,529	0,025	6,084	8	0,000
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			6,084	5,346	0,001

Continuación

<b>Peso SLP</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	3,649	0,092	-2,314	8	0,049
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			2,314	5,646	0,063
<b>Peso pedúnculo</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,853	0,383	2,337	8	0,048
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			2,337	6,484	0,055

Datos estadísticos de los resultados de las partes del fruto del Sacha tomate (*Solanum betaceum* Cav.).

<b>Procedencia</b>		<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típ.</b>	<b>Error típ. de la media</b>
<b>Peso cascara</b>	<b>Celendín</b>	5	4,023560	0,6743482	0,3015777
	<b>Huayrapongo</b>	5	2,977140	0,4717261	0,2109623
<b>Peso pulpa</b>	<b>Celendín</b>	5	52,940180	5,3371716	2,3868557
	<b>Huayrapongo</b>	5	37,209520	2,2216891	0,9935696
<b>Peo SLP</b>	<b>Celendín</b>	5	6,371540	1,3069386	0,5844807
	<b>Huayrapongo</b>	5	7,862680	0,6064755	0,2712241
<b>Peso pedúnculo</b>	<b>Celendín</b>	5	0,527420	0,0615785	0,0275387
	<b>Huayrapongo</b>	5	0,452700	0,0363315	0,0162480

B. Análisis de varianza de los resultados de humedad, dureza de la pulpa y grados °Brix del fruto del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

		<b>Prueba de Levene para la igualdad de varianzas</b>		<b>Prueba T para la igualdad de medias</b>		
		<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
<b>Humedad</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	3,968	0,070	-0,699	12	0,498
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			-0,699	7,145	0,507
<b>Dureza de la pulpa</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,554	0,471	1,094	12	0,296
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			1,094	11,129	0,297
<b>°Brix</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,402	0,538	1,278	12	0,225
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			1,278	11,613	0,226

Datos estadísticos de los resultados de humedad, dureza de la pulpa y grados °Brix del fruto del sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

	<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típ.</b>	<b>Error típ. de la media</b>
<b>Humedad</b>	<b>Celendín</b>	7	84,273075	1,3345803	0,5044239
	<b>Huayrapongo</b>	7	84,642143	0,4140732	0,1565049
<b>Dureza de la pulpa</b>	<b>Celendín</b>	7	-1,658571	0,3565776	0,1347737
	<b>Huayrapongo</b>	7	-1,842857	0,2675017	0,1011061
<b>°Brix</b>	<b>Celendín</b>	7	10,1786	0,89808	0,33944
	<b>Huayrapongo</b>	7	9,5000	1,08012	0,40825

C. Análisis de varianza de los resultados de peso, largo y ancho de los frutos de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

		<b>Prueba de Levene para la igualdad de varianzas</b>		<b>Prueba T para la igualdad de medias</b>		
		<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
<b>Masa</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,473	0,496	6,665	40	0,000
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			6,665	37,338	0,000
<b>Largo</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,121	0,729	4,243	40	0,000
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			4,243	39,823	0,000
<b>Ancho</b>	<b>Se han asumido varianzas iguales</b>	0,018	0,895	4,307	40	0,000
	<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			4,307	39,523	0,000

Datos estadísticos de los resultados de peso, largo y ancho del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

<b>Procedencia</b>		<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típ.</b>	<b>Error típ. de la media</b>
<b>Masa</b>	<b>Celendín</b>	21	65,721429	6,5869828	1,4373975
	<b>Huayrapongo</b>	21	49,896667	8,6601301	1,8897953
<b>Largo</b>	<b>Celendín</b>	21	68,304286	4,5207804	0,9865152
	<b>Huayrapongo</b>	21	62,177143	4,8329951	1,0546460
<b>Ancho</b>	<b>Celendín</b>	21	41,614762	2,0365795	0,4444181
	<b>Huayrapongo</b>	21	38,745714	2,2740098	0,4962296

D. Análisis de varianza de los resultados de cromaticidad del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

		<i>Prueba de Levene para la igualdad de varianzas</i>		<i>Prueba T para la igualdad de medias</i>		
		<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>Gl</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>
<i>L*</i>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	0,095	0,759	0,638	46	0,527
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			0,638	45,824	0,527
<i>a*</i>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	1,379	0,246	5,469	46	0,000
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			5,469	40,132	0,000
<i>b*</i>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	0,705	0,405	-1,029	46	0,309
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			-1,029	44,524	0,309

Datos estadísticos de los resultados de cromaticidad del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

	<i>Procedencia</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típ.</i>	<i>Error típ. de la media</i>
<i>L*</i>	<i>Celendín</i>	24	47,929	3,2220	0,6577
	<i>Huayrapongo</i>	24	47,317	3,4280	0,6997
<i>a*</i>	<i>Celendín</i>	24	31,329167	1,7339272	0,3539364
	<i>Huayrapongo</i>	24	27,845833	2,5941371	0,5295260
<i>b*</i>	<i>Celendín</i>	24	32,475000	2,2716112	0,4636907
	<i>Huayrapongo</i>	24	33,220833	2,7308191	0,5574261

E. Análisis de varianza de los resultados de análisis proximal del fruto de sachá tomate (*Solanum betaceum* Cav.)

		<i>Prueba de Levene para la igualdad de varianzas</i>		<i>Prueba T para la igualdad de medias</i>		
		<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>T</i>	<i>Gl</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>
<b>Cenizas</b>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	0,012	0,914	0,611	8	0,558
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			0,611	8,000	0,558
<b>Proteínas crudas</b>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	3,002	0,121	27,511	8	0,000
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			27,511	5,482	0,000
<b>Lípidos</b>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	0,077	0,789	3,443	8	0,009
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			3,443	7,804	0,009
<b>Fibras crudas</b>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	1,615	0,240	-34,933	8	0,000
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			-34,933	5,377	0,000
<b>Extracto libre de nitrógeno</b>	<i>Se han asumido varianzas iguales</i>	1,644	0,236	32,945	8	0,000
	<i>No se han asumido varianzas iguales</i>			32,945	5,643	0,000

	<i>Procedencia</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típ.</i>	<i>Error típ. de la media</i>
<b>Cenizas</b>	Celendín	5	1,031082	0,0090690	0,0040558
	Huayrapongo	5	1,027583	0,0090328	0,0040396
<b>Proteínas</b>	Celendín	5	2,277054	0,0365428	0,0163424
	Huayrapongo	5	1,786176	0,0160151	0,0071622
<b>Lípidos</b>	Celendín	5	0,076700	0,0074094	0,0033136

Continuación

	Huayrapongo	5	0,061708	0,0063160	0,0028146
<b>Fibras crudas</b>	Celendín	5	6,193716	0,0915818	0,0409566
	Huayrapongo	5	9,878872	0,2173805	0,0972155
<b>Extracto libre de nitrógeno</b>	Celendín	5	6,148348	0,1011688	0,0452441
	Huayrapongo	5	2,603561	0,2182904	0,0976224

## ANEXO 8

### NORMAS TECNICAS AOAC

A. Norma para determinar el contenido de humedad.

#### 4.1.06

**AOAC Official Method 930.15  
Loss on Drying (Moisture) for Feeds  
(at 135°C for 2 Hours)  
Dry Matter on Oven Drying for Feeds  
(at 135°C for 2 Hours)**

First Action 1930

Final Action

(Not to be used when fat determination is to be made on the same test portion. The method is not applicable for feeds containing urea, high sugar contents, ensiled materials, milk products with sugar contents >4%, or feeds containing these products.)

Regulate air oven to 135° ± 2°C. Using low, covered Al dishes, **934.01** (see 4.1.03), ≥50 mm diameter and 40 mm deep, weigh ca 2 g test portion into each dish and shake until contents are evenly distributed. With covers removed, place dishes and covers in oven as quickly as possible and dry 2 h ± 5 min. Place covers on dishes and transfer to desiccator to cool. Weigh, and calculate loss in weight on drying (LOD) as estimate of H<sub>2</sub>O.

**Calculations**

$$\% \text{ (w/w) LOD} = \% \text{ (w/w) moisture} = 100 \times \frac{\text{wt loss on drying, g}}{\text{wt test portion, g}}$$

B. Norma técnica para la determinación del contenido de sólidos solubles totales

37.1.15

**AOAC Official Method 932.12  
Solids (Soluble)  
in Fruits and Fruit Products**

**Refractometer Method  
First Action 1932  
Final Action 1980**

(Insoluble matter present. Applicable to fresh and canned fruits, fruit jellies, marmalades, and preserves.)

Proceed as in 932.14C (see 44.1.04).

% Soluble solids =

$$\% \text{ solids determined by refractometer} \times (100 - b) / 100$$

where  $b$  = % H<sub>2</sub>O-insoluble solids.

(Note: U.S. Federal standards for frozen fruits, canned fruits, fruit jellies, and preserves make no correction for H<sub>2</sub>O-insoluble solids, invert sugar, or other substances.)

Reference: *JAOAC* 15, 384(1932).

44.1.04

**AOAC Official Method 932.14  
Solids in Syrups**

**First Action 1932  
Final Action**

### C. By Means of Refractometer

(Applicable only to liquids containing no undissolved solids.)

Soluble solids by refractometric method is that concentration by weight of sucrose in solution that has same refractive index ( $n$ ) as solution analyzed. Use instrument with scale graduated at least in 0.001 units or 0.5% sucrose, permitting estimation to  $0.0002n$  or 0.25%, respectively. Adjust instrument to read  $n$  of 1.3330 or 0% sucrose with  $H_2O$  at  $20^\circ C$ .

Determine refractometer reading of solution at  $20^\circ C$  and obtain corresponding percent dry substance from either direct reading, if sugar refractometer is used, or from 990.35 (see Appendix C), if instrument gives readings in terms of refractive index. Circulate  $H_2O$  at constant temperature, preferably  $20^\circ C$ , through jackets of refractometer or through trough of immersion instrument, long enough to let temperature of prisms and of syrup reach equilibrium, continuing circulation during observations and taking care that temperature is held constant.

If determination is made at temperature other than  $20^\circ C$ , or if humidity causes condensation of moisture on exposed faces of prisms, make measurements at room temperature and correct readings to standard temperature of  $20^\circ C$  from 990.36 (see Appendix C). If solution is too dark to be read in instrument, dilute with concentrated sugar solution; never use  $H_2O$  for this purpose. Mix weighed amounts of solution under examination and solution of pure sugar of about same strength, and calculate percent dry substance in former =  $[(W + B)C - BD]/W$ , where  $W$  = weight (g) syrup mixed with  $B$ ;  $B$  = weight (g) sugar solution used in dilution;  $C$  = percent dry substance in mixture  $W + B$  obtained from refractive index; and  $D$  = percent dry substance in pure sugar solution obtained from its refractive index.

For liquid products containing invert sugar, correct percent solids obtained from 990.35 (see Appendix C) by adding 0.022 for each percent invert sugar in product.

References: *JAOC* 15, 79(1932); 16, 81(1933); 17, 74(1934);  
41, 621(1958); 73, 124(1990).

Revised: June 2000

C. Norma técnica para la determinación del contenido de cenizas

**4.1.10**

**AOAC Official Method 942.05**  
**Ash of Animal Feed**  
First Action 1942  
Final Action

Weigh 2 g test portion into porcelain crucible and place in temperature controlled furnace preheated to 600°C. Hold at this temperature 2 h. Transfer crucible directly to desiccator, cool, and weigh immediately, reporting percent ash to first decimal place.

$$\% \text{ (w/w) Ash} = \frac{\text{weight of test portion, g} - \text{weight loss on ashing, g}}{\text{weight of test portion, g}} \times 100$$

References: *JAOAC* 25, 857(1942); 26, 220(1943).

D. Norma técnica para la determinación del contenido de proteínas

**4.2.02**

**AOAC Official Method 954.01**  
**Protein (Crude) in Animal Feed and Pet Food**  
Kjeldahl Method  
First Action 1954  
Final Action

Determine N as in 955.04 (see 2.4.03). Multiply result by 6.25, or in case of wheat grains by 5.70.

References: *JAOAC* 37, 241(1954); 38, 56(1955).

Revised: March 1996

2.4.03

AOAC Official Method 955.04  
Nitrogen (Total) in Fertilizers

Kjeldahl Method  
First Action 1955  
Final Action

Codex-Adopted—AOAC Method\*

(Provide adequate ventilation in laboratory and do not permit accumulation of exposed Hg.)

**A. Reagents**

- (a) *Sulfuric acid*.—93–98%  $H_2SO_4$ , N-free.
- (b) *Mercuric oxide or metallic mercury*.— $HgO$  or Hg, reagent grade, N-free.
- (c) *Potassium sulfate (or anhydrous sodium sulfate)*.—Reagent grade, N-free.
- (d) *Salicylic acid*.—Reagent grade, N-free.
- (e) *Sulfide or thiosulfate solution*.—Dissolve 40 g commercial  $K_2S$  in 1 L  $H_2O$ . (Solution of 40 g  $Na_2S$  or 80 g  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  in 1 L may be used.)
- (f) *Sodium hydroxide*.—Pellets or solution, nitrate-free. For solution, dissolve ca 450 g solid NaOH in  $H_2O$ , cool, and dilute to 1 L. (Specific gravity of solution should be  $\geq 1.36$ .)
- (g) *Zinc granules*.—Reagent grade.
- (h) *Zinc dust*.—Impalpable powder.
- (i) *Methyl red indicator*.—Dissolve 1 g methyl red in 200 mL alcohol.
- (j) *Hydrochloric standard solution*.—0.5 or 0.1M when amount of N is small, or (sulfuric acid.—0.25 or 0.05M when amount of N is small). Prepare as in 936.15 (see A.1.06) or 890.01A (see A.1.14).
- (k) *Sodium hydroxide standard solution*.—0.1M (or other specified concentration). Prepare as in 936.16 (see A.1.12).

Standardize each standard solution with primary standard (see Appendix A, standard solutions) and check one against the other. Test reagents before use by blank determination with 2 g sugar, which ensures partial reduction of any nitrates present.

[Caution: Use freshly opened  $H_2SO_4$  or add dry  $P_2O_5$  to avoid hydrolysis of nitriles and cyanates. Ratio of salt to acid (w:v) should be ca 1:1 at end of digestion for proper temperature control. Digestion may be incomplete at lower ratio; nitrogen may be lost at higher ratio. Each g fat consumes 10 mL  $H_2SO_4$ , and each g carbohydrate, 4 mL  $H_2SO_4$  during digestion.]

**B. Apparatus**

- (a) *For digestion*.—Use Kjeldahl flasks of hard, moderately thick, well-annealed glass with total capacity ca 500–800 mL. Conduct digestion over heating device adjusted to bring 250 mL  $H_2O$  at 25°C to rolling boil in ca 5 min or other time as specified in

method. To test heaters, preheat 10 min if gas or 30 min if electric. Add 3-4 boiling chips to prevent superheating.

(b) *For distillation.*—Use 500-800 mL Kjeldahl or other suitable flask, fitted with rubber stopper through which passes lower end of efficient scrubber bulb or trap to prevent mechanical carryover of NaOH during distillation. Connect upper end of bulb tube to condenser tube by rubber tubing. Trap outlet of condenser in such way as to ensure complete absorption of  $\text{NH}_3$  distilling over into acid in receiver.

### C. Improved Method for Nitrate-Free Materials

Place weighed test portion (0.7-2.2 g) in digestion flask. Add 0.7 g  $\text{HgO}$  or 0.65 g metallic Hg, 15 g powdered  $\text{K}_2\text{SO}_4$  or anhydrous  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , and 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . If test portion >2.2 g is used, increase  $\text{H}_2\text{SO}_4$  by 10 mL for each g test portion. Place flask in inclined position and heat gently until frothing ceases (if necessary, add small amount of paraffin to reduce frothing); boil briskly until solution clears and then  $\geq 30$  min longer (2 h for materials containing organic material).

Cool, add ca 200 mL  $\text{H}_2\text{O}$ , cool  $< 25^\circ\text{C}$ , add 25 mL of the sulfide or thiosulfate solution, and mix to precipitate Hg. Add few Zn granules to prevent bumping, tilt flask, and add layer of NaOH without agitation. (For each 10 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  used, or its equivalent in diluted  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , add 15 g solid NaOH or enough solution to make contents strongly alkaline.) (Thiosulfate or sulfide solution may be mixed with the NaOH solution before addition to flask.) Immediately connect flask to distilling bulb on condenser, and, with tip of condenser immersed in standard acid and 5-7 drops indicator in receiver, rotate flask to mix contents thoroughly; then heat until all  $\text{NH}_3$  has distilled ( $\geq 150$  mL distillate). Remove receiver, wash tip of condenser, and titrate excess standard acid in distillate with standard NaOH solution. Correct for blank determination on reagents.

When standard HCl is used:

$$\text{Percent N} = \frac{[(\text{mL standard acid} \times \text{molarity acid}) - (\text{mL standard NaOH} \times \text{molarity NaOH})]}{\times 1.4007/\text{g test portion}}$$

When standard  $\text{H}_2\text{SO}_4$  is used:

$$\text{Percent N} = \frac{[(\text{mL standard acid} \times 2 \times \text{molarity acid}) - (\text{mL standard NaOH} \times \text{molarity NaOH})]}{\times 1.4007/\text{g test portion}}$$

Reference: *JAOAC* 38, 56(1955).

E. Norma técnica para la determinación del contenido de lípidos

**Subchapter 5**

**FAT**

**4.5.01**

**AOAC Official Method 920.39  
Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed**

**First Action 1920**

**Final Action**

Use method **A** or **C** for feed ingredients and mixed feeds other than (1) baked and/or expanded, (2) dried milk products, (3) containing urea, or (4) mixed feeds that have at least 20% of crude fat derived from baked and/or expanded, or dried milk products.

**A. Indirect Method**

Determine moisture as in **934.01** (see 4.1.03) or **920.36** (see 4.1.05); then extract dried substance as in **C**, and dry again. Report loss in weight as ether extract.

**Direct Method**

**B. Reagent**

*Anhydrous ether.*—Wash commercial ether with 2 or 3 portions  $H_2O$ , add solid NaOH or KOH, and let stand until most of  $H_2O$  is abstracted from the ether. Decant into dry bottle, add small pieces of carefully cleaned metallic Na, and let stand until  $H_2$  evolution ceases. Keep ether, thus dehydrated, over metallic Na in loosely stoppered bottles. (*Caution: See Appendix B, safety notes on sodium metal and diethyl ether.*)

**C. Determination**

(Large amounts  $H_2O$ -soluble components such as carbohydrates, urea, lactic acid, glycerol, and others may interfere with extraction of fat; if present, extract 2 g test portion on small paper in funnel with five 20 mL portions  $H_2O$  prior to drying for ether extraction.)

Extract ca 2 g test portion, dried as in 934.01 (see 4.1.03) or 920.36 (see 4.1.05), with anhydrous ether. Use thimble with porosity permitting rapid passage of ether. Extraction period may vary from 4 h at condensation rate of 5–6 drops/s to 16 h at 2–3 drops/s. Dry extract 30 min at 100°C, cool, and weigh.

References: *JAOAC* 64, 351(1981); 65, 289(1982).  
ISO 6492:1999(E).

## F. Norma técnica para la determinación del contenido de fibra cruda

### Subchapter 6 FIBER

4.6.01

#### AOAC Official Method 962.09 Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food

Ceramic Fiber Filter Method  
First Action 1962  
Final Action 1971  
Revised First Action 1982

#### AOCS-AOAC Method

##### A. Principle

Crude fiber is loss on ignition of dried residue remaining after digestion of sample with 1.25% (w/v)  $H_2SO_4$  and 1.25% (w/v) NaOH solutions under specific conditions. Method is applicable to materials from which the fat can be and is extracted to obtain a workable residue, including grains, meals, flours, feeds, fibrous materials, and pet foods.

##### B. Reagents

(a) *Sulfuric acid solution*.—0.128 ± 0.003M. 1.25 g  $H_2SO_4$ /100 mL. Concentration must be checked by titration.

(b) *Sodium hydroxide solution*.—1.25 g NaOH/100 mL, 0.313 ± 0.005M, free, or nearly so, from  $Na_2CO_3$ . Concentration must be checked by titration.

(c) *Prepared ceramic fiber*.—Place 60 g ceramic fiber (Refractory Ceramic Fiber by Kaowool, Distribution International, Port Allen, LA, USA; Part No. BTCS128323K; CAS-142844-00-6) in blender, add 800 mL  $H_2O$ , and blend 1 min at low speed.

Determine blank by treating ca 2 g (dry weight) of prepared ceramic fiber with acid and alkali as in determination. Correct crude fiber results for any blank, which should be negligible (ca 2 mg).

(d) *Alcohol*.—95% or reagent alcohol, methanol, or isopropanol.  
(e) *Antifoam*.—Dow Corning Corp. Antifoam A compound diluted 1 + 4 with mineral spirits or petroleum ether, or  $H_2O$ -diluted Antifoam B Emulsion (1 + 4). Do not use Antifoam Spray.

(f) *Bumping chips or granules*.—Broken Alundum crucibles or equivalent granules (RR Alundum 90 mesh, Norton Co., 1 New Bond St, Worcester, MA 01606, USA; Tel: +1-508-795-5000) are satisfactory.

(g) *Petroleum ether*.—Initial boiling temperature, 35°–38°C; dry-flask end point, 52°–60°C; ≥95% distilling <54°C, and ≤60% distilling <40°C; specific gravity at 60°F, 0.630–0.660; evaporation residue ≤0.002% by weight.

##### C. Apparatus

(a) *Digestion apparatus*.—With condenser to fit 600 mL beaker, and hot plate adjustable to temperature that will bring 200 mL  $H_2O$  at 25°C to rolling boil in 15 ± 2 min. (Available from Labconco Corp., 8811 Prospect Ave, Kansas City, MO 64132, USA; www.labconco.com).

(b) *Ashing dishes*.—Silica, Vitreosil 70 × 16 mm; or porcelain, Coors Ceramics Co. (600 9th St, Golden, CO 80401, USA, No. 60230), or equivalent.

(c) *Desiccator*.—With efficient desiccant such as 4–8 mesh Drierite ( $CaCl_2$  is not satisfactory).

(d) *Filtering device*.—With No. 200 Type 304 or 316 stainless steel screen (W.S. Tyler, Inc., 8570 Tyler Blvd, Mentor, OH 44060, USA; www.wstyler.com), easily washed free of digested residue. Either Oklahoma State filter screen (see Figure 962.09A; available from Labconco Corp.) or modified California plastic Büchner (see Figure 962.09B; consists of 2 piece polypropylene plastic funnel manufactured by Nalge Co., 75 Panorama Creek Dr, PO Box 20365, Rochester, NY 14602, USA, Cat. No. 4280-0700, 70 mm [without No. 200 screen], or equivalent [also available from Labconco Corp.]).



Figure 962.09A. Oklahoma State filter screen.

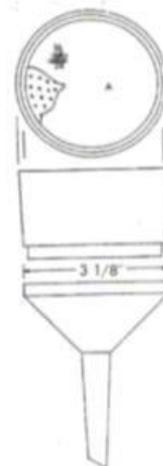


Figure 962.09B. Modified California State Büchner funnel, 2-piece polypropylene plastic, covered with 200-mesh screen, A, heat-sealed to edge of filtering surface.

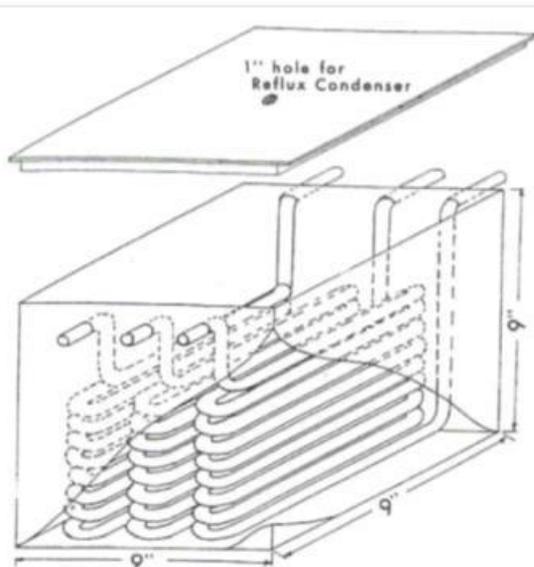


Figure 962.09C. Continuous heater for distilled water, 1.25% alkali, and 1.25% acid.

Seal screen to filtering surface of funnel, using small-tip soldering iron).

(e) *Suction filter*.—To accommodate filtering devices. Attach suction flask to trap in line with aspirator or other source of vacuum with valve to break vacuum.

(f) *Liquid preheater*.—For preheating  $H_2O$ , 1.25%  $H_2SO_4$ , **B(a)**, and 1.25% NaOH, **B(b)**, solutions to bp of  $H_2O$ . Convenient system, shown in Figure 962.09C, consists of sheet Cu tank with 3 coils of  $\frac{3}{8}$  in. (10 mm) od Cu tubing, 12.5 ft (3.8 m) long. Solder inlets and outlets where tubing passes through tank walls. Connect to reflux condenser and fill with  $H_2O$ . Keep  $H_2O$  boiling with two 750 watt thermostatically controlled hot plates. Use Tygon for inlet leads to reservoirs of  $H_2O$ , acid, and alkali; use gum rubber tubing for outlets. Capacity of preheater is adequate for 60 analyses in 8 h.

#### D. Preparation of Test Sample

Reduce laboratory sample (riffle is suitable) to 100 g. Place test sample in sealed container for  $H_2O$  determination and immediately determine  $H_2O$ . Grind remainder to uniform fineness. (Weber mill with screen 0.033–0.040 in. [No. 18 or 20], Micro mill [Hosokawa Micron Powder Systems, Inc., 10 Chatham Rd, Summit, NJ 07901, USA] with screen  $\frac{1}{25}$ – $\frac{1}{16}$  in. [No. 18–No. 12], or Wiley mill with 1 mm [No. 18] screen give comparable fineness.) Since most materials lose moisture during grinding, determine  $H_2O$  on ground test sample at same time portion is taken for crude fiber determination.

#### E. Determination

Extract 2 g ground test portion ( $W_1$ ) with ether or petroleum ether. If fat is <1%, extraction may be omitted. Pretreat materials that contain >1% carbonate with 100 mL cold (<15°C) HCl to prevent partial neutralization of acid during sulfuric acid extraction. After 5 min filter and wash residues with cold water to remove HCl. Transfer to 600 mL

beaker, avoiding fiber contamination from paper or brush. Add ca 1.5–2.0 g dry weight of prepared ceramic fiber, 200 mL boiling 1.25%  $H_2SO_4$ , **B(a)**, and one drop diluted antifoam. (Excess antifoam may give high results; use only if necessary to control foaming.) Bumping chips or granules may also be added. Determine blank by treating ca 2 g (dry weight) of prepared ceramic fiber with acid and alkali as in determination. If extremely fine materials are being analyzed and filters are to be precoated with a filter mat, prepare 2 beakers of ceramic fiber mixture for each test as follows: Add 1.5 g dry weight of prepared ceramic fiber to each 100 mL beaker, then add 60–75 mL 1.25% (w/v) sulfuric acid, **B(a)**, to each beaker and allow to soak until precoated step. Place beaker on digestion apparatus with preadjusted hot plate and boil exactly 30 min, rotating beaker periodically to keep solids from adhering to sides. Remove beaker, and filter as in (a) or (b).

(a) *Using Oklahoma filter screen*.—(1) Extremely fine materials only. Skip to step (2) if no filter precoating is necessary. Precoat the filter screen as follows: Attach Oklahoma filter screen to vacuum flask. Turn on suction. Mix well the 60–75 mL 1.25% sulfuric acid, **B(a)**, and 1.5 g ceramic fiber mixture previously prepared. Insert the screen into beaker keeping face of screen just under the surface of liquid until all liquid is removed. Without breaking suction, proceed to step (2).

(2) Turn on suction and insert screen (precoated with ceramic fiber if extremely fine materials are being analyzed) into beaker, keeping face of screen just under surface of liquid until all liquid is removed. Without breaking suction or raising filter, add 50–75 mL boiling water. (Work rapidly to keep mat from becoming dry.) Remove filter from beaker and drain all  $H_2O$  from line by raising above trap level. Return mat and residue to beaker by breaking suction and blowing back. Add 200 mL boiling 1.25% NaOH, **B(b)**, and boil exactly 30 min. Remove beaker.

(3) Extremely fine materials only. Skip to step (4) if no filter precoating is necessary. Precoat the filter screen using the second beaker of ceramic mixture as described in E(a)(1).

(4) Filter as in E(a)(2). Without breaking suction, wash with 25 mL boiling 1.25%  $H_2SO_4$ , **B(a)**, and three 50 mL portions boiling  $H_2O$ . Drain free of excess  $H_2O$  by raising filter. Lower filter into beaker and wash with 25 mL alcohol. Drain line, break suction, and remove mat by blowing back through filter screen into ashing dish. Proceed as in E(c).

(b) *Using California Büchner*.—(1) Extremely fine materials only. Skip to step (2) if no filter precoating is necessary. Precoat the filter screen as follows: Attach California Büchner to vacuum flask. Funnel must be level. Do not turn on vacuum. (Note: California Büchner may be held level above vacuum flask if vacuum cannot be turned off.) Mix well the 60–75 mL 1.25% sulfuric acid and 1.5 g ceramic fiber mixture previously prepared. Pour ceramic fiber/acid slurry into California Büchner. Allow to settle 5–10 s. Turn on minimum vacuum, just sufficient to form ceramic fiber "pad."

(2) Transfer contents of beaker to a level Büchner under no vacuum (precoated with ceramic fiber if extremely fine materials are being analyzed). Let residues and ceramic fiber settle for 5–10 s and then apply vacuum. Rinse beaker with 50–75 mL boiling  $H_2O$ , and wash through Büchner. Repeat with three 50 mL portions  $H_2O$ , and suck dry. Remove mat and residue by snapping bottom of Büchner against white top while covering stem with thumb or forefinger and replace in beaker. Add 200 mL boiling 1.25% NaOH, **B(b)**, and boil exactly 30 min. Remove beaker.

(3) Extremely fine materials only. Skip to step (4) if no filter precoating is necessary. Precoat the filter screen using the second beaker of ceramic mixture as described in E(b)(1).

(f) Filter as in E(b)(2). Wash with 25 mL boiling 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, B(a), three 50 mL portions H<sub>2</sub>O, and 25 mL alcohol. Remove mat and residue; transfer to ashing dish.

(c) *Treatment of residue.*—Dry mat and residue 2 h at 130° ± 2°C. Cool in desiccator and weigh (W<sub>2</sub>). Ignite 30 min at 600° ± 15°C. Cool in desiccator and reweigh (W<sub>3</sub>).

$$\begin{aligned} \text{Crude fiber in ground test portion, \%} &= C \\ &= (\text{loss in weight on ignition} - \text{loss in weight of ceramic fiber blank}) \\ &\quad \times 100/\text{weight test portion} \\ &= [(W_2 - W_3) + (B_2 - B_3)]/W_1 \times 100 \end{aligned}$$

where B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> are average weights of all blanks after oven drying and ashing, respectively.

$$\begin{aligned} &\text{Crude fiber on desired moisture basis} \\ &\text{(or desired dry matter basis), \%} = \\ &C \times \left[ \frac{100 - \text{percent moisture desired}}{100 - \text{percent moisture in ground test sample}} \right] \end{aligned}$$

Report results to 0.1%.

References: *JAOAC* 42, 222(1959); 43, 335(1960);  
44, 567(1961); 45, 578(1962); 65, 265(1982).

Revised: March 1998

## ANEXO 9

### DATOS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y CLIMATOGRAMAS DE CELENDÍN Y HUAYRAPONGO

A. Estación: Celendín.

Parámetro: Temperatura media mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	14,5	15,1	14,2	14,9	14,2	14,1	12,9	13,5	14,2	14,3	14,6	14,0
<b>2006</b>	14,2	14,8	14,2	14,3	14,0	13,4	12,7	13,6	14,3	14,9	14,7	14,6
<b>2007</b>	14,8	14,6	14,2	14,4	14,6	13,4	13,5	13,8	13,2	14,6	14,5	14,3
<b>2008</b>	14,0	13,7	13,8	14,1	14,5	13,6	13,3	14,3	14,5	14,5	14,9	14,9
<b>2009</b>	13,9	13,9	14,1	14,0	14,0	13,5	13,3	14,0	14,3	15,0	15,1	14,6
<b>2010</b>	14,5	15,3	14,9	15,5	14,9	14,0	14,2	13,9	14,5	15,0	14,9	14,3
<b>2011</b>	14,3	14,0	13,7	14,4	13,9	13,9	13,4	13,5	13,6	14,5	15,0	14,2
<b>2012</b>	14,0	13,7	14,2	14,3	13,9	13,4	13,0	13,7	13,7	14,6	15,0	14,5
<b>2013</b>	14,8	14,5	14,6	14,8	14,8	13,5	12,7	13,8	14,4	14,8	15,4	15,0
<b>2014</b>	14,8	14,9	14,5	14,5	14,7	14,1	13,7	13,3	14,0	14,7	15,3	15,0

FUENTE: Senamhi.

Parámetro: Temperatura mínima media mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	10,0	11,8	11,8	11,2	8,9	8,7	5,9	6,5	8,2	10,5	8,5	9,4
<b>2006</b>	10,1	11,4	10,8	9,7	7,9	7,3	5,4	7,2	7,9	8,6	9,8	11,9
<b>2007</b>	12,3	10,0	11,4	11,1	10,5	7,3	8,1	7,5	6,6	9,3	11,4	9,7
<b>2008</b>	11,3	10,5	10,5	10,7	10,3	8,9	7,8	8,6	9,1	10,3	10,5	10,0
<b>2009</b>	11,2	11,3	11,3	11,3	10,4	8,8	8,2	8,4	8,3	10,1	10,3	11,7
<b>2010</b>	11,4	12,0	12,0	11,7	10,6	8,8	8,5	6,9	8,6	8,5	9,1	10,5
<b>2011</b>	10,3	9,7	9,9	10,9	8,5	8,0	7,6	7,5	8,6	9,4	11,0	11,3
<b>2012</b>	11,3	10,7	10,8	10,8	9,7	7,9	5,5			10,8	11,6	10,7
<b>2013</b>	11,9	11,2	12,1	11,0	11,2	8,9	6,2	7,9	7,3	11,2	10,0	11,6
<b>2014</b>	11,2	11,7	11,3	10,9	11,2	8,8	7,8	6,8	8,3	9,4	10,5	11,2

FUENTE: Senamhi.

Parámetro: Temperatura máxima media mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	19,8	20,1	18,1	19,8	20,1	20,4	20,0	20,6	20,9	19,1	20,2	18,4
<b>2006</b>	18,8	18,5	17,7	18,7	19,9	18,9	19,6	20,0	20,5	20,8	19,7	18,5
<b>2007</b>	18,7	19,7	18,2	18,6	19,7	20,0	19,5	20,3	19,1	20,0	18,7	18,9
<b>2008</b>	17,9	18,2	18,0	19,0	19,9	19,4	19,4	20,3	20,4	19,1	19,7	20,0
<b>2009</b>	18,2	17,8	18,1	17,9	18,6	18,9	19,1	20,1	20,3	20,4	20,0	18,7
<b>2010</b>	18,8	19,8	19,6	20,4	19,8	19,8	20,3	20,6	20,5	20,9	20,5	19,0
<b>2011</b>	19,2	18,9	18,5	19,3	19,7	19,5	19,2	20,2	19,2	19,8	19,9	18,6
<b>2012</b>	18,1	18,0	18,8	18,9	19,1	19,6	19,7	20,2	20,3	19,7	19,4	19,3
<b>2013</b>	19,3	19,0	18,7	19,9	19,9	18,8	19,4	19,9	21,5	19,6	21,0	19,8
<b>2014</b>	20,1	19,7	19,3	20,0	19,2	20,1	19,9	19,5	19,8	20,3	20,7	19,8

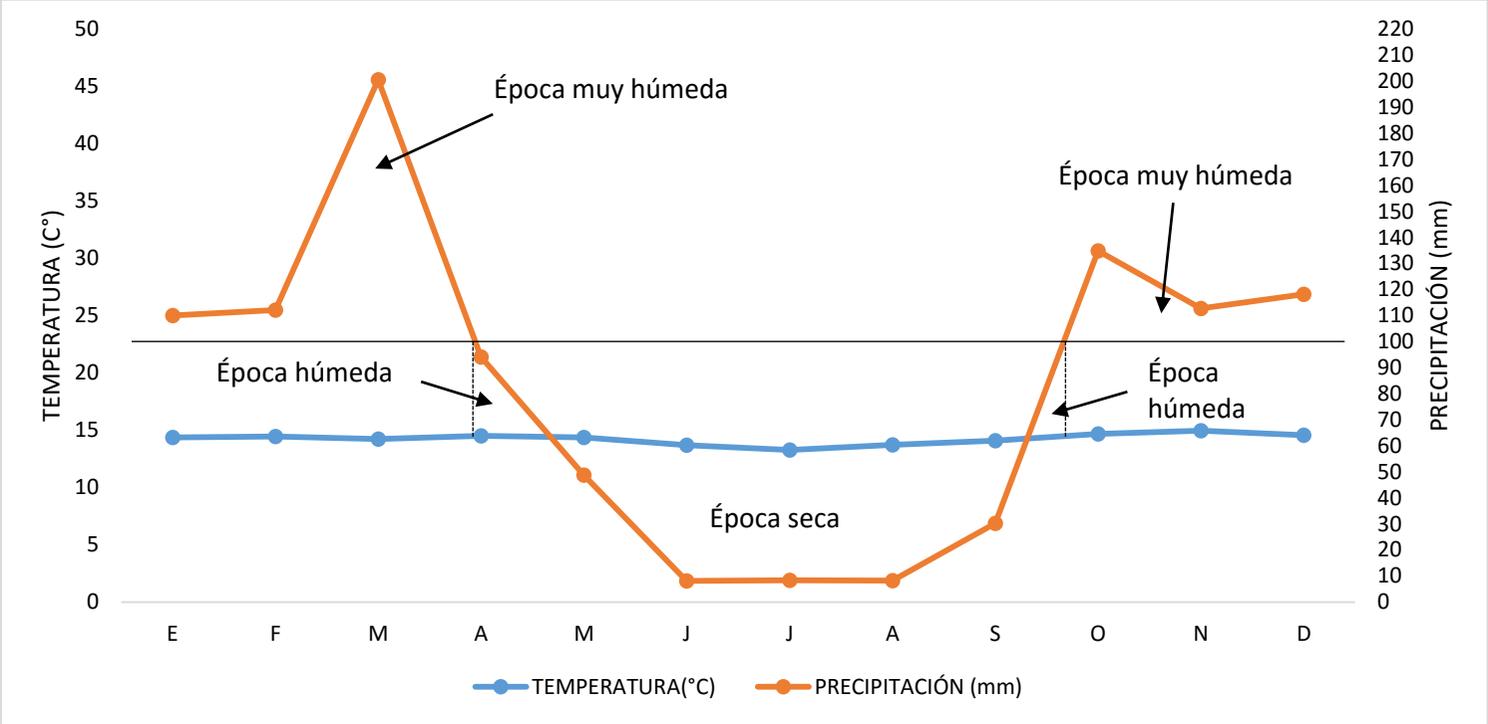
FUENTE: Senamhi.

Parámetro: Precipitación total mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	79,3	103,4	236,5	69,3	16,5	0,0	0,0	0,0	39,0	250,3	26,6	166,7
<b>2006</b>	98,5	136,1	349,8	62,4	3,4	11,8	9,1	3,9	66,3	118,3	123,1	144,6
<b>2007</b>	91,6	17,6	275,8	122,2	27,6	3,0	6,0	9,9	20,0	215,3	152,9	129,0
<b>2008</b>	98,5	180,2	98,8	98,7	48,5	28,0	11,0	21,0	21,0	132,0	142,5	38,8
<b>2009</b>	212,1	75,9	223,5	150,9	71,4	5,8	6,1	0,0	38,2	98,7	139,5	116,0
<b>2010</b>	84,7	200,4	176,3	61,8	69,9	2,8	18,7	3,9	39,0	60,4	123,0	135,1
<b>2011</b>	62,8	88,8	193,3	125,3	18,8	3,6	15,4	4,8	40,5	95,6	113,2	173,6
<b>2012</b>	218,1	113,8	128,1	99,8	42,0	3,4	0,0	1,7	0,3	142,0	208,1	80,3
<b>2013</b>	76,0	58,9	167,1	66,7	63,0	21,1	16,5	33,2	4,7	166,5	36,9	116,8
<b>2014</b>	78,1	146,5	156,8	84,0	126,8	1,3	0,3	4,4	33,2	70,0	62,2	80,9

FUENTE: Senamhi.

Climatograma.



FUENTE: Elaboración propia

B. Estación: La Victoria.

Parámetro: Temperatura mínima media mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	7,6	9,5	9,9	7,5	3,0	3,3	1,1	1,4	5,2	7,8	5,1	9,4
<b>2006</b>	10,5	12,1	11,0	7,3	4,4	5,4	2,3	3,7	4,7	5,4	6,5	8,4
<b>2007</b>	9,6	7,3	9,6	8,1	5,6	2,5	3,6	4,3	3,0	6,4	8,9	5,7
<b>2008</b>	9,0	9,6	9,0	9,0	6,8	3,8	2,4	4,0	5,6	7,3	6,7	4,7
<b>2009</b>	8,8	8,6	9,4	8,3	4,9	3,6	3,9	3,9	4,7	7,0	5,8	8,0
<b>2010</b>	8,5	9,1	10,3	8,4	6,9	4,7	3,5	2,6	5,7	4,6	6,1	8,2
<b>2011</b>	8,2	7,5	6,9	7,6	4,3	3,3	3,4	2,6	4,0	4,3	6,7	9,0
<b>2012</b>	10,3	9,6	8,6	8,5	6,2	3,7	2,8	3,3	3,7	9,4	10,6	9,5
<b>2013</b>	9,6	10,2	11,8	9,2	6,8	4,0	2,3	3,0	2,9	6,4	3,8	5,8
<b>2014</b>	7,2	7,9	8,2	5,6	7,5	3,5	2,7	2,0	4,9	6,1	6,1	7,8

FUENTE: Senamhi.

Parámetro: Temperatura máxima media mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>	20,4	21,2	20,6	20,4	20,6	21,2	20,5	20,4	21,0	19,9	22,6	22,1
<b>2006</b>	22,7	22,1	20,8	20,7	21,2	20,2	20,3	20,2	19,8	20,2	20,2	20,2
<b>2007</b>	21,6	19,7	20,4	20,7	21,5	20,6	20,8	21,4	19,9	20,0	20,0	20,3
<b>2008</b>	19,7	20,3	20,1	21,3	22,0	21,4	20,3	21,1	20,8	19,7	20,5	19,6
<b>2009</b>	19,6	19,4	19,8	20,7	20,4	20,3	19,8	21,2	21,4	21,2	19,9	19,9
<b>2010</b>	21,2	21,4	21,8	22,0	21,8	20,7	21,5	21,4	21,0	20,2	20,8	19,9
<b>2011</b>	20,4	19,7	18,7	19,7	20,3	19,9	19,7	21,1	19,5	18,8	20,4	20,9
<b>2012</b>	21,0	21,1	21,7	21,5	21,6	21,9	21,5	21,9	21,6	22,0	23,0	23,3
<b>2013</b>	23,3	22,3	22,1	23,4	21,7	20,9	20,6	20,8	21,8	19,5	20,5	20,2
<b>2014</b>	20,9	20,3	19,3	20,3	19,8	21,1	21,2	20,7	20,9	21,5	20,8	20,3

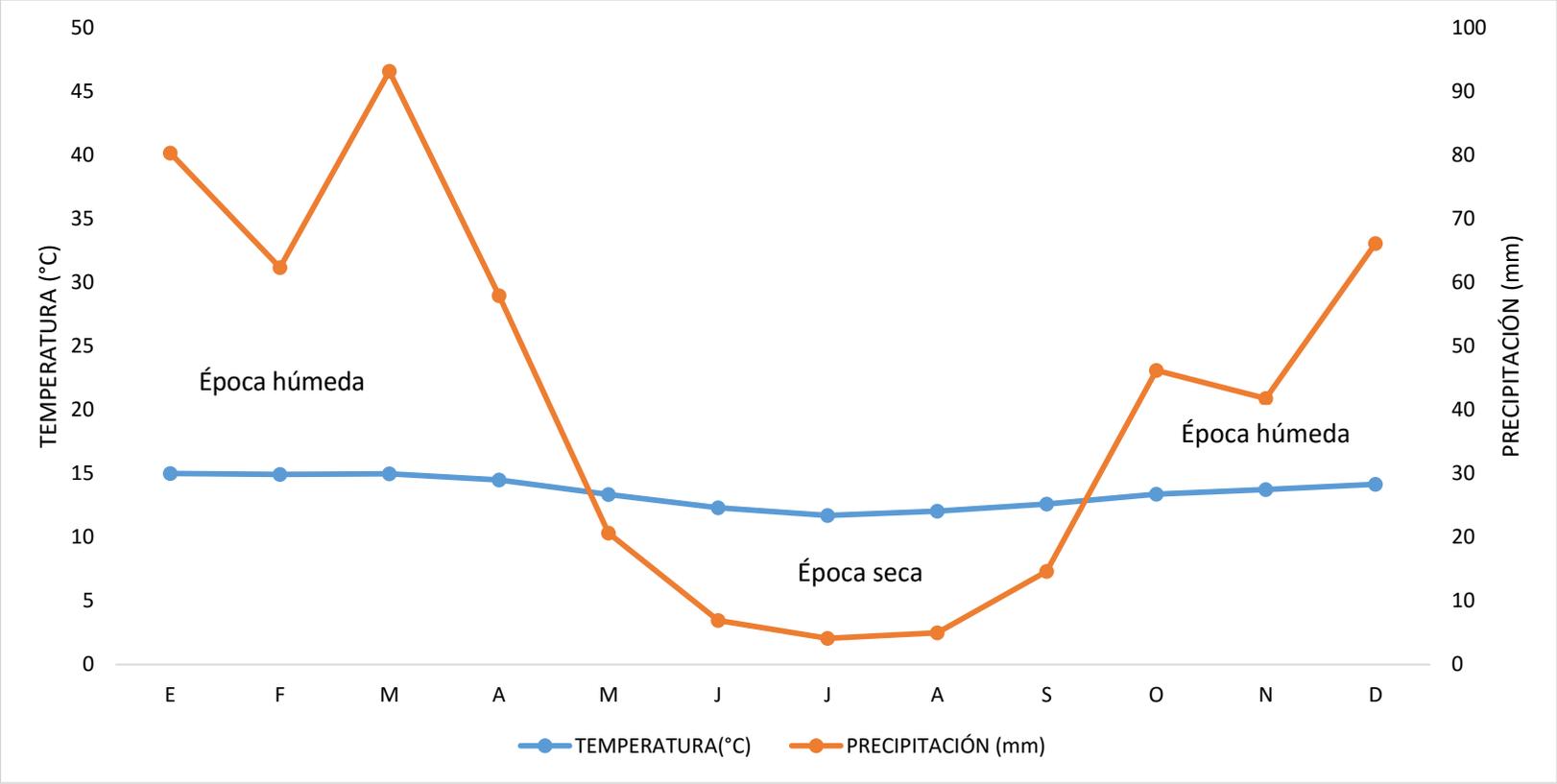
FUENTE: Senamhi.

Parámetro: Precipitación total mensual.

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2005</b>		49,0	148,8	56,9	1,6	0,8	1,0	0,5	11,3			53,0
<b>2006</b>	96,5	65,7			6,3	12,7	0,7	8,1			62,5	106,2
<b>2007</b>	61,6			96,5	21,4	1,1	5,8	5,7	7,2	69,8		69,8
<b>2008</b>	77,6				21,8	11,0	1,8	12,1	35,9		44,2	36,0
<b>2009</b>	139,5	65,6	96,8		29,5	10,2	14,9	4,1	9,5	40,5	51,0	67,6
<b>2010</b>			73,1	35,4	19,0	8,5	1,2	1,5	16,3	32,0	42,8	
<b>2011</b>	59,4	61,4	90,9	65,5	3,6	4,4	7,5	0,0		32,1	22,2	
<b>2012</b>	84,8											66,3
<b>2013</b>	62,6		135,6	35,5	52,4	6,7	3,2	10,8	0,6	93,6	11,3	42,7
<b>2014</b>	60,9	70,1	14,1		30,2		0,8	2,2	21,7	9,4	58,7	87,5

FUENTE: Senamhi.

Climatograma.



FUENTE: Elaboración propia

## ANEXO 10

### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 /244, APDO. 12 - 056 LA MOLINA LIMA PERU



### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del ex alumno Arturo Alejandro Navarro Huaynates, egresado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se proporciona la identidad de los especímenes indicados.

La información facilitada por la solicitante sobre las muestras es la siguiente:

Zona de colección : - Llacanora, anexo Huayrapongo, Prov. Cajamarca  
- Celendín, Prov. Celendín  
Departamento : Cajamarca  
Colector : Arturo Alejandro Navarro Huaynates

N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
01-ANH	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	SOLANACEAE
02-ANH	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	SOLANACEAE



Determinado por:

**Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.**  
Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal  
Director del Laboratorio de Dendrología  
y Herbario Forestal UNALM (MOL)

La Molina, 25 de julio de 2016