



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

---

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
AGROPECUARIAS**

“CUANTIFICACIÓN DE CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE Y FENOLES EN RESIDUOS  
DE CAFÉ (*Coffea arabica L. variedad typica.*)”.

Tesis previa a la obtención del  
título de Ingeniera en Industrias  
Agropecuarias

**AUTORA:**

*María Fernanda Panamito Rueda.*

**TUTOR:**

*Ing. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado.*

LOJA – ECUADOR

2010



## CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS

Yo, **María Fernanda Panamito Rueda**, declaro conocer y aceptar la disposición del artículo 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: **“Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”**

-----  
**María Fernanda Panamito Rueda**  
**C.I. 1104056757**



# CERTIFICACIÓN

Ing. Geovanny Figueroa.

**Docente de la Escuela de Industrias Agropecuarias de la Universidad Técnica Particular de Loja;**

## **CERTIFICA:**

Haber revisado minuciosamente el presente trabajo: “Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles en residuos de café (*Coffea arabica* L. variedad *typica*)”, por lo tanto queda autorizada su presentación y defensa ante los tribunales respectivos.

---

**Ing. Geovanny Figueroa Hurtado**  
**Director de Tesis**



# AUTORÍA

Las ideas, criterios y análisis emitidos en el presente trabajo de investigación son de responsabilidad de la autora.

**María Fernanda Panamito Rueda**  
**C.I: 1104056757**



## DEDICATORIA

*El presente trabajo es dedicado con todo cariño y amor primeramente a Dios quién es y será el soporte de mi existencia, muy especialmente a mi esposo Miguel y a mis hijas Karla Salomé y Kamila Valentina quienes con su amor y apoyo incondicional han dado un aporte valioso a mi vida, a mis padres Estela y Edgar por su ejemplo de perseverancia y superación, a mis suegros Lira y Miguel por su confianza y respaldo incondicional y finalmente a todas aquellas personas que de una u otra forma han hecho posible lograr con éxito la culminación de este trabajo.*

***María Fernanda.***



## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincera gratitud a la Universidad Técnica Particular de Loja, especialmente a la escuela de Ingeniería en Industrias Agropecuarias, por constituir la principal fuente de enseñanza en mi formación académica y humanística.

En particular, mi sincera gratitud al Ing. Geovanny Figueroa H., Director de la presente investigación quien con su inestimable entereza y conocimientos brindó un valioso aporte para el correcto desenvolvimiento del proyecto.

Y a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a la culminación exitosa de esta tesis.

**La Autora.**



# CONTENIDO

	<b>Página</b>
Resumen	xvi
Abstract	xvii
 <b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.</b>	
1. Introducción.	2
 <b>CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL.</b>	
2.1 <i>Café (Coffea arabica L.)</i>	5
2.1.1 Generalidades.	5
2.2 Beneficio Húmedo.	7
2.2.1 Etapas del proceso.	8
2.2.2 Usos de los residuos o subproductos.	11
2.3 Antioxidantes.	12
2.3.1 Generalidades.	12
2.3.2 Antioxidantes en nuestra dieta.	13
2.3.3 Café y antioxidantes.	13
 <b>CAPÍTULO 3. OBJETIVOS.</b>	
3.1 Objetivo general.	16
3.2 Objetivos específicos.	16
 <b>CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	
4.1 Materiales	18
4.1.1 Materiales y equipos.	18
4.1.2 Materia Prima.	19



4.2 Métodos.	19
4.2.1 Muestreo.	19
4.2.2 Preparación de la muestra.	19
4.2.3 Composición proximal del café y residuos.	20
4.2.4 Extracción de compuestos antioxidantes.	21
4.3 Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales.	22
4.3.1 Capacidad antioxidante.	22
4.3.2 Fenoles totales.	24

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

5.1 Caracterización de la pulpa de café cerezo.	27
5.2 Composición proximal de la pulpa y pergamino de café.	28
5.3 Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales en residuos de café (pulpa y pergamino).	30
5.3.1 Capacidad antioxidante.	30
5.3.2 Fenoles totales.	34
5.4 Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales en grano de café.	36
5.4.1 Capacidad antioxidante.	36
5.4.2 Fenoles totales.	38

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

6.1 Conclusiones.	40
6.2 Recomendaciones.	40
Referencias bibliográficas.	42
Simbología.	47
Anexos.	49





## ÍNDICE DE ANEXOS

		<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b>	Características de pulpa y pergamino en base húmeda.	50
<b>Anexo 2.</b>	Procesamiento de los resultados.	52
<b>Anexo 3.</b>	Diagramas de flujo de la extracción y cuantificación de compuestos antioxidantes.	67
<b>Anexo 4.</b>	Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales de los residuos del café pulpa, pergamino y grano de Palanda, Vilcabamba y El Pangui.	73



## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Materiales y equipos.	18
<b>Cuadro 2.</b> Métodos utilizados en el estudio de la composición química del café.	21
<b>Cuadro 3.</b> Volumen de la solución de trabajo para capacidad antioxidante.	55
<b>Cuadro 4.</b> Concentración real de estándares de capacidad antioxidantes en ppm.	56
<b>Cuadro 5.</b> Gramos de muestra en la diluciones de 0.2 y 3 ml de extracto.	58
<b>Cuadro 6.</b> Volumen de la solución de trabajo para fenoles totales.	62
<b>Cuadro 7.</b> Concentración real de estándares de fenoles totales en ppm.	63



## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b>	Características del café cerezo.	27
<b>Tabla 2.</b>	Composición proximal de la pulpa de café deshidratada.	28
<b>Tabla 3.</b>	Composición proximal del pergamino de café deshidratado.	29
<b>Tabla 4.</b>	Composición química de la pulpa en base húmeda.	51
<b>Tabla 5.</b>	Composición química del pergamino en base húmeda.	51



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

		<b>Página</b>
<b>Gráfica 1.</b>	Capacidad antioxidante de la pulpa de café (g muestra / g DPPH).	30
<b>Gráfica 2.</b>	Capacidad antioxidante de la pulpa de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).	31
<b>Gráfica 3.</b>	Capacidad antioxidante del pergamino de café (g muestra / g DPPH).	33
<b>Gráfica 4.</b>	Capacidad antioxidante del pergamino de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).	33
<b>Gráfica 5.</b>	Fenoles totales de la pulpa de café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).	34
<b>Gráfica 6.</b>	Fenoles totales del pergamino de café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).	35
<b>Gráfica 7.</b>	Capacidad antioxidante del grano de café (g muestra / g DPPH).	36
<b>Gráfica 8.</b>	Capacidad antioxidante del grano de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).	37
<b>Gráfica 9.</b>	Fenoles totales del grano de café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).	38
<b>Gráfica 10.</b>	Curva de calibración para capacidad antioxidante.	57
<b>Gráfica 11.</b>	Gráfica de residuos para capacidad antioxidante.	57
<b>Gráfica 12.</b>	Gráfica para cálculo de gramos de muestra diluida en 3 ml de extracto.	59
<b>Gráfica 13.</b>	Curva de calibración para fenoles totales.	64
<b>Gráfica 14.</b>	Gráfica de residuos para fenoles totales.	64



## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b>	Granos tostados de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)	5
<b>Figura 2.</b>	Área de cultivo de FAPECAFES en la región sur del Ecuador.	6
<b>Figura 3.</b>	Actividad antioxidante del café, chocolate y té negro con o sin leche.	14



## ÍNDICE FOTOGRÁFICO.

	<b>Página</b>
<b>Fotografía 1.</b> Arbusto del cafeto.	6
<b>Fotografía 2.</b> Café cerezo.	7
<b>Fotografía 3.</b> Clasificación y lavado del café cerezo.	8
<b>Fotografía 4.</b> Despulpadora mecánica.	9
<b>Fotografía 5.</b> Lavado del mucílago.	9
<b>Fotografía 6.</b> Oreado del café pergamino.	10



## ÍNDICE DE DIAGRAMAS.

	<b>Página</b>
<b>Diagrama 1.</b> Procedimiento para la preparación del extracto.	68
<b>Diagrama 2.</b> Procedimiento para la preparación de estándares para la curva de calibración en capacidad antioxidante.	69
<b>Diagrama 3.</b> Procedimiento para la preparación de estándares para la curva de calibración en fenoles totales.	70
<b>Diagrama 4.</b> Procedimiento para la cuantificación de capacidad antioxidante.	71
<b>Diagrama 5.</b> Procedimiento para la cuantificación de fenoles totales.	72



## RESUMEN

En la presente investigación se determinó la capacidad antioxidante y fenoles totales en residuos de café "*Coffea arabica* L. variedad *typica*" provenientes de Palanda, Vilcabamba y El Pangui. Diez muestras de café en cerezo fueron tomadas midiendo su color con cartas colorimétricas (N34-A "Orange Red Groups"), a las cuales se les realizó un proceso de beneficio húmedo para separar los diferentes residuos (pulpa, pergamino, grano), cada residuo fue secado en estufa a 60°C hasta obtener una humedad promedio de 10% para proceder a moler y tamizar a un tamaño de partícula <600  $\mu\text{m}$ . La capacidad antioxidante de los extractos metanol-acetona se evaluó por medio del ensayo 1,1-difenil-2-picrilhidracil (DPPH) y el contenido total de fenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu. El resultado de capacidad antioxidante para pulpa varía entre 4.1 a 13.9 g de muestra b.s/g DPPH, de 0.9 a 3.2 g equivalentes de ácido ascórbico/100 g muestra b.s. El contenido de fenoles totales para pulpa varían entre 1.7 a 4.6 g equivalentes de ácido gálico/100 g muestra b.s., considerándose en ambas propiedades a la pulpa de café proveniente de Vilcabamba como la de mayor concentración. En los resultados de pergamino para capacidad antioxidante se encuentran entre 69.9 a 75.9 g de muestra b.s/g DPPH y de 0.1 a 0.2 g equivalentes de ácido ascórbico/100 g muestra b.s. En fenoles totales de 0.3 a 0.5 g equivalentes de ácido gálico/100 g muestra b.s., considerándose al pergamino, de baja capacidad para ambas propiedades en función al contenido en pulpa.

**Palabras claves:** pulpa de café, pergamino de café, beneficio húmedo, capacidad antioxidante, fenoles totales.





## ABSTRACT

This research was determined by the antioxidant capacity and total phenols in residues of coffee "*Coffea arabica* L. variety *typica*" it comes of Palanda, Vilcabamba and El Pangui. 10 samples of coffee was taking in measuring of color with letter color measuring (N34-A "Orange Red Groups"), we show in following process of a humid benefit for separating the different rests (pulp, pergamine and seed), each rest was dried in oven at 60°C until to obtain average humid of 10% for proceeding to mill and sifted a particle size <math><600\ \mu\text{m}</math>. The antioxidant capacity of the methanol-acetone extract was evaluated by the half of essay 1,1-difenil-2-picrilhidracil (DPPH) and the content of total phenols was determined by the Folin-Ciocalteu method. The result of antioxidant capacity of pulp varies between 4.1 to 13.9 g b.s/g DPPH, and between 0.9 to 3.2 g equivalent of ascorbic acid/100 g b.s. The content of total phenols for pulp varies between 1.7 to 4.6 g equivalent of galic acid/100 g b.s, we consider together in the both properties of the coffee pulp come on Vilcabamba like the high superior capacity. In the results of pergamine for antioxidant capacity the values varies in 69.9 to 75.9 g b.s/g DPPH and the 0.1 to 0.2 g equivalent of ascorbic acid/100 g b.s. In total phenols of 0.3 to 0.5 g equivalent of galic acid/100 g b.s, it is considerate of pergamine, as a low antioxidant capacity.

**Key words:** coffee pulp, coffee pergamine, humid benefit, antioxidant capacity, total phenols.



# **CAPÍTULO I.**

# **INTRODUCCIÓN.**



## 1. INTRODUCCIÓN.

En la región sur del país el cultivo de café se ha constituido en uno de los más grandes horizontes de producción agrícola trayendo consigo mejores divisas para la economía nacional (1). Pero el mismo enfrenta un problema al final de la cosecha pues los productores, además de vender sus granos a bajo precio, los residuos que resultan del proceso de beneficio húmedo muy preferido por los productores, sobre todo por la calidad del café que se obtiene (2), requieren de un aporte extra para su desecho, de no ser así, estos se convierten en una fuente de contaminación ambiental (3).

El uso de los residuos que se generan, constituidos por: la parte del fruto llamada pulpa considerada el desecho más importante del beneficio del café (4), al representar el 40% del peso total y el 56% del volumen del fruto (5); y la cáscara del café llamada pergamino constituyendo alrededor del 12% del peso del grano en base seca (6). Estos han sido tema de muchos estudios para la producción cafetalera en cuanto a su uso en piensos, bebidas alcohólicas, vinagre, biogás, abonos, fuentes de cafeína, pectina, enzimas y proteína (3), lo que podría generar beneficios superiores a los aportados por la venta del grano de café (7).

Los frutos del cafeto, en adición a los nutrientes esenciales y a una serie de micronutrientes tales como minerales, fibras y vitaminas, aportan diversos componentes como metabolitos secundarios de naturaleza fenólica (8) como los ácidos clorogénicos (componente mayoritario del café), los que son bien reconocidos como antioxidantes naturales pudiendo ser en algunas circunstancias más potentes que  $\alpha$ -tocoferol o ácido ascórbico (9).

Los antioxidantes son sustancias de gran interés, por su potencial para prevenir el desarrollo de propiedades organolépticas indeseables (10) y disminución de los efectos de oxidación de los radicales libres (11) y por consiguiente, son fundamentales en la



prevención de enfermedades crónicas degenerativas como el cáncer y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (12).

Con la premisa que actualmente los residuos agroindustriales son de interés científico, empresarial y ampliamente estudiados por sus compuestos bioactivos (13), el objetivo del presente trabajo es conocer la potencialidad de los residuos sólidos procedentes del beneficiado húmedo del café como nueva fuente de antioxidantes naturales, con el propósito de darle un valor agregado, evitando así la contaminación que éstos generan.



# **CAPÍTULO II.**

## **MARCO REFERENCIAL.**



## 2. MARCO REFERENCIAL.

### 2.1 Café (*Coffea arabica* L.)

#### 2.1.1 Generalidades.

La especie más cultivada mundialmente es la *Coffea arabica* L., originaria de las tierras altas de Etiopía y Sudán en el noreste de África (14). Cultivada con el objeto de producir un grano, cuyo rico contenido de sustancias aromáticas y estimulantes, permite preparar una infusión altamente apreciada como bebida (15).



**Figura 1.** Granos tostados de café (*Coffea arabica* L.)  
**Fuente:** Speisky (16).

En nuestro país, en un estudio realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG), se dio a conocer que las zonas más aptas para la plantación de café arábigo se encuentran localizadas en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes y en la parte alta del sistema montañoso costanero (17).

En la provincia de Loja, se encuentra la Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur (FAPECAFES), que es una organización



líder con reconocimiento nacional e internacional (18), llegando a representar el 14% del área total del cultivo de café en Ecuador (17).



**Figura 2.** Área de cultivo de FAPECAFES en la región sur del Ecuador.  
**Fuente:** FAPECAFES, 2009.

La planta de café es el cafeto, que requiere unas condiciones mínimas de humedad y temperatura; así, necesita una temperatura entre 15 y 25°C, una pluviosidad anual entre 1700 y 2500 ml, suelos profundos arenoso-humíferos y sombra (19).



**Fotografía 1.** Arbusto del cafeto.  
**Fuente:** Investigación de campo.



El fruto del cafeto tiene el aspecto de una cereza roja cuando está maduro (19), es una drupa elipsoidal ligeramente aplanada, con dos semillas planoconvexas (14).



**Fotografía 2.** Café cerezo.  
**Fuente:** Investigación de campo.

Es verde al principio, luego cambia a amarillo y al madurar es rojo. El pericarpio o pulpa contiene azúcares, taninos y sustancias colorantes. Al endocarpio se le llama pergamino, está constituido por una capa dura y coriácea. A la semilla la forman el endospermo y el embrión. El endospermo contiene, entre otras sustancias, azúcares y alcaloides; uno de ellos es la cafeína (14).

## **2.2 Beneficio Húmedo.**

El beneficio del café por vía húmeda consiste en un conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en pergamino seco, minimizando las incidencias frente al medio ambiente, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, como el consumo excesivo de agua, logrando así el aprovechamiento de sus subproductos. Lo anterior, en busca de un desarrollo sostenible para la región cafetera. Este proceso reduce la contaminación producida en más de un 90% (20).



El procesamiento de 100 kg de frutos de café maduros generan 20% de café trillado (oro) y el 80% restante está formado por subproductos, como pulpa fresca (40%), mucílago (20%), agua (17%) y pergamino (3%) (15).

### 2.2.1 Etapas del proceso.

#### a. Recepción y clasificación de café cereza.



**Fotografía 3.** Clasificación y lavado del café cereza.  
**Fuente:** Investigación de campo.

Antes de despulpar el café es preferible separar las cerezas verdes, brocadas, frutos secos, hojas y palos. Esta separación se puede realizar a mano o en sifones con agua. En los sifones con agua, los frutos secos son vanos y se deben separar (21).

#### b. Despulpado del grano de café.

Consiste en separar la pulpa o cáscara del grano de café mediante máquinas despulpadoras, las que funcionan en base a la presión y la fricción que se ejerce sobre las cerezas por medio de dos superficies, una fija y otra móvil. La finalidad es obtener café sin cáscara.



**Fotografía 4.** Despulpadora mecánica.  
**Fuente:** Investigación de campo.

Durante esta etapa se pueden causar daños físicos al grano como: quebrarlos o pelarlos; lo que afecta la calidad del café procesado. El despulpado debe realizarse el mismo día de la cosecha, máximo de 8 a 12 horas después de ésta, para evitar la fermentación del grano (22).

### **c. Remoción de mucílago y lavado del grano de café.**

La eliminación del mucílago del café es una operación cuidadosa y su importancia radica en la operación del proceso de fermentación natural o desmucilaginado mecánico, ya que una deficiente remoción del mucílago puede deteriorar la calidad del grano o crear retardos en las etapas siguientes del beneficio, causando saturación de la capacidad de las máquinas y reducción de su eficiencia.



**Fotografía 5.** Lavado del mucílago.  
**Fuente:** Investigación de campo. Laboratorio de Tecnologías UTPL



Se han evaluado diferentes maneras de acelerar la fermentación por medios químicos, enzimáticos y con agua caliente en los tanques. Éste último es el que de manera más natural ayuda a disminuir el tiempo de proceso. El desmucilaginado y el secado son las etapas consideradas cuellos de botella del beneficio húmedo (que ocupan el mayor tiempo) (21-22).

#### **d. Oreado del grano de café.**

Esta etapa está muy relacionada con el secado de café. Su importancia radica en que elimina del 15% al 20% de humedad interna del grano y facilita el manejo del mismo en la etapa de secado.



**Fotografía 6.** Oreado del café pergamino.

**Fuente:** Investigación de campo. Laboratorio de Tecnologías UTPL.

Es preciso resaltar que lo más frecuente es enviar directamente de la etapa de escurrido del grano a la etapa de secado, sin embargo, esto disminuye la eficiencia de la máquina durante el inicio del secado, ya que el contacto del aire caliente con el grano es deficiente (21-22).



### **e. Secado del grano del café.**

En la operación de secado se elimina la mayor parte de la humedad del grano. La finalidad es obtener un grano con 12% de humedad, el control de la temperatura y el tiempo de secado tienen gran importancia, debido a que es posible ocasionar defectos en la calidad, tales como grano fogueado, falta de seco o sobresecado.

La temperatura utilizada debe estar entre 60 °C a 80 °C, en un tiempo de 18 a 36 horas, según la humedad lograda en el oreado (21-22).

### **2.2.2 Usos de los residuos sólidos del café.**

#### **a. Pulpa.**

La pulpa del café es un material de desecho realmente muy versátil.

1. Un excelente pienso, adecuado para forraje de ganado que puede reemplazar hasta un 20% los concentrados comerciales en su alimentación sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30%, contribuyendo a la reducción de los costos de producción de leche y carne. (5, 7).
2. Elaboración de bebidas alcohólicas o refrescantes. En este caso la cafeína no supondría un problema, ya que se añade con frecuencia a las bebidas refrescantes y hay licores fuertes conocidos a base de café (Kahlua en México, Caffé Borghetti en Italia) (5).
3. Aditivos de alimentos principalmente por los compuestos de antocianina del color del fruto, pero también por todos los demás polifenólicos tales como los ácidos clorogénicos y, por supuesto, cafeína que al combinarse de varias maneras pueden tener interés para la industria del “alimento saludable” (23).



## **b. Pergamino**

Es prácticamente pura lignocelulosa y no tiene ningún valor como fertilizante, se quema habitualmente en hornos rústicos para secar el café en pergamino. Al igual que con el biogás, puede quemarse en un generador de gas para producir electricidad (5).

## **2.3 Antioxidantes.**

### **2.3.1 Generalidades.**

En los alimentos, la presencia natural de antioxidantes cumple primariamente la función de prevenir y/o retardar el daño oxidativo que afecta a los lípidos, y en menor grado a las proteínas presentes en éstos. Como consecuencia de ello, protegen a los alimentos contra la pérdida del valor nutricional asociado al consumo oxidativo de dichos nutrientes. A su vez, al retardar el proceso de rancidez oxidativa, los antioxidantes protegen a los alimentos contra la progresiva alteración de sus propiedades organolépticas (como sabor, color, olor, textura) y, por ende, contra la eventual merma de su vida útil y valor comercial (24).

En cuanto a la salud, los antioxidantes son moléculas protectoras que neutralizan la acción de los radicales libres; responsables de ocasionar daño oxidativo a las principales biomoléculas del organismo (25). Actúan sobre los lípidos poliinsaturados de las membranas celulares, produciendo pérdida de fluidez y lisis celular; sobre las proteínas, produciendo inactivación y desnaturalización; sobre los ácidos nucleicos mediante la modificación de bases produciendo mutagénesis y carcinogénesis (26).

Los procesos relacionados con la producción de radicales libres son entre otros: mutagénesis, transformación celular, cáncer, arteriosclerosis, infarto de miocardio, procesos de isquemia, diabetes, asfixia de neonato, enfermedades inflamatorias, trastornos del sistema nervioso central, envejecimiento (26).



### **2.3.2 Antioxidantes en nuestra dieta.**

Muchos antioxidantes se encuentran en los alimentos, siendo los más conocidos de entre ellos la vitamina C, la vitamina E (tocoferoles), y la vitamina A (carotenoides). Algunos alimentos contienen también otras sustancias antioxidantes, tales como los flavonoides y, en general, los polifenoles. Destacan entre esos alimentos las habas de soja, el té verde y negro, el café, el vino tinto, el romero, la salvia y otras especias, los cítricos y otras frutas, las cebollas y las aceitunas (27).

### **2.3.3 Café y antioxidantes.**

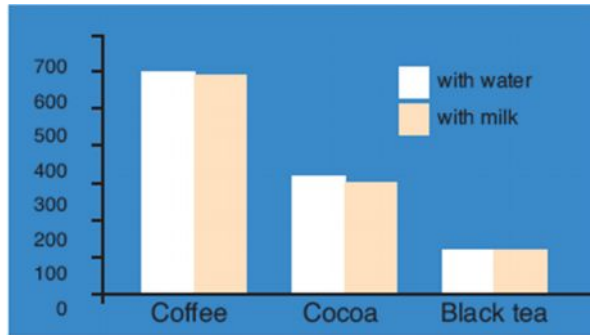
Estudios epidemiológicos han demostrado una correlación inversa entre la ingesta de polifenoles y el riesgo de enfermedades cardiovasculares en una población de la tercera edad y en una población de diferentes culturas (28).

Los granos de café Robusta contienen del 7% al 10% de ácido clorogénico mientras que en el café arábica ese contenido es un poco menor, del 5% al 7% en grano y de 2.71% en pulpa. Por lo tanto, una taza de café puede contener entre 15 y hasta 325 mg de ácido clorogénico, según la composición y el método de preparación (29).

El ácido clorogénico (ACG) es el polifenol más destacado en el café, aunque existen varios otros como el ácido caféico, el ácido felúrico y el ácido p-cumárico (30).

Además, del ácido clorogénico y otros compuestos polifenólicos, el café contiene otras moléculas que muestran una actividad antioxidante. Las melanoidinas son el producto resultante de la degradación durante el tueste de carbohidratos, proteínas y ácidos fenólicos, y también pueden contribuir a la función antioxidante que puede tener el café (31).

Muchos estudios han indicado que el café contiene altos niveles de antioxidante, en comparación con otras bebidas de frecuente consumo.



**Figura 3.** Actividad antioxidante del café, chocolate y té negro con o sin leche.  
**Fuente:** Positively Coffee (27).

El estudio mostró que cada taza de café tiene una gran cantidad de polifenoles antioxidantes en su café tostado, la cual no disminuye al añadir leche o al descafeinarlo (32).



# **CAPÍTULO III.**

## **OBJETIVOS.**





### 3 OBJETIVOS.

#### 1. Objetivo general.

Generar conocimiento para el aprovechamiento de los residuos del café.

#### 2. Objetivos específicos.

- ✚ Cuantificar la capacidad antioxidante en residuos de café (pulpa y pergamino) *Coffea arabica* L. variedad *typica* provenientes de Palanda Vilcabamba y El Pangui.
  
- ✚ Cuantificar la concentración de fenoles totales en residuos de café (pulpa y pergamino) *Coffea arabica* L. variedad *typica* provenientes de Palanda, Vilcabamba y El Pangui.



# **CAPÍTULO IV.**

# **METODOLOGÍA DE LA**

# **INVESTIGACIÓN.**



## 4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 4.1 Materiales.

#### 4.1.1 Materiales y equipos.

En la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

**Cuadro 1.** Materiales y equipos.

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
Espectrofotómetro visible	JENWAY. Modelo 6400 YE.
Estufa	COLE PARMER. Modelo 52000-70
Balanza analítica	OHAUS. Modelo AP 250 D
Molino	CYCLONE SAMPLE MILL. Modelo 3010-019
Equipo de tamizar	RETSCH. Modelo AS 200
Despulpadora*	FIMAR No 2 - ½
Centrífuga	DYNAC CLAY ADAMS
Trilladora*	
Mezclador horizontal	
MATERIALES	
Micropipetas (100 – 1000 µl) y (1 – 5 ml)	
Tubos de centrífuga de 50 y 10 ml	
Vasos de precipitación de 20, 50, 100 y 1000 ml	
Balones de aforo de 10, 25, 50, 200 y 250 ml	
Espátula	
Pipetas de 10-25 ml	
Frascos de 10 y 50 ml	
Celdas de cuarzo	
Gradillas	

**Fuente:** Laboratorio CETTIA. \* FAPECAFES

**Elaboración:** La Autora



#### **4.1.2 Materia Prima.**

La investigación se llevó a cabo sobre café "*Coffea arabica* L. variedad *typica*" de tres zonas cafetaleras que forman parte de la asociación FAPECAFES (4): Palanda (1300 msnm), en la propiedad de Milton Barrera. El Panguí (800 msnm), en la propiedad de José Sangay y Vilcabamba (1580 msnm) en la propiedad de Isidro Jaramillo. Seleccionadas por sus condiciones geográficas y disponibilidad.

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Muestreo.**

Se realizó según la Norma Técnica Nicaragüense para "Muestreo de Productos Vegetales", la cual nos indica que para productos frescos de tamaño pequeño (unidades) menores a 25 g y con un lote menor a 500 kg, se debe recolectar 5 muestras globales de 1 kg conformado por 10 muestras elementales (33). Para una mayor representatividad de datos se tomaron 10 muestras globales.

#### **4.2.2 Preparación de la muestra.**

Para la separación de pulpa, pergamino y grano se utilizó el método artesanal del beneficio húmedo; el cual debe realizárselo dentro de las primeras 12 horas desde su cosecha (34).

Recolectado el fruto de café en cerezo, se realizó la limpieza y selección del mismo mediante un lavado por inmersión con posterior escurrido (21), utilizando un tanque de polietileno provisto de una canastilla tipo cedazo, aquí, todo lo que durante el lavado flota se considera grano de mala calidad (verdes, brocados, etc.,) y se desechan (18).



El despulpado del café, se realizó con la ayuda de la despulpadora mecánica marca FIMAR No 2 – ½, las muestras fueron etiquetadas y selladas en fundas (ziploc) hasta ser transportadas al lugar de secado.

El grano de café sin pulpa se colocó en recipientes de plástico para realizar la fermentación y separar el mucílago, dicho proceso se realizó a temperatura ambiente por 18 horas, su punto final se lo determinó evaluando la pegajosidad del grano (34). Seguidamente se procedió al lavado del grano de café con agua potable.

Paralelamente a la fermentación del grano se realizó el secado de la pulpa a  $60 \pm 1$  °C hasta una humedad de alrededor del 8%, siendo necesario 2 días de secado (35).

El secado del café oro (grano con pergamino) se realizó en estufa a  $60 \pm 1$ °C hasta una humedad de alrededor del 10%, condición de un café de exportación (18). Además, la finalidad del secado del grano es facilitar la separación del pergamino, siendo necesario de 2 a 3 días (35). La separación del pergamino se la realizó con la ayuda de una trilladora facilitada por FAPECAFES.

Las tres partes separadas se llevaron a molienda hasta la obtención de un polvo fino, tamizado hasta un tamaño de partícula  $\leq 600 \mu\text{m}$  (13, 35); y se almacenó en fundas (ziploc) protegidos de la luz hasta su utilización.

#### **4.2.3 Composición proximal del café y residuos.**

Para el estudio de la composición proximal tanto del café cerezo como de sus residuos deshidratados se siguió las técnicas descritas en el **Cuadro 2**. Todos los análisis fueron realizados por duplicado con sus respectivos controles y blancos.



**Cuadro 2.** Métodos utilizados en el estudio de la composición química del café.

CAFÉ CEREZO	
Parámetro	Técnica
Coloración:	Carta colorimétrica “The Royal Horticultural Society”
Sólidos totales:	NTE INEN 380. Método refractométrico (36)
Acidez:	AOAC 942.15. Acidez titulable de frutas y subproductos
Humedad:	AOAC 920.151. Sólidos totales en frutas y subproductos

PULPA Y PERGAMINO	
Parámetro	Técnica
ELN:	Forma matemática $100 - (\% \text{ cenizas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ humedad} + \% \text{ grasa})$
Humedad:	AOAC 920.151. Sólidos totales en frutas y subproductos
Cenizas:	AOAC 940.26. Cenizas en frutas y subproductos
Grasa:	AOAC 954.02. Grasa cruda o extracto etéreo en alimentos para mascotas
Proteína:	AOAC 920.152. Proteína en alimentos para mascotas
Fibra Cruda:	AOAC 962.09. Fibra cruda en alimentos para animales y alimentos para mascotas

**Fuente:** Métodos AOAC (37).

**Elaboración:** La Autora

#### 4.2.4 Extracción de compuestos antioxidantes.

Se siguió la técnica descrita por Pérez y Saura, (2007), modificando el peso utilizado para el pergamino. Para cada lugar de muestreo, se pesaron: 0.5 g para pulpa y café



verde; y 2 g para pergamino, en tubos de centrifuga de 50 ml recubiertos con papel aluminio, seguidamente se añadió 20 ml de metanol/agua acidificados con 1 ml de HCl 2N (50:50 v/v, pH 2), agitando durante 1h en un mezclador horizontal, y tras centrifugar (100 rpm), se extrae el sobrenadante y al residuo se vuelve a tratar con 20 ml de acetona/agua (70:30 v/v), ambos sobrenadantes se combinan.

La determinación de capacidad antioxidante y fenoles se lleva a cabo en la fracción líquida (sobrenadantes de la extracción).

### **4.3 Cuantificación de la capacidad antioxidante y fenoles totales.**

Para la cuantificación de la Capacidad antioxidante y Fenoles totales se utilizó el método descrito por Gutiérrez et al., (2008) con adaptaciones para café y sub-productos.

#### **4.3.2 Capacidad antioxidante.**

Para la determinación de la capacidad antioxidante, equivalente a la capacidad de capturar radicales libres, de cada muestra, se siguió el método espectrofotométrico del DPPH (1,1-difenyl-2-picrylhydracyl), para lo cual se diluyó el extracto a valores cuyas señales sean mayores y menores al 50% de la señal del blanco.

##### **a. Reactivos.**

- Disolución de DPPH de 75  $\mu\text{mol/L}$  en metanol al 80 % (6.6 mg de DPPH en un matraz volumétrico de 200 ml). Esta disolución se debe usar recién preparada.
- Disolución patrón de ácido ascórbico (sustancia de referencia) de 2000  $\mu\text{mol/L}$  (8.8 mg en matraz volumétrico de 25 ml) protegido de la luz, aforado con metanol al 80%.



**b. Cuantificación de la capacidad antioxidante en cada extracto.**

Se tomó 200µl de cada extracto diluido en tubos centrífuga de 10 ml protegidos de la luz y se adicionó 3.8 ml de la disolución de 75 µmol/L de DPPH. Todas las reacciones fueron llevadas a cabo durante 30 min, con una agitación inicial de 5 min en un mezclador horizontal a temperatura ambiente, después de lo cual, se mide la absorbancia a 515 nm en el espectrofotómetro visible.

**c. Preparación de la curva estándar.**

De la disolución patrón de ácido ascórbico (344 ppm), se hicieron las diluciones necesarias con metanol al 80% para obtener concentraciones de 0 ppm; 3 ppm; 28 ppm; 52 ppm; 76 ppm; 100 ppm; 124 ppm y 138 ppm, en balones de aforo de 10 ml protegidos de la luz, luego se tomó 200 µl de cada dilución en tubos centrífuga de 10 ml y se le adicionó a cada uno 3.8 ml de la disolución de 75 µmol/L de DPPH, se agitó durante 5 min en un mezclador horizontal y se dejó reposar por 30 min. Finalmente se leyó la absorbancia a 515 nm en el espectrofotómetro visible.

**d. Expresión de resultados.**

La actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición lo cual corresponde a la cantidad de radical DPPH neutralizado por el extracto a una determinada concentración, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{\text{Abs0} - \text{Abs1}}{\text{Abs0}} \cdot 100$$

Sin embargo, los resultados obtenidos por este método se reportan como EC<sub>50</sub>, que refleja la cantidad de antioxidante necesaria para reducir en un 50% la concentración inicial de DPPH, expresada en g ms/ g DPPH.





Al comparar con la curva de calibración los resultados se expresan en g equivalentes a ácido ascórbico/ 100 g muestra en base seca.

#### **4.3.3 Fenoles Totales.**

Los fenoles totales se determinaron mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu usando el ácido gálico como material de referencia.

##### **a. Reactivos.**

- Disolución patrón de ácido gálico de 269 ppm (6.72 mg de ácido gálico, en un matraz aforado de 25 ml llevado a volumen con metanol al 99.98%), se puede guardar en refrigeración para posteriores análisis, seguidamente se procedió a tomar una alícuota de 4.7 ml en matraz aforado a 25 ml con metanol al 99.98% para obtener una solución de trabajo de 50 ppm (siempre se utiliza recién preparada).
- Disolución de carbonato de sodio al 20% (5 g de carbonato de sodio en un matraz aforado de 25 ml con agua destilada).
- Disolución 1N del reactivo Folin-Ciocalteu, por medio de una dilución 1:1 del reactivo comercial (2N) en agua destilada; el reactivo se protegió de la luz y se colocó en refrigeración hasta su uso.

##### **b. Cuantificación del Contenido de Fenoles Totales en Cada Extracto**

Se tomaron de 0.125 ml a 0.300 ml de cada extracto, se colocaron en tubos centrífuga de 10 ml protegidos de la luz y se mezclaron con 1.25 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu, se agitó a temperatura ambiente por 5 min después de lo cual se agregaron 1.25 ml de carbonato de sodio al 20 %, se llevó a un volumen final de 10 ml con agua



destilada y se agitaron fuertemente para luego, dejar reposar durante 2h a temperatura ambiente. Después de este tiempo se midió la absorbancia a 760 nm.

**c. Preparación de la curva estándar.**

En tubos centrífuga de 10 ml protegidos de la luz, se hicieron las diluciones necesarias para obtener concentraciones de 1 mg/L, 3 mg/L, 5 mg/L, 7 mg/L, 9 mg/L y 10 mg/L, esto se realizó tomando respectivamente 200  $\mu$ l, 600  $\mu$ l, 1000  $\mu$ l, 1400  $\mu$ l, 1800  $\mu$ l y 2000  $\mu$ l de la solución de trabajo de ácido gálico de 50.03 ppm ó mg/L, luego se adicionó a cada tubo 1.25 ml del reactivo de Folin Ciocalteu 1N, se agitó durante 5 min en un mezclador horizontal, posteriormente se adicionaron 1.25 ml de la disolución de carbonato de sodio al 20% a cada tubo, se llevó a un volumen final de 10 ml con agua destilada y se dejó reposar por 2 h. También se preparó un blanco con todos los componentes excepto la disolución de ácido gálico. Finalmente se leyó la absorbancia a 760 nm en el espectrofotómetro visible.

**d. Expresión de resultados.**

El contenido de fenoles de cada extracto es expresado en g equivalentes a ácido gálico/100 g de peso seco de la muestra, basándose en la curva de calibración del material de referencia de ácido gálico, de ahí que se utilice el término "Unidades de ácido gálico equivalentes por gramo de extracto o materia vegetal desecada".



# **CAPÍTULO V.**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**



## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 5.1 Caracterización de la pulpa de café cerezo.

Se trabajó con café recolectado bajo condiciones habituales de cosecha del caficultor (recolección de frutos en diferentes estados de madurez) lo cual ocasiona que el grado de madurez que se establece en base al color no sea representativo, el color N34-A “Orange Red Groups”, según carta colorimétrica “The Royal Horticultural Society” es el más representativo encontrado al homogenizar la muestra, el cual es característico de un café cerezo en estado de madurez listo para ser recolectado (38-39). Por lo expuesto y adicional a la identificación del color se determinó el índice de madurez en función de la acidez y sólidos solubles (**Tabla 1**), éste resultado no es comparable con el obtenido mediante la medición del color.

**Tabla 1.** Características del café cerezo.

Lugar	* Humedad (%)	* Sólidos solubles totales (%)	* Acidez titulable (ml NaOH 0.1 N/100 g de muestra)	* Índice de Madurez	◇ Color
Palanda	86.5±0.4	10.4±0.1	9.1±0.1	1.1	N34-A “Orange Red Groups”
Vilcabamba	84.0±0.1	10.7±0.1	8.3±0.4	1.3	N34-A “Orange Red Groups”
El Pangui	85.0±0.1	10.8±0.1	7.3±0.4	1.5	N34-A “Orange Red Groups”
Ref. 1	87.5	—	—	—	N34-A “Orange Red Groups”
Ref. 2	80	—	—	—	N34-A “Orange Red Groups”

**Fuente:** \* Johanna Mendoza (40). **Ref. 1** Cuba. Especie arabica, (41). **Ref. 2** Honduras. Especie arabica, (42).

◇ La Autora.

n = 2

**Elaboración:** La Autora.



En cuanto a la humedad, y en comparación con otros autores, se puede observar una variación menor al 5% para café especie *Coffea arabica*, siendo sus características iniciales (café cerezo) comparable con cafés de calidad de otros países (41-42), pudiendo ser utilizado en la industria de los subproductos de alto valor energético (43).

## 5.2 Composición proximal de la pulpa y pergamino de café.

Al comparar los resultados de la composición proximal de la pulpa de café (**Tabla 2**), con los reportados por otros investigadores, se evidencia una variación menor al 3%, considerándose a estos valores adecuados para su uso en la alimentación animal (15). Esta variación se puede deber a las diferencias en su origen, incluyendo clima, altitud, suelo, prácticas de cultivo, épocas de cosecha y tecnologías de beneficio (41).

**Tabla 2.** Composición proximal de la pulpa de café deshidratada  
(g / 100 g b.s)

Lugar	◇ Proteína	★ Ceniza	★ Grasa	★ Fibra cruda	◇ ELN
Palanda	11.5	6.9	2.8	22.7	56.0
Vilcabamba	10.2	6.6	2.9	22.7	57.5
El Panguí	10.5	6.5	2.8	22.7	57.4
Ref. 1	12.3	5.5	4	18.3	59.8
Ref. 2	11.2	5.4	—	20.2	—

**Fuente:** ★ Johanna Mendoza (40). **Ref. 1** Especie arabica, lugar no especificado (44). **Ref. 2** Cuba. Especie arabica (41). ◇ La Autora.  
n = 2

**Elaboración:** La Autora.



En la **Tabla 3**, se puede observar que la composición química del pergamino de café es bajo en comparación a la cascarilla de soja y similar con una variación menor al 2% a la cascarilla de algodón, la cual puede sustituir satisfactoriamente en la ración forrajera a henos de gramíneas de calidad media (45), muy utilizados en la formulación de piensos para la industria ganadera.

**Tabla 3.** Composición proximal del pergamino del café deshidratado  
(g / 100g b.s)

Lugar	◇ Proteína	★ Ceniza	★ Grasa	★ Fibra cruda	◇ ELN
Palanda	6.1	3.9	1.3	68.7	20.0
Vilcabamba	5.7	3.6	1.3	68.1	21.3
El Pangui	5.9	3.5	1.3	69.8	19.6
Ref. 1	16.9	—	4.3	69.3	—
Ref. 2	6.3	3.0	3.1	—	—
Ref. 3	2.34	19.5	0.23	46.3	23.23

**Fuente:** ★ Johanna Mendoza (40). **Ref. 1** Argentina. Cascarilla de soja, subproducto para alimentación animal (46). **Ref. 2** España. Cascarilla de algodón, subproducto para alimentación animal (45). **Ref. 3** Perú. Cascarilla de arroz, subproducto del proceso agroindustrial (47) ◇ La

Autora.

n = 2

**Elaboración:** La Autora.

Por su composición, la cáscara de arroz constituye un material que como subproducto del proceso agroindustrial, es aprovechado actualmente en mínima proporción y con escasa significación económica, con aplicaciones tan reducidas, que en la práctica se la puede considerar como material de desecho, sin embargo, dada la importancia que tiene este cultivo, que abarca 140,000 hectáreas y cuya producción anual es aproximadamente de 600,000 T., resulta factible el aprovechamiento de este residuo (47). De lo anteriormente expuesto, se puede inferir el utilizar el pergamino al igual que la cascarilla de arroz, como combustible, aislante térmico o material para la fabricación de adobes, puesto que en el Ecuador el cultivo de café es de 350 a 400,000 hectáreas,



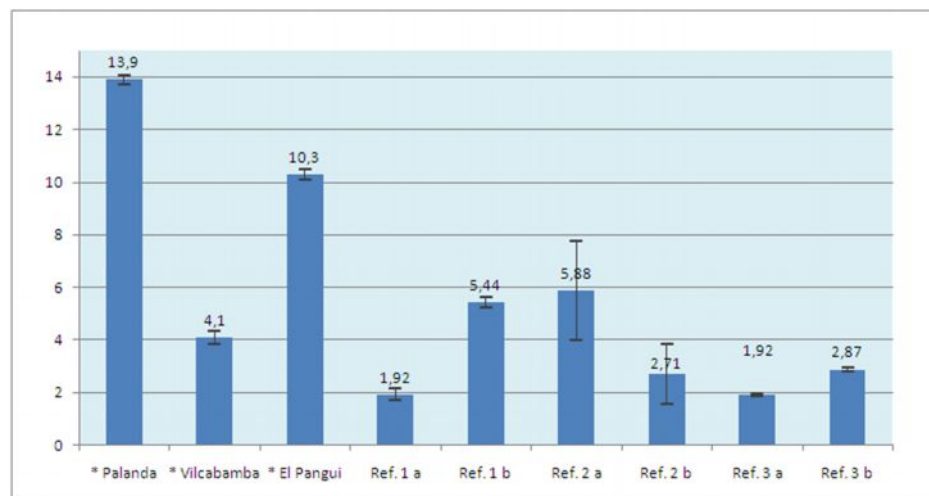
con una producción anual de 120,000 T de café verde, del cual se producen aproximadamente 152,000 T de desecho de los cuales 33,000 T corresponden a pergamino (4).

### 5.3 Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales en residuos de café (pulpa y pergamino).

#### 5.3.1 Capacidad antioxidante.

Los resultados de la capacidad antioxidante en pulpa de café expresados en la cantidad de antioxidante necesaria para producir una reducción del 50% del radical libre DPPH ( $EC_{50}$ ) se evalúan en la **Gráfica 1**, observándose diferencia en cuanto a la capacidad antioxidante reportada en los lugares de estudio, siendo la pulpa proveniente de Vilcabamba la que presenta la mejor actividad antirradical.

**Gráfica 1.** Capacidad antioxidante de la pulpa de café (g muestra / g DPPH).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Venezuela. Residuos de la industria de jugos: a. cáscara de mandarina, b. cáscara de naranja y c. cáscara de toronja (48). **Ref. 2.** Venezuela. Estudio de varias semillas y nueces: a. pericarpio chiga (fruta similar a la guaba), b. pericarpio mamón (fruta similar al higo) (49). **Ref. 3.** España. Estudio de varias frutas y hortalizas: a. Piel de guayaba, b. orujo de uva tinta (35).

Resultado en base seca. n = 10

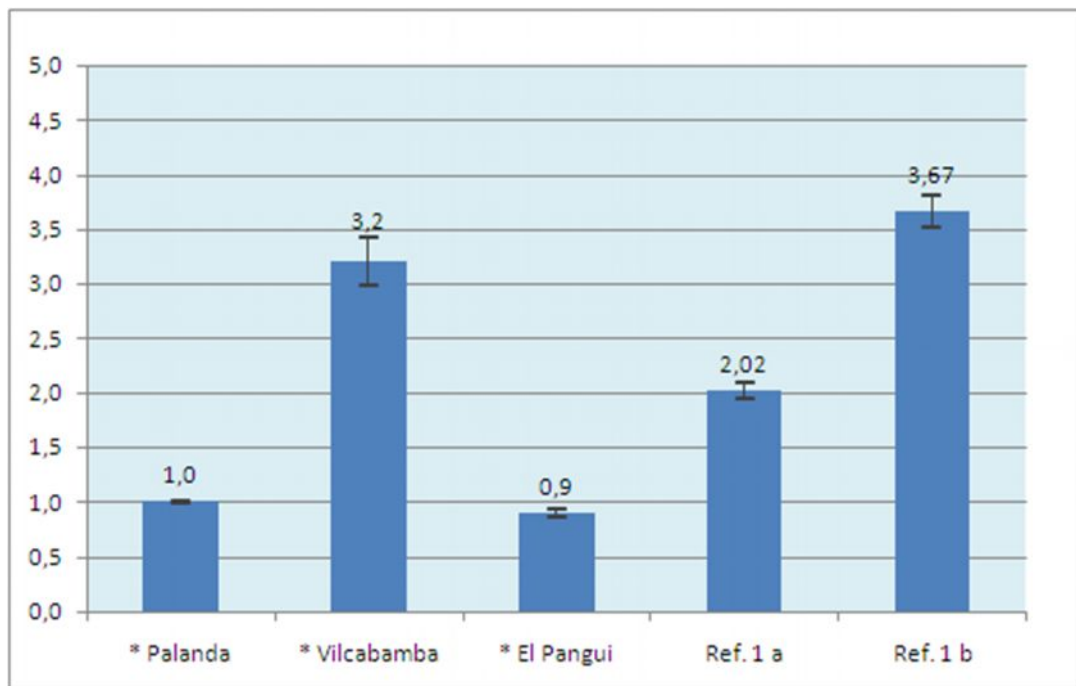
**Elaboración:** La Autora.



Comparando con otras fuentes, se puede apreciar que los resultados obtenidos son similares a los reportados por otros investigadores, en lo que se puede mencionar a las cáscaras de naranja y toronja; fuentes de materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales (48).

En la **Gráfica 2**, los resultados muestran a la pulpa de café proveniente de Vilcabamba con el valor más alto de capacidad antioxidante equivalente al poder reductor de una solución de ácido ascórbico. Estos resultados son comparables con los reportados por Padilla et al., (2008).

**Gráfica 2.** Capacidad antioxidante de la pulpa de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Venezuela. Estudio de varias semillas y nueces: a. pericarpio chiga (fruta similar a la guaba), b. pericarpio mamón (fruta similar al higo). Venezuela (49). Resultado en base seca. n = 10

**Elaboración:** La Autora.



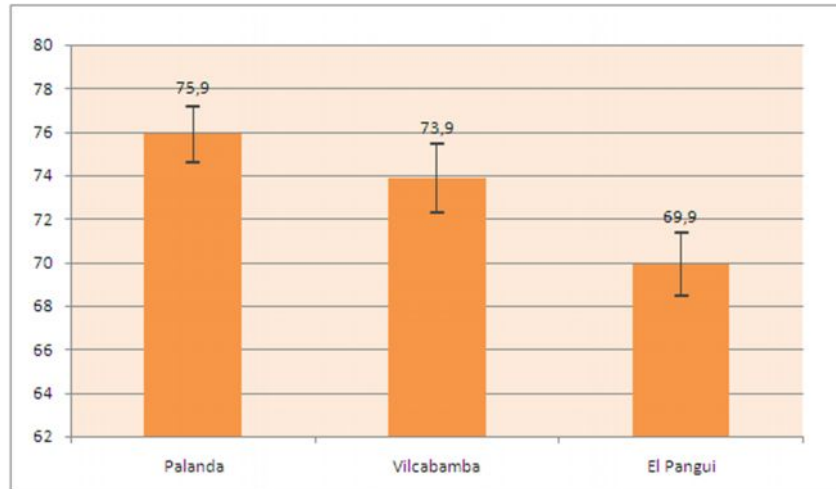


Padilla, también, evaluó el contenido de un antioxidante sintético, el butirohidroxianisol (BHA), de gran interés en la industria de alimentos, llegando a determinar que la pulpa de chiga posee una actividad antioxidante más alta que el BHA. En base a esto podemos inferir que la pulpa de café puede también ser de cierta manera utilizada en la industria de alimentos como sustituto de antioxidantes sintéticos, que si bien son altamente efectivos y económicos (24), diversos estudios realizados indican: cáncer en ratas de laboratorio y mutaciones en hamsters, daños al aparato digestivo de cerdos y monos, irritación a la piel, alergias e hiperactividad en humanos (50), indicando de esta manera que su uso prolongado tendría un impacto desfavorable sobre la salud humana (24).

Los resultados anteriores demuestran que la pulpa de café proveniente de Vilcabamba, es considerada la mejor fuente de antioxidantes al tener una concentración aproximadamente tres veces mayor que la de Palanda y El Pangui. No obstante, al evaluar el nivel de producción, observamos que Vilcabamba con una producción anual de 5520 Kg de café es considerada una zona de cultivo de poca importancia, comparado con Palanda y El Pangui de 230000 Kg y 46000 Kg de café al año respectivamente.

El contenido de capacidad antioxidante para pergamino, presentados en las **Gráficas 3 y 4** son valores muy bajos en comparación con los de pulpa, considerándose así un material residual de poco interés para la industria de antioxidantes, sin embargo puede abrir un nuevo campo de utilización en la obtención de derivados importantes para la industria de alimentación del ganado, esto gracias a su contenido en fibra.

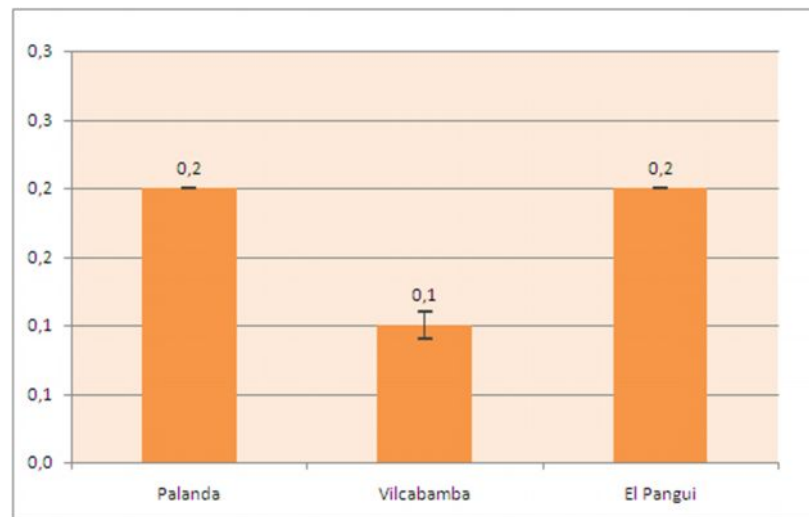
**Gráfica 3.** Capacidad antioxidante del pergamino de café (g muestra / g DPPH).



Resultado en base seca. n = 10

**Fuente:** La Autora.

**Gráfica 4.** Capacidad antioxidante pergamino de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).



Resultado en base seca. n = 10

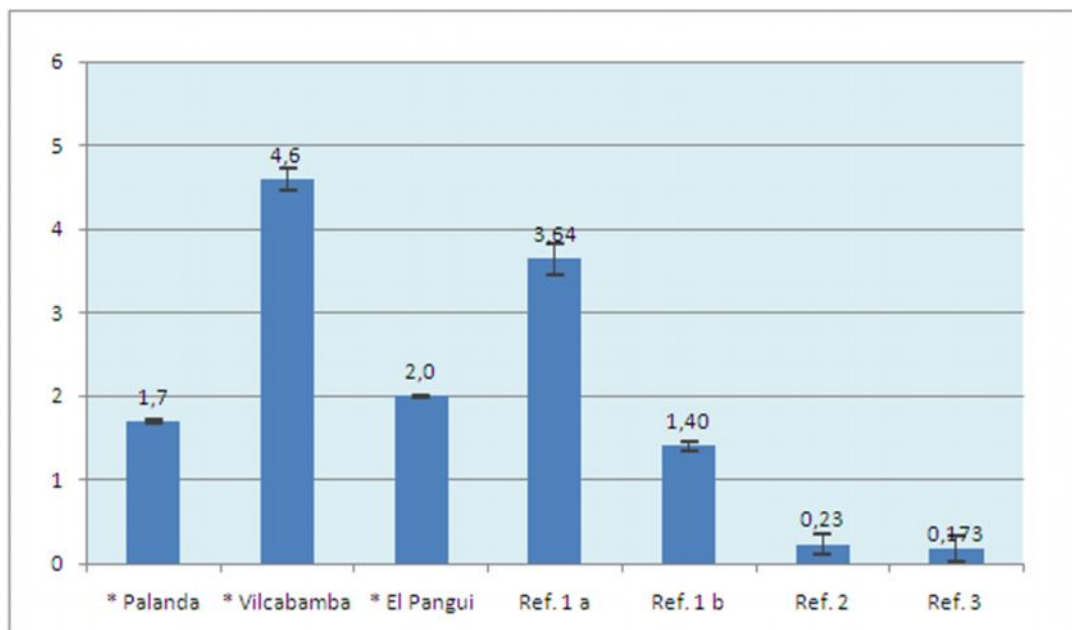
**Fuente:** La Autora.



### 5.3.2 Fenoles totales.

El contenido de compuestos fenólicos (**Gráfica 5**) en pulpa de café es similar al contenido de pulpas comestibles de chiga y mamón con una variación menor al 3%, las cuales son consideradas fuente importante de antioxidantes y compuestos de naturaleza polifenólica (49), los cuales presentan actividad antioxidante comparable a los antioxidantes sintéticos (10).

**Gráfica 5.** Fenoles totales de la pulpa de café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).



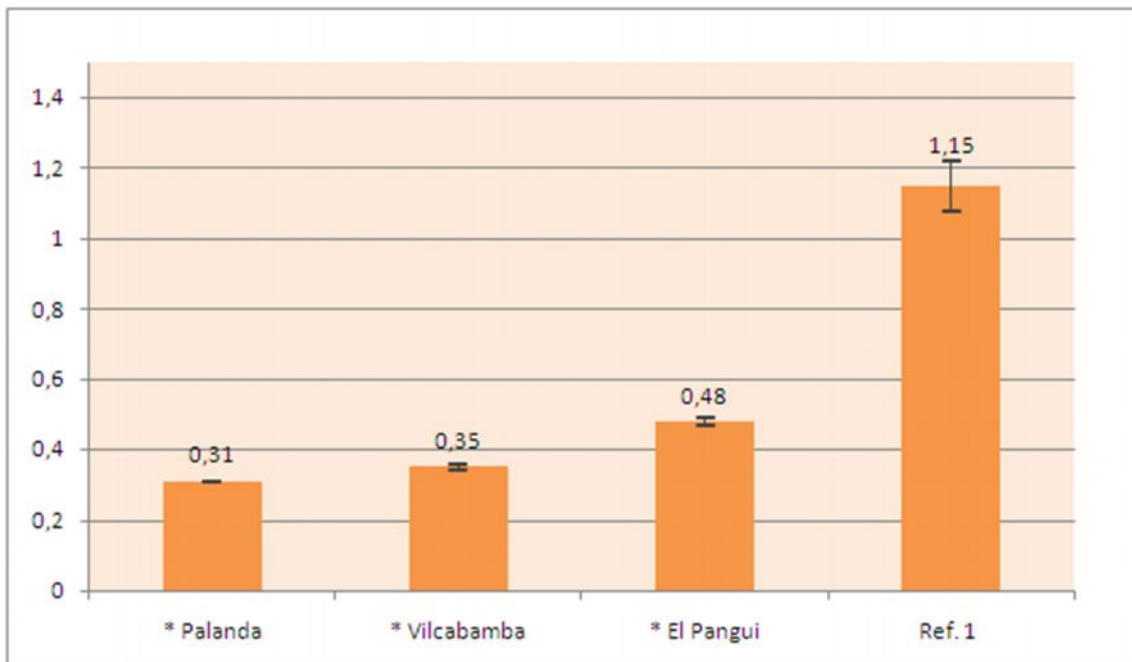
**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Pulpa de frutos de consumo frecuente: a. Pericarpio de chiga, b. Pericarpio de mamón. Venezuela (8). **Ref. 2.** Pulpa de guayaba. Colombia (51). **Ref. 3.** Residuo sólido de la industria alcohólica. Bagazo de uva. Madrid (52).  
Resultado en base seca. n = 10

**Elaboración:** La Autora.



De igual modo que la capacidad antioxidante, el contenido en compuestos fenólicos del pergamino de café, no aporta un valor considerable para el aprovechamiento de este tipo de residuo sólido en la industria de antioxidantes naturales. Comparando con la fibra de cacao se puede observar (**Gráfica 6**), que el contenido de fenoles que éste proyecta es 2 veces superior al encontrado en café.

**Gráfica 6.** Fenoles totales de pergamino del café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Fibra de cacao. España (53).  
Resultado en base seca. n = 10  
**Elaboración:** La Autora.

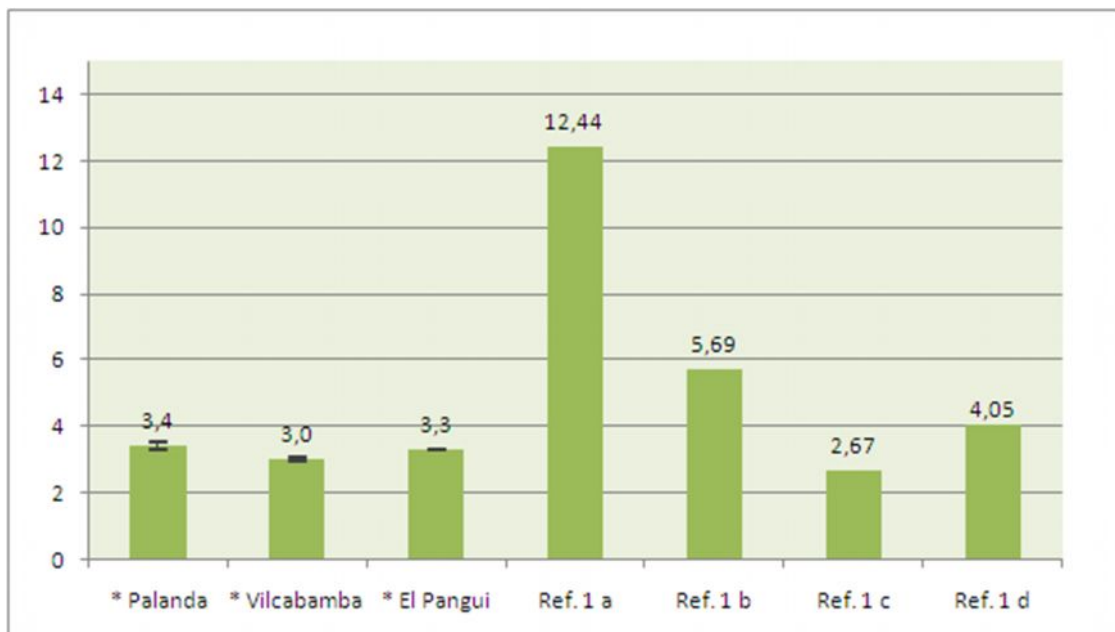


## 5.4 Cuantificación de capacidad antioxidante y fenoles totales en grano de café.

### 5.4.1 Capacidad antioxidante.

En cuanto a la capacidad antioxidante asociada al grano de café, materia vegetal de consumo mundial y rica en compuestos polifenólicos, se puede observar que su contenido en antioxidantes supera a los encontrados en los residuos.

**Gráfica 7.** Capacidad antioxidante del grano de café (g muestra/g DPPH).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Estudio de varias semillas y nueces: a. semilla de sorgo, b. semilla de mamón, c. semilla de chiga, d. semilla de cacao. Venezuela (49).

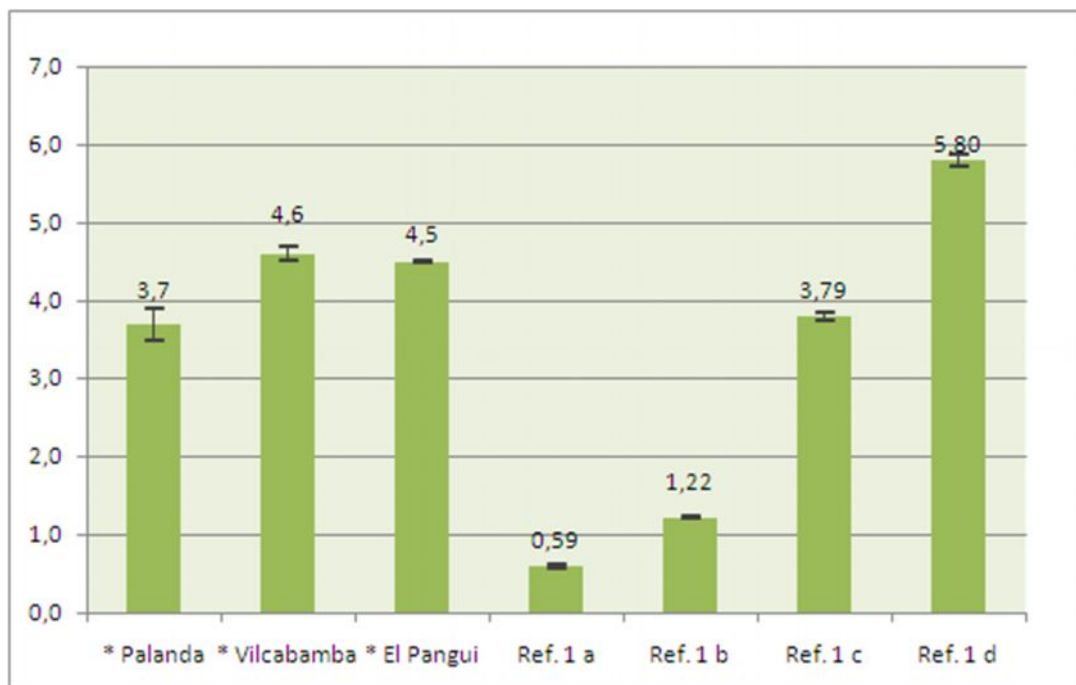
Resultado en base seca. n = 10

**Elaboración:** La Autora.

En comparación con otras semillas de consumo masivo (**Gráficas 7 y 8**), Padilla et al., (2008), muestran a las semillas de cacao con una actividad antioxidante muy similar a la encontrada en este estudio. Además, los investigadores reportan que éste valor encontrado en el cacao es ligeramente mayor que el butil hidroxianisol (BHA), gracias a lo cual se están realizando estudios que permitan reemplazar a los antioxidantes

sintéticos por naturales debido a factores como: i) las implicaciones en la salud de los consumidores por las acciones biológicas que desempeñan; ii) la solubilidad de los antioxidantes naturales en agua, aceite y emulsiones; iii) los datos disponibles sobre estudios toxicológicos de los antioxidantes sintéticos que recomiendan precaución en el empleo de éstos (48).

**Gráfica 8.** Capacidad antioxidante del grano de café (g equivalentes de ácido ascórbico / 100 g muestra).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Estudio de varias semillas y nueces: a. semilla de sorgo, b. semilla de mamón, c. semilla de chiga, d. semilla de cacao. Venezuela (49).

Resultado en base seca. n = 10

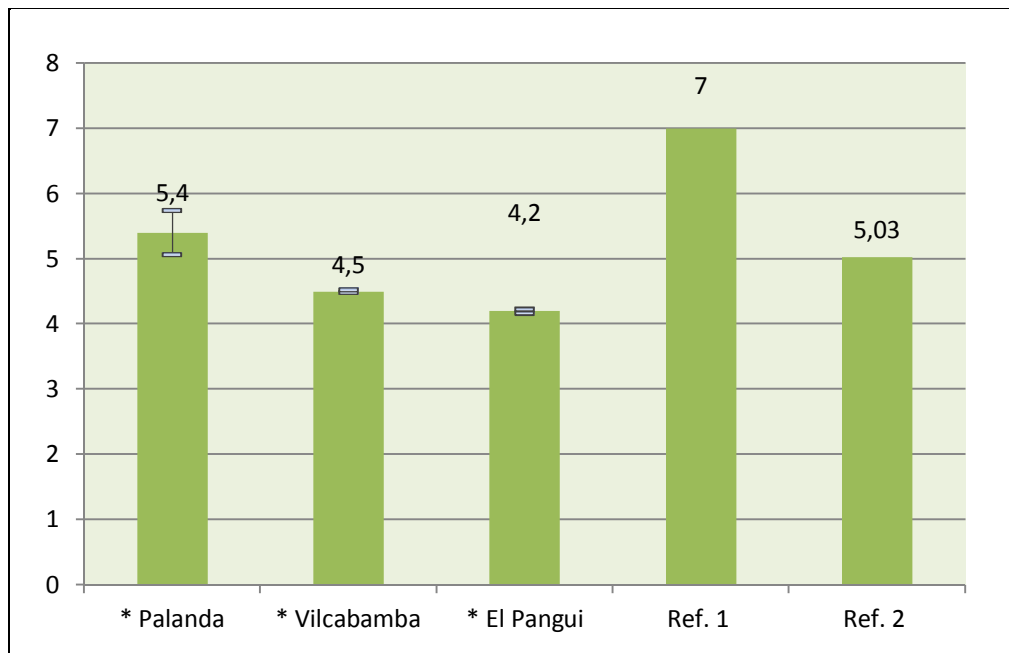
**Elaboración:** La Autora.



### 5.4.2 Fenoles totales.

Los resultados (**Gráfica 9**) de fenoles totales encontrados en el grano no respaldan la relación proporcional que debe ocurrir entre ellos, esto debido al poder de sinergismo que existe entre los compuestos con capacidad antioxidante (8, 12). Finalmente, comparando los resultados obtenidos con los reportados en semilla de cacao, se puede evidenciar una diferencia de un 3% para materias utilizadas en la preparación de bebidas (infusiones) de la misma complejidad y gran similitud en el valor encontrado para frijol negro, muy utilizado en la prevención de enfermedades como la diabetes y el cáncer. (54)

**Gráfica 9.** Fenoles totales del grano del café (g equivalentes de ácido gálico / 100 g muestra).



**Fuente:** \* La Autora. **Ref. 1.** Semilla cacao. España (53). **Ref. 2.** Frijol grano. México (54).  
Resultado en base seca. n = 10

**Elaboración:** La Autora.



# **CAPÍTULO VI.**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**





## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1 Conclusiones.

1. Se determinó el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en pulpa, pergamino y grano de café de Palanda, Vilcabamba y El Pangui.
2. La mayor capacidad antioxidante presente en los residuos del café medida por el método del DPPH fue el de pulpa de café procedente de Vilcabamba ( $4.1 \pm 0.26$  g muestra b.s / g DPPH) ( $3.2 \pm 0.22$  g equivalentes de AA / 100 g muestra b.s). Al igual que para el residuo que presentan el mayor contenido de compuestos fenólicos ( $4.6 \pm 0.13$  g equivalentes de AG / 100 g muestra b.s).
3. Se considera el uso de la pulpa del café, residuo sólido proveniente del proceso de beneficio húmedo, como una buena fuente de antioxidantes naturales de uso industrial y medicinal, al comparar los resultados de la presente investigación con los reportados por otros investigadores en residuos como la piel de uva de la industria de alcoholes y cáscara de naranja de la industria de jugos.
4. Es resaltante el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante que presenta la pulpa proveniente de Vilcabamba, pudiendose atribuir probablemente a las diferentes condiciones climáticas. Pero cabe mencionar su bajo nivel de producción al comparar con otros lugares de la región Sur del Ecuador.

### 6.2 Recomendaciones.

1. Utilizar para el proceso de extracción solventes que no causen daño a la salud, y de ésta manera evaluar la pérdida de rendimiento de extracción.



2. Para tener un conocimiento más completo y preciso de la capacidad antioxidante de una muestra, es necesario combinar al menos dos métodos de análisis basados en distintos fundamentos: uno basado en la capacidad de reducción de metales como el método del potencial de reducción antioxidante férrico (FRAP) y otro en la captación de radicales libres como el método del DPPH.
  
3. En cuanto al radical libre 1,1-difenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), es necesario tener presente algunos cuidados con el manejo de la solución de trabajo, tales como: tiempo de conservación, para el presente estudio se prefirió prepararlo el momento del análisis en ausencia de humedad y luz.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. SICA; COFENAC; CORPEI, Diagnóstico del sector cafetalero del Ecuador. In *Programa andino de competitividad para la cadena del café*, Proyecto SICA - BIRF/MAG - Ecuador: Ecuador, 2001.
2. ANECAFE, Los desafíos del beneficiado húmedo del café en Centroamérica. In *Área de postcosecha*, Barrios, A.V y Guerrero, E.R: Guatemala, 1998.
3. Rathinavelu, R.; Graziosi, G., Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. In Trieste, D. d. B. d. I. U. d., Ed. Organización Intenacional del Café: Italia, 2005; p 5.
4. ANECAFE, Anecafé, Asociacion Nacional de Exportadores de Café *Anecafé 25 años 2008*, p 61.
5. Castillo, R.; Carballo, L.; Pérez, N.; Fernandez, R., Estudio de la composición química del residuo sólido del beneficio húmedo del café en Bahía Honda, Pinar del Río. *Avances* **2008**, 10, (1), 1 - 9.
6. Rodriguez, N., Manejo de residuos en la agroindustria cafetalera. In *Gestión Integral de residuos sólidos y peligrosos Siglo XXI*, Centro Nacional de Investigaciones de Café Colombia, 1999.
7. Moya, M.; Durán, M.; Sibaja, M., Obtención de derivados celulósicos a partir de desechos de café. *Agronomía Costarricense* **1990**, 14, (2), 169 - 174.
8. Kuskoski, M.; Asuero, A.; Troncoso, A.; Mancini-Filho, J.; Fett, R., Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Rev. Cienc. Technol. Aliment* **2005**, 25, (4), 726 - 732.
9. Pablo, S. d.; Gotteland, M., El café es una buena fuente de antioxidantes. *INTA* **2008**, 21, (1), 7.
10. Alimentos, I. d.; Chile, R. d., Antioxidantes Naturales. In *Vitamina C y E*, Ministerio de Salud.: Santiago - Chile, 2002; pp 4 - 7.



11. Temoche, M.; Campos, D.; Chirinos, R.; Cisneros, L. Evaluación de los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante presente en 30 genotipos de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú, 2004.
12. Pineda, D.; Salucci, M.; Lázaro, R.; Maiani, G.; Ferro-Luzi, A., Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. *Aliment. Nutri.* **1999**, 13, (2), 104 - 111.
13. Sáenz, C.; Estévez, A. M.; Sanhueza, S., Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición* **2007**, 57, 186 - 191.
14. Aldana, H. M., *Producción Agrícola 2*. Segunda Edición ed.; Terranova: Bogotá - Colombia, 2001.
15. Noriega, A.; Silva, R.; García, M., Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Trop.* **2009**, 27, (2), 135 - 141.
16. Speisky, H., Antioxidantes. La naturaleza nos provee de protectores de la salud. *Nutrición* **2008**, 21, 12 - 13.
17. Criollo, M. H.; Pereira, J., Estudio económico y comercial del café en Ecuador. In Machala, U. T. d., Ed. Machala - Ecuador, 2002; p 36.
18. FAPECAFES, Generalidades del café In Loja - Ecuador, 2009.
19. Uraga, C.; Guijarro, M. C.; Pozas, R.; López, A. B., Algunos principios activos del café, del té y del cacao. *Rev. Spin Cero* **2002**, 6, 16 - 19.
20. Guía, Guía ambiental para el sector cafetalero. *Descripción del proceso productivo y del beneficio del café* Febrero 28, 2007, pp 51 - 80.
21. Martínez, R.; Flores, H.; Joménez, H., Manual del participante. In *Beneficio ecológico, tostado, molido y envasado del café.*, COLPOS, Ed. México, 2004.
22. Duicela, L.; Garcia, J.; Corral, R.; Alcívar, R., Postcosecha y Calidad del Café Arábigo. *Cofenac* **2009**.



23. Restrepo, J., Caracterización Física y Química de los Frutos del Café. *Corporación educativa para el desarrollo Costarricense* 2000.
24. Speisky, H., Antioxidantes en alimentos. *Cultivando Salud* **2006**, Indualimentos, 28 - 31.
25. Pomés, A.; Leighton, F., SALUD Y BALANCE OXIDATIVO. *Ciencia, Vino y Salud* **1998**, 2, (2), 8.
26. Mosquera, O.; Niño, J.; Correa, Y.; BUITRAGO, D. C., Estandarización del método de captura de radicales libres para la evaluación de la actividad antioxidante de extractos vegetales. *Scientia et Technica Año XI*. **2005**, 27, 231 - 234.
27. Coffee, P., Antioxidantes y café. *Verano* 2001, p 3.
28. Hertog, M. G.; E.J, F.; P.C, H.; M.B, K.; D., K., Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly study. *Lancet* **1993**, 23, 342.
29. Clifford, M., Chlorogenic acids in coffe. *Chemistry. Clarke & Macrae ed. Elsevier* **1985**, 1.
30. Nardini M.; D'Aquino M.; Tomassi G.; Gentili V.; C., D. M. S., Effect of caffeic acid dietary supplementation on the antioxidant defence system in rat: an in vivo study. *Arch. Biochem. Biophys* **1997**, (341), 157 - 160.
31. Nardini M.; Pisu P.; Gentili V.; Natella F.; DiFelice M.; C., P. E. S., Effect of caffeic acid on tert-butyl hydroperoxide-induced oxidative stress in U937. *Free Rad. Biol. Med* **1998**, (25), 1098 - 1105.
32. Martin, P., Puede ser el café beneficioso para la salud? In *Conferencia mundial del café*, Newsletter, Ed. Universidad Vanderbilt 2001; Vol. 1, p 4.
33. NTON-17002-02, Norma Tecnica de Muestreo de Granos Comerciales In *Republica de Nicaragua, America Central*, Calidad, C. N. d. N. T. y., Ed. Gobierno Nicaraguense: Managua, 2002; p 17.
34. Vásquez, M., Pasos para el Beneficio Húmedo y Ecológico del Café de Calidad. In Tegucigalpa, H., Ed. Proyecto de Desarrollo Agroempresarial Rural del Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]: 2004.
35. Pérez, J.; Saura, F., Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas In *V Congresos Iberoamericano de Tecnología postcosecha y agroexportaciones.*,



- Departamento de Metabolismo y Nutrición, I. d. F., CSIC, Ed. Madrid, España, 2007; Vol. 10.
36. NTE-INEN380, Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico. In 1986.
  37. Horwitz, W.; Latimer, G., Official Methods of Analysis. In 18 ed.; AOAC International Maryland, 2005; p 7.
  38. Blandón, C.; Dávila, A., Caracterización Microbiológica y Físico-química de la Pulpa de Café Sola y con Mucílago, en Proceso de Lombricompostaje. *Cenicafé* **1999**, 50, (1), 5-23.
  39. Marín López, S. M.; Arcila Pulgarín, J.; Montoya Restrepo, E. C.; Oliveros Tascón, C. E., Cambios Físicos y Químicos durante la Maduración del Fruto de Café (*Coffea arabica L. var. Colombia*). In *Cenicafé, Revista de Centro Nacional de investigadores de Café, COLCIENCIAS: Caldas*, 2003; Vol. 54, pp 208-225.
  40. Mendoza, J. Cuantificación de minerales en residuos de café. Ingeniería Alimentaria., Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 2009.
  41. Castillo, E.; Acosta, Y.; Betancourt, N.; Castellanos, E.; Matos, A.; Cobos, V.; Jover, M., Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja *Revista AquaTIC* **2002**, (16).
  42. Molina Mario.; Lechuga Otto Raúl.; Ricardo, B., VALOR NUTRITIVO DE LA PULPA DE CAFÉ SOMETIDA A FERMENTACIÓN SÓLIDA USANDO *Aspergillus niger* EN POLLOS Y CERDOS. *Agronomía Mesoamericana* **1990**, 1, (1), 79 -82.
  43. Cortez, A., Generación de energía a base de subproductos del beneficiado húmedo del café In ATAPASCO, Ed. Quezaltepeque, El Salvador, 2009.
  44. Gómez, R.; Bendaña, G.; González, J.; Jarquín, R.; Braham, E.; Bressani, R., Efectos del tratamiento de la pulpa de cafe, fresca o ensilado, con hidróxido de calcio, sobre su valor nutritivo. *Arch. latinoam. nutr* **1988**, 38, (1), 173-87.
  45. Fedna, Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. *Segunda Edición*, Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal: Madrid - España, 2003; p 423.



46. Castro, H., Producción bovina de carne. Cascarilla de soja. *INTA. Líquida agropecuaria, Cba.*, **2005**, 15, (139), 17 - 18.
47. Gnecco, M.; Marquina, J., Cascarilla de arroz como combustible alternativo. *Manual para pequeños productores de ladrillos* **2000**, 1, (1), 20.
48. Rincón, A. M.; Vásquez A, M.; Padilla, F. C., Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. In *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Carácas - Venezuela, 2004.
49. Padilla Fanny C.; M, R. A.; L, R. B., Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Arch. latinoam. nutr* **2008**, 58, (3), 5 - 7.
50. Valenzuela, A.; Sanhueza, J.; Nieto, S., Ingredientes funcionales de México. *Mundo Alimentario* **2009**, 1, (36), 20.
51. Rojas Barquera D.; Narváez Cuenca E.; L, R. S. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C, FENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE GUAYABA (*Psidium guajava L.*) DE LAS VARIETADES PERA, REGIONAL ROJA Y REGIONAL BLANCA. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.
52. Pinelo Manuel.; Sineiro Torres, J.; Núñez García, M. J.; Moure Varela, A.; Cruz Freire, J. M.; Domínguez González, H. y.; Parajó Liñares, J. C. Procedimiento de obtención de extractos antioxidantes a partir de bagazo de uva fermentado y destilado. 2007.
53. Lecumberri E.; R, M.; Ramos, S.; Alía, M.; Rúperez, P.; Goya, L.; Izquierdo-Pulido, M.; Bravo, y. L., Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. *Nutrición Hospitalaria. Alimentos funcionales* **2006**, 21, (5), 622-28.
54. Almanza, E.; Guzmán, I.; Acosta, J.; Guzmán, S., Contenido de Fitoquímicos en grano de frijol negro cocido y refrito. *INIFAP* **2007**, 11, (1).



## SIMBOLOGÍA.

<b>AA:</b>	Ácido ascórbico.
<b>Abs0:</b>	Absorbancia del blanco.
<b>Abs1:</b>	Absorbancia de la muestra.
<b>ác.:</b>	Ácido.
<b>AOAC:</b>	Association of Official Analytical Chemist (Asociación Oficial de Químicos Analíticos).
<b>B:</b>	Blanco.
<b>b.s.:</b>	Base seca.
<b>C:</b>	Concentración.
<b>CA:</b>	Capacidad antioxidante.
<b>Cf:</b>	Concentración de la solución estándar.
<b>Ci:</b>	Concentración de la solución madre.
<b>Co:</b>	Concentración de la muestra.
<b>Coef.:</b>	Coeficiente.
<b>CV:</b>	Coeficiente de variación.
<b>c/u:</b>	Cada uno.
<b>D:</b>	Duplicado.
<b>DPPH:</b>	2-2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.
<b>EC<sub>50</sub>:</b>	Concentración necesaria para obtener un 50% de efecto.
<b>ELN:</b>	Extracto libre de nitrógeno.
<b>eqv.:</b>	Equivalente.
<b>FRAP:</b>	Ferric Reducing Antioxidant Potential. (Potencial de reducción antioxidante férrico).
<b>FT:</b>	Fenoles totales.
<b>g:</b>	Gramo.
<b>h:</b>	Hora.





<b>Kg:</b>	Kilogramo.
<b>L:</b>	Litro.
<b>MeOH:</b>	Metanol.
<b>mg:</b>	Miligramo.
<b>min:</b>	Minuto.
<b>ml:</b>	Mililitro.
<b>N:</b>	Normalidad.
<b>Na:</b>	Sodio.
<b>NaOH:</b>	Hidróxido de sodio.
<b>nm:</b>	Nanómetro.
<b>ppm:</b>	Partes por millón.
<b>% Rec:</b>	Porcentaje de recuperación.
<b>Ref.:</b>	Referencia.
<b>rpm:</b>	Revoluciones por minuto.
<b>R2:</b>	Factor de correlación.
<b>Sol.:</b>	Solución.
<b>std.:</b>	Estándar.
<b>T:</b>	Toneladas
<b>V:</b>	Volumen.
<b>var.:</b>	Variedad.
<b>Vf:</b>	Volumen final del estándar.
<b>Vi:</b>	Volumen solución de trabajo.
<b>Vmr:</b>	Volumen de la solución madre.
<b>W:</b>	Peso
<b>µm:</b>	Micrómetro.
<b>µl:</b>	Microlitro.
<b>µM:</b>	Micromolar.



# ANEXOS



## **ANEXO 1.**

# **CARACTERÍSTICAS DE PULPA Y PERGAMINO EN BASE HÚMEDA**



En las **Tablas 4 y 5** se muestra la composición química de la pulpa y pergamino del café en base húmeda respectivamente.

**Tabla 4.** Composición química de la pulpa en base húmeda (%)

Lugar	* Humedad	* Cenizas	◇ Proteína	* Fibra	◇ ELN	* Extracto Etéreo
Palanda	8.1	6.3	10.6	20.9	51.5	2.6
Vilcabamba	8.1	6.1	9.4	20.9	52.8	2.7
El Pangui	8.0	6.0	9.7	20.9	52.8	2.6

**Fuente:** ◇ La Autora. \* Johanna Mendoza (40).

n = 2

**Elaboración:** La Autora.

**Tabla 5.** Composición química del pergamino en base húmeda (%)

Lugar	* Humedad	* Cenizas	◇ Proteína	* Fibra	◇ ELN	* Extracto Etéreo
Palanda	5.4	3.7	5.8	65	18.9	1.2
Vilcabamba	5.6	3.4	5.4	64.3	20.1	1.2
El Pangui	5.0	3.3	5.6	66.3	18.6	1.2

**Fuente:** ◇ La Autora. \* Johanna Mendoza (40).

n = 2

**Elaboración:** La Autora.



## **ANEXO 2.**

# **PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS.**



## Ejemplo de cálculo del contenido de capacidad antioxidante. (Pulpa Palanda)

**Capacidad antioxidante equivalente al poder reductor del Ácido ascórbico.**

### 1. Preparación de la curva de calibración.

Concentración Teórica de la solución madre de Ácido ascórbico

*Datos:*

- ✓ Pureza del Ácido ascórbico (AA) = 0.995
- ✓ Peso molecular del AA = 176.1 g/mol
- ✓ Volumen de aforo de la solución madre = 25 ml
- ✓ Masa del AA = 0.017612 g

$$\begin{array}{lcl} 176.1 \text{ g} & \longrightarrow & 1 \text{ Mol} \\ 0.01761 \text{ g} & \longrightarrow & x \\ x = 1 \times 10^{-4} \text{ Mol} & & \end{array} \qquad \begin{array}{lcl} 1 \times 10^{-4} \text{ Mol} & \longrightarrow & 25 \text{ ml} \\ x & \longrightarrow & 1000 \text{ ml} \\ x = 2 \times 10^{-3} \text{ Mol/L} & & \end{array}$$

$$\frac{2 \times 10^{-3} \text{ Mol}}{\text{L}} \times \frac{1000000 \mu\text{Mol}}{1 \text{ Mol}} = 2000 \mu\text{M}$$

W del Ácido ascórbico con pureza 0.995

Concentración = Masa x Pureza

$$\text{Masa} = \frac{\text{Concentración}}{\text{Pureza}}$$

$$\text{Masa} = \frac{2000 \mu\text{M}}{0.995}$$



$$\text{Masa} = 2010.05 \frac{\mu\text{M}}{\text{L}} \times \frac{1\text{M}}{1000000 \mu\text{M}} \times \frac{176.1 \text{ g}}{1 \text{ M}} = 0.354 \text{ g/L}$$

$$0.354 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1\text{L}}{1000 \text{ ml}} \times 25 \text{ ml} = 0.00885025 \text{ g}$$

### Concentración real de la solución madre

$$\text{Concentración real} = W \text{ Real AA} \times \text{Pureza AA}$$

$$\text{Concentración real} = 0.00905 \text{ g} \times 0.95$$

$$\text{Concentración real} = 0.0085975 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 0.0085975 \text{ g} \longrightarrow 25 \text{ ml} \\ x \longrightarrow 1000 \text{ ml} \end{array}$$

$$x = 0.3439 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = 343.9 \text{ ppm} \cong 343.9 \text{ mg/L}$$

### Soluciones estándar

Volumen de la solución de trabajo

*Datos:*

- ✓ Concentración teórica de la solución madre = 2000  $\mu\text{M}$
- ✓ Concentración teórica de las soluciones estándar = 20, 160, 300, 440, 580, 720, 800  $\mu\text{M}$  en aforo de 10 ml

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i}$$



$$V_i = \frac{20 \mu\text{M} \times 10 \text{ ml}}{2000 \mu\text{M}}$$

$$V_i = 0.1 \text{ ml}$$

**Cuadro 3.** Volumen de la solución de trabajo.

Estándar	Concentración teórica ( $\mu\text{M}$ )	V. Sol. trabajo (ml)
2	20	0.1
4	160	0.8
6	300	1.5
8	440	2.2
10	580	2.9
11	720	3.6
13	800	4

**Fuente:** La Autora.

Concentración real de estándares (ppm)

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$C_f = \frac{C_i \times V_i}{V_f}$$

$$C_f = \frac{343.9 \text{ ppm} \times 0.1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$C_f = 3.439 \text{ ppm}$$





**Cuadro 4.** Concentración real de estándares en ppm.

Estándar	V. Sol. trabajo (ml)	V. MeOH 80% (ml)	V. std. (ml)	C. std. (ppm)
2	0.1	9.9	10	3.4
4	0.8	9.2	10	27.5
6	1.5	8.5	10	51.6
8	2.2	7.8	10	75.7
10	2.9	7.1	10	99.7
11	3.6	6.4	10	123.8
13	4	6	10	137.6

Fuente: La Autora.

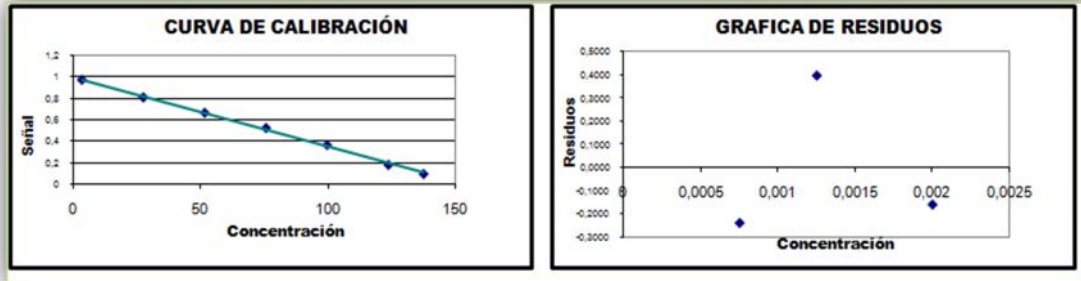
## HOJA DE CÁLCULO REGRESIÓN LINEAL

<b>DETERMINACION</b>	<b>CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (Pulpa) Palanda</b>
<b>INSTRUCCIÓN</b>	Espectrofotometría UV
<b>FECHA</b>	30/06/2009

CÁLCULO DE REGRESIONES LINEALES				
Concentración	Señal 1	Señal 2	% Coef. de variación	Promedio Señal
3.4	0.968	0.968	0.00	0.968
27.5	0.805	0.805	0.00	0.805
51.6	0.663	0.663	0.00	0.663
75.7	0.522	0.522	0.00	0.522
99.7	0.365	0.365	0.00	0.365
123.8	0.182	0.182	0.00	0.182
137.6	0.098	0.098	0.00	0.098
RESUMEN ESTADÍSTICO				
Pendiente (a)				-0.00645
Intersección con el eje x (b)				0.99338
r (Coeficiente de correlación)				-0.99930
Número de datos				7



Gráficas 10 y 11. Curva de calibración y Gráfica de residuos CA.



Fuente: La Autora.

SEÑAL DE MUESTRAS					
Identificación	Señal 1	Señal 2	% Coef. de variación	PROMEDIO(Y)	Co
1 - 3	0.755	0.755	0.00	0.755	36.9
1 - 5	0.623	0.623	0.00	0.623	57.4
1 - 8	0.441	0.441	0.00	0.441	85.6

## 2. Determinación del contenido de capacidad antioxidante.

Concentración de la muestra en ppm

*Datos:*

- ✓ Co: Concentración de la muestra (1, V Extracto 3) a partir de la curva de calibración = 36.9 mg/L  $\cong$  37 mg/L
- ✓ Volumen total del extracto = 40 ml
- ✓ Volumen total de análisis = 10 ml
- ✓ Volumen de extracto para análisis = 3 ml
- ✓ Peso de la muestra = 0.5009 g



$$37 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times 10 \text{ ml} = 0.37 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{l} 0.37 \text{ mg} \longrightarrow 3 \text{ ml} \\ x \longrightarrow 40 \text{ ml} \\ x = 4.9333 \text{ mg} \end{array} \qquad \begin{array}{l} 4.933 \text{ mg} \longrightarrow 0.5009 \text{ g} \\ x \longrightarrow 1000 \text{ g} \\ x = 9848.94 \text{ ppm} \end{array}$$

Corrección % de Humedad.

$$9848.94 \text{ ppm} \times \frac{100}{(100 - 8.2)} = 10728.7 \text{ ppm}$$
$$\cong 10716 \text{ ppm. (Reportado)}$$

### **Capacidad antioxidante expresada en EC<sub>50</sub>.**

#### **1. Porcentaje de Inhibición.**

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{\text{Abs0} - \text{Abs1}}{\text{Abs0}} \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{0.991 - 0.755}{0.991} \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 23.81 \cong 24 \%$$

#### **2. Gramos de muestra diluidos en 3 ml del extracto.**

$$\begin{array}{l} 0.5009 \text{ g muestra} \longrightarrow 40 \text{ ml V total de extracto} \\ x \longrightarrow 3 \text{ ml extracto} \\ x = 0.03757 \text{ g} \end{array}$$



### 3. Gramos de muestra diluidos en 0.2 ml.

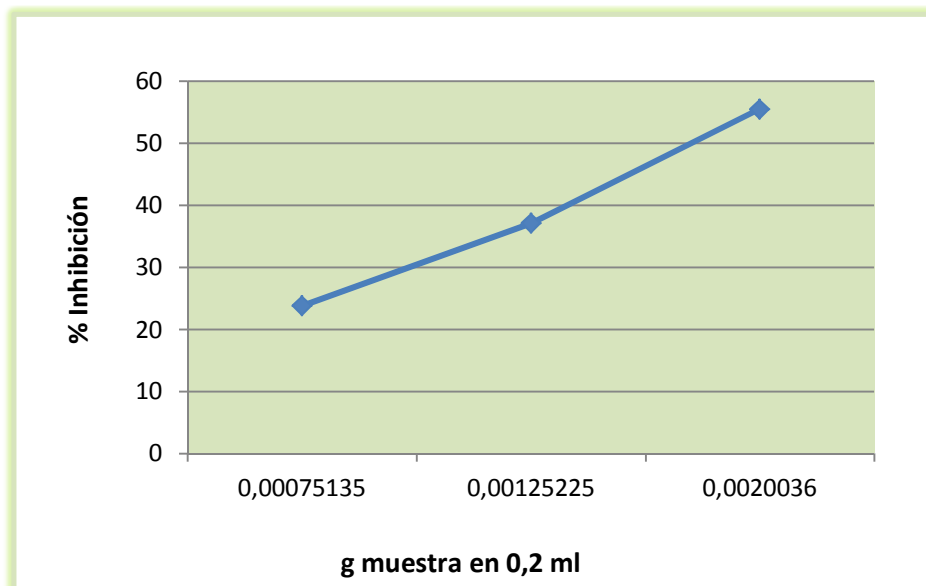
$$\begin{array}{l} 0.03757 \text{ g muestra en 3ml extracto} \longrightarrow 10 \text{ ml V de análisis.} \\ x \longrightarrow 0.2 \text{ ml} \\ x = 0.0007514\text{g} \end{array}$$

**Cuadro 5.** Gramos de muestra en las diluciones de 0.2 y 3 ml de extracto.

W muestra	Volumen total de extracto	Volumen de extracto diluidos en 10 ml	% Inhibición	g de muestra en 0,2 ml	g de muestra diluidos en 3ml
0.5009 g	40 ml	3 ml	24	0.0007514	0.03757
		5 ml	37	0.0012522	0.06261
		8 ml	55	0.0020036	0.10018

Fuente: La Autora.

**Gráfica 12.** Para cálculo g de muestra diluidos en 3ml.



Fuente: La Autora



Intersección con el eje x (b) = 5.11  
Pendiente (a) = 25234.73  
Coef. de correlación = 1.00

4. Gramos de muestra necesarios para reducir la absorbancia al 50% de inhibición por 1 g de DPPH.

$$y = xa + b$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Donde: y = 50 %

$$x = \frac{50 - 5.11}{25234.73}$$

$$x = 0.0017789 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 0.00728 \text{ g DPPH} \longrightarrow 200 \text{ ml de aforo} \\ x \longrightarrow 3.8 \text{ ml} \\ x = 0.00013832 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0.001778932 \text{ g muestra } 50\% \longrightarrow 0.00013832 \text{ g DPPH} \\ x \longrightarrow 1 \text{ g DPPH} \\ x = 12.86 \text{ g muestra b.s / g DPPH} \end{array}$$

#### Corrección % de Humedad

$$12.86 \text{ g} \times \frac{100}{(100 - 8.2)} = 14.008 \text{ g muestra b. s / g DPPH}$$



**Ejemplo de cálculo del contenido de fenoles totales expresados en g equivalente a ácido gálico/ 100 g de muestra. (Pulpa Palanda).**

**1. Preparación de la curva de calibración.**

Concentración de la solución madre

$$\text{Concentración} = W \text{ Real ácido gálico} \times \text{Pureza ácido gálico}$$

$$\text{Concentración} = 0.00689 \text{ g} \times 0.99$$

$$\text{Concentración} = 0.0068211 \text{ g}$$

$$0.0068211 \text{ g} \longrightarrow 25 \text{ ml}$$

$$x \longrightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$x = 0.2728 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = 272.8 \text{ ppm} \cong 272.8 \text{ mg/L}$$

Concentración de la solución de trabajo

$$272.8 \text{ ppm} \longrightarrow 25 \text{ ml}$$

$$x \longrightarrow 4.7 \text{ ml}$$

$$x = 51.29 \text{ ppm} \cong 51.29 \text{ mg/L}$$

Soluciones estándar.

Volumen de la solución de trabajo.

*Datos:*

- ✓ Concentración de la solución de trabajo = 51.29 mg/L
- ✓ Concentración teórica de las soluciones estándar = 1 mg/L, 3 mg/L, 5 mg/L, 7 mg/L, 9 mg/L y 10 mg/L en aforo de 10 ml.



$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i}$$

$$V_i = \frac{1 \text{ mg/L} \times 10 \text{ ml}}{51.29 \text{ mg/L}}$$

$$V_i = 0.2 \text{ ml}$$

**Cuadro 6.** Volumen de la solución de trabajo.

Estándar	Concentración teórica (mg/L)	V. Sol. trabajo (ml)
2	1	0.2
4	3	0.6
6	5	1
8	7	1.4
10	9	1.8
11	10	2

Fuente: La Autora.

Concentración real de estándares (ppm).

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$C_f = \frac{C_i \times V_i}{V_f}$$

$$C_f = \frac{51.29 \text{ mg/L} \times 0.2 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$C_f = 1.03 \text{ ppm}$$



**Cuadro 7.** Concentración Real de estándares en ppm.

Estándar	V. Sol. trabajo (ml)	V. Agua (ml)	V. std. (ml)	C. std. (ppm)
2	0.2	7.3	10	1.03
4	0.6	6.9	10	3.08
6	1	6.5	10	5.13
8	1.4	6.1	10	7.18
10	1.8	5.7	10	9.23
11	2	5.5	10	10.26

Fuente: La Autora.

## HOJA DE CÁLCULO REGRESIÓN LINEAL

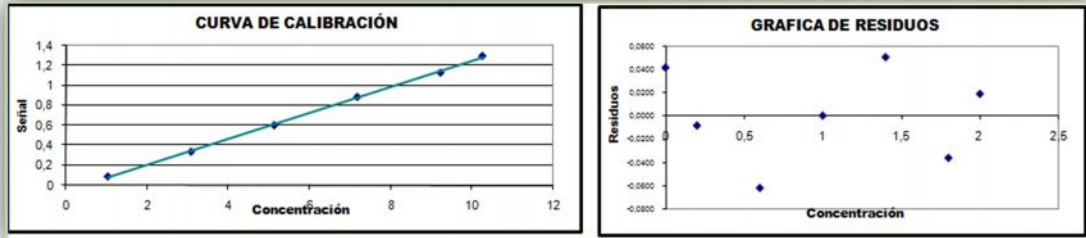
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>FENOLES TOTALES (Pulpa) Palanda</b>
<b>INSTRUCCIÓN</b>	Espectrofotometría UV
<b>FECHA</b>	30/06/2009

CÁLCULO DE REGRESIONES LINEALES				
Concentración	Señal 1	Abs1 - Abs0	% Coef. de variación	Promedio Señal
0	0.057	-----	0.00	-----
1.03	0.144	0.087	0.00	0.087
3.08	0.392	0.335	0.00	0.335
5.13	0.658	0.601	0.00	0.601
7.18	0.943	0.886	0.00	0.886
9.23	1.186	1.129	0.00	1.129
10.26	1.354	1.297	0.00	1.297
RESUMEN ESTADÍSTICO				
Pendiente				0.13054
Intersección con el eje x				-0.05880
r (Coeficiente de correlación)				0.99958
Número de datos				6





**Gráficas 13 y 14.** Curva de calibración y Gráfica de residuos FT.



Fuente: La Autora.

SEÑAL DE MUESTRAS					
Identificación	Señal 1	Abs1 - Abs0	% Coef. de variación	PROMEDIO(Y)	Co
0	0.062	---	0.00	---	---
1 - 0.25	0.643	0.581	0.00	0.581	4.90
2 - 0.25	0.632	0.570	0.00	0.570	4.82
3 - 0.25	0.628	0.566	0.00	0.566	4.79

## 2. Determinación de compuestos fenólicos totales.

Concentración de la muestra en ppm.

*Datos:*

- ✓ Co: Concentración de la muestra (1, V Extracto 0.25) a partir de la curva de calibración = 4.9 mg/L
- ✓ Volumen total del extracto = 40 ml
- ✓ Volumen total de análisis = 10 ml
- ✓ Volumen de extracto para análisis = 0.25 ml
- ✓ Peso de la muestra = 0.5009 g



$$4.9 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times 10 \text{ ml} = 0.049 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{l} 0.049 \text{ mg} \longrightarrow 0.25 \text{ ml} \\ x \longrightarrow 40 \text{ ml} \\ x = 7.84 \text{ mg} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 7.84 \text{ mg} \longrightarrow 0.5009 \text{ g} \\ x \longrightarrow 1000 \text{ g} \\ x = 15651.83 \text{ ppm} \end{array}$$

Corrección % de Humedad

$$\begin{aligned} 15651.83 \text{ ppm} \times \frac{100}{(100 - 8.2)} &= 17049.92 \text{ ppm} \\ &\cong 17049 \text{ ppm. (Reportado)} \end{aligned}$$

***Ejemplo de cálculo del % de recuperación.***

$$\begin{aligned} \text{Pendiente (a)} &= -0.00645 \\ \text{Interseccion con el eje x (b)} &= 0.99338 \\ \text{r (Coeficiente de correlación)} &= -0.99930 \end{aligned}$$

$$y = xa + b$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Donde: y = Absorbancia del control.

$$x = \frac{0.177 - 0.99338}{-0.00645}$$

$$x = 126.57 \text{ mg/L}$$



$$126.57 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{recup.} - 36.16 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{muest.} \times 10 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000 \text{ ml}} = 0.904 \text{ mg}$$

$$0.904 \text{ mg} \longrightarrow 8 \text{ ml}$$

$$x \longrightarrow 40 \text{ ml}$$

$$x = 4.52 \text{ mg.} \cong 0.0045 \text{ g}$$

$$\% \text{ Recup.} = \frac{0.0045 \text{ g}}{0.003 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Recup.} = 149.9\%$$

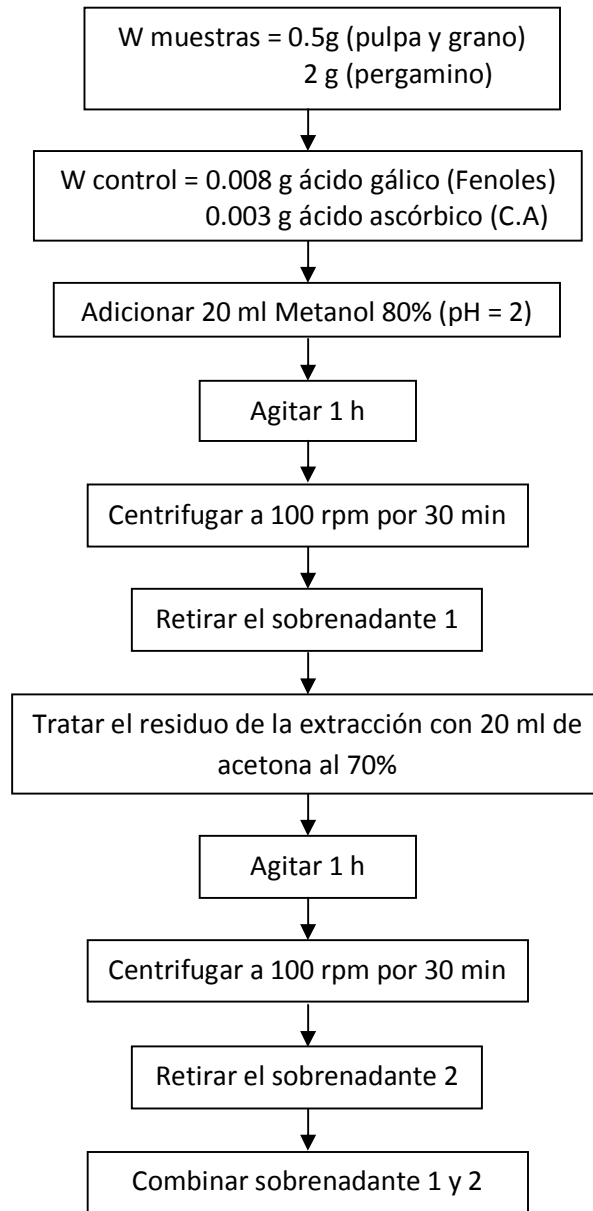


## **ANEXO 3.**

# **DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES.**

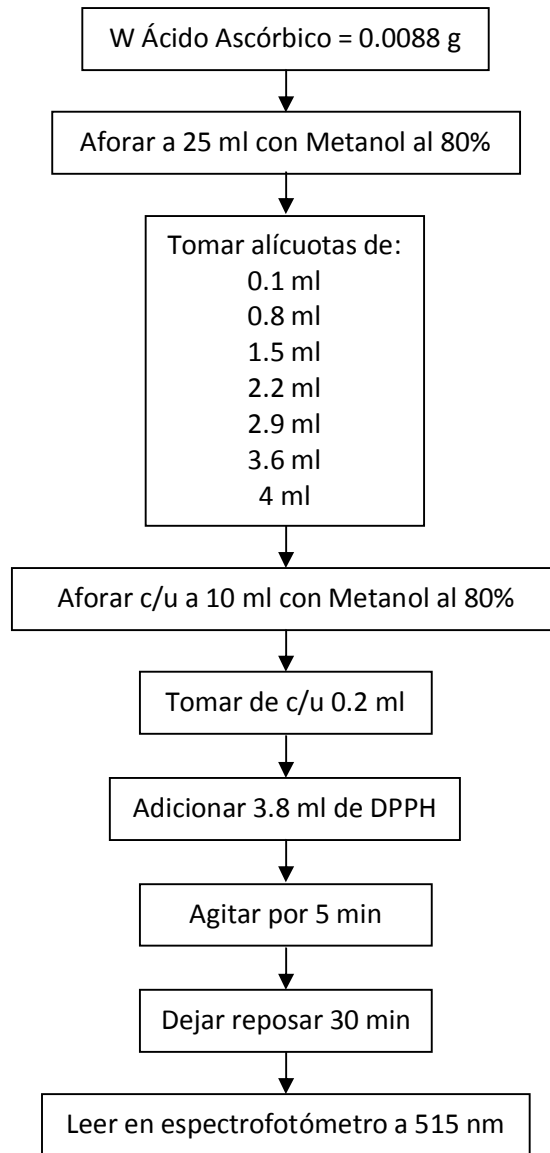


**Diagrama Nro. 1** Procedimiento para la preparación del extracto.



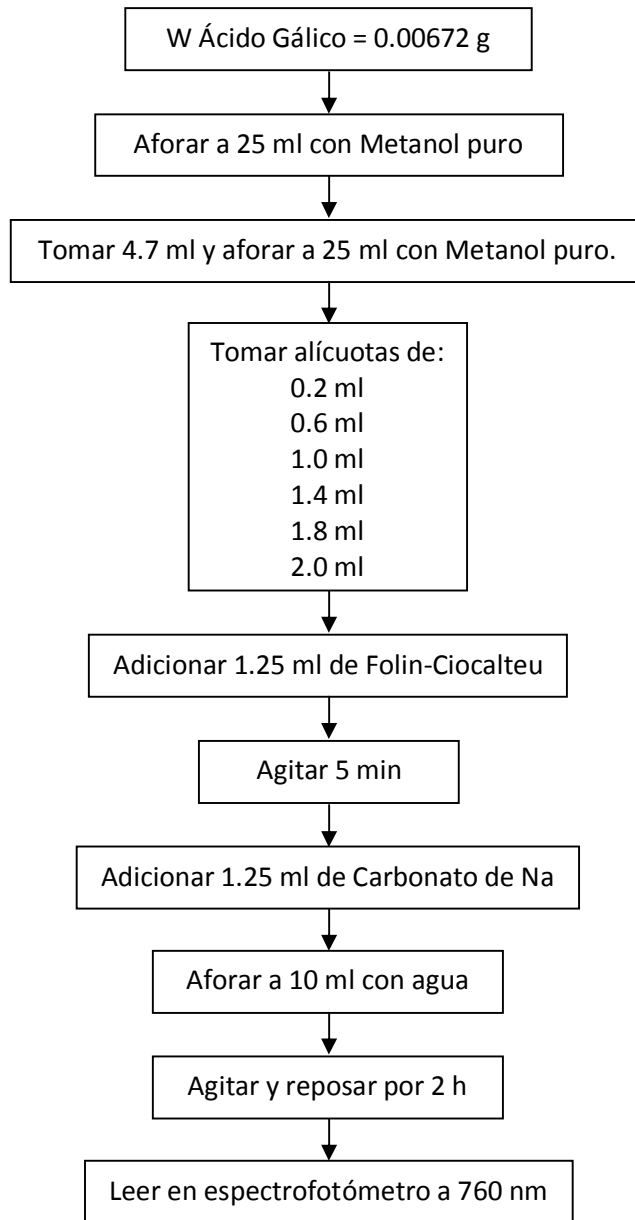


**Diagrama Nro. 2** Procedimiento para la preparación de estándares para curva de calibración para capacidad antioxidante.





**Diagrama Nro. 3** Procedimiento para la preparación de estándares para la curva de calibración en fenoles totales.





**Diagrama Nro. 4** Procedimiento para la cuantificación de capacidad antioxidante.

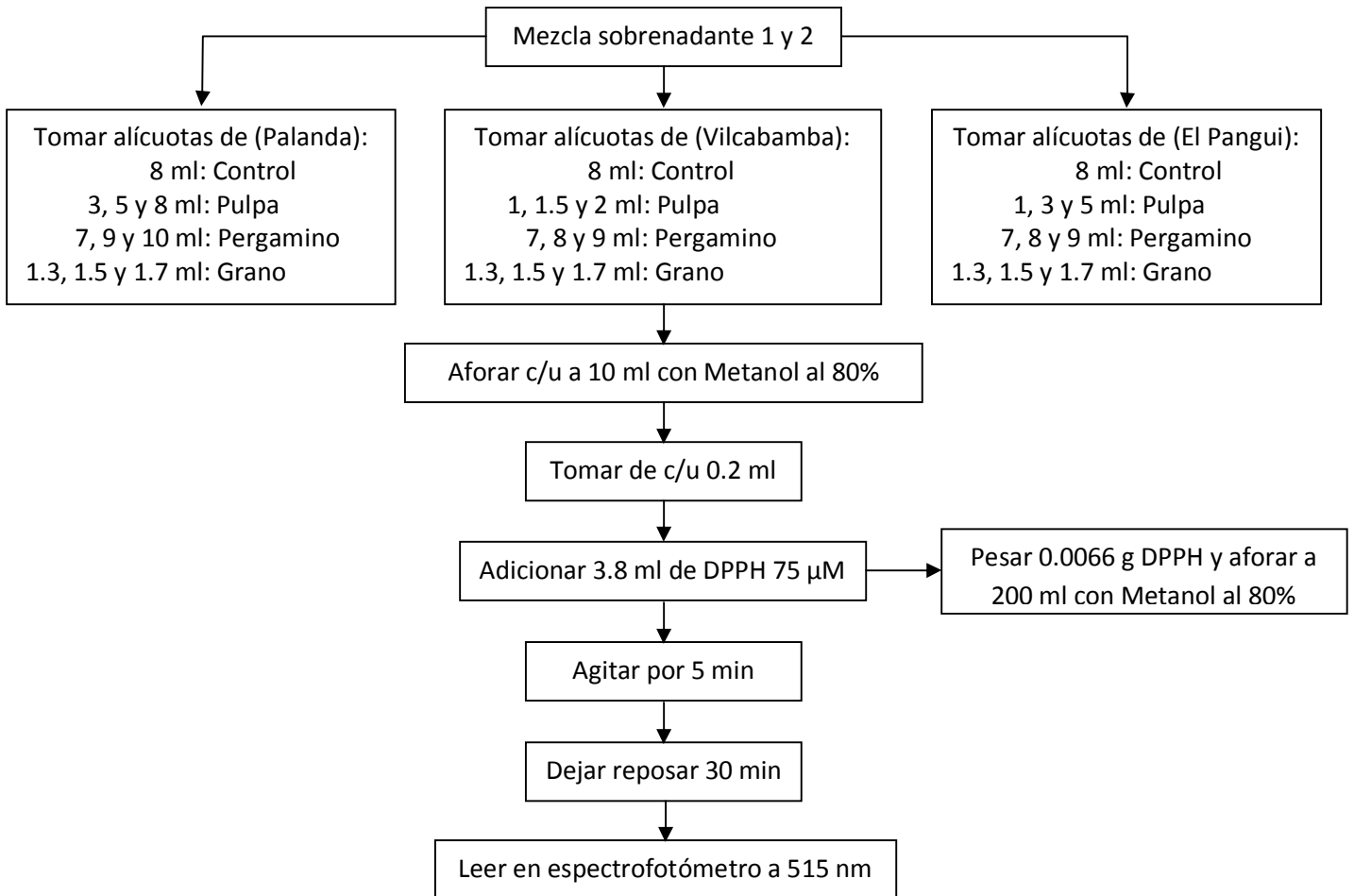
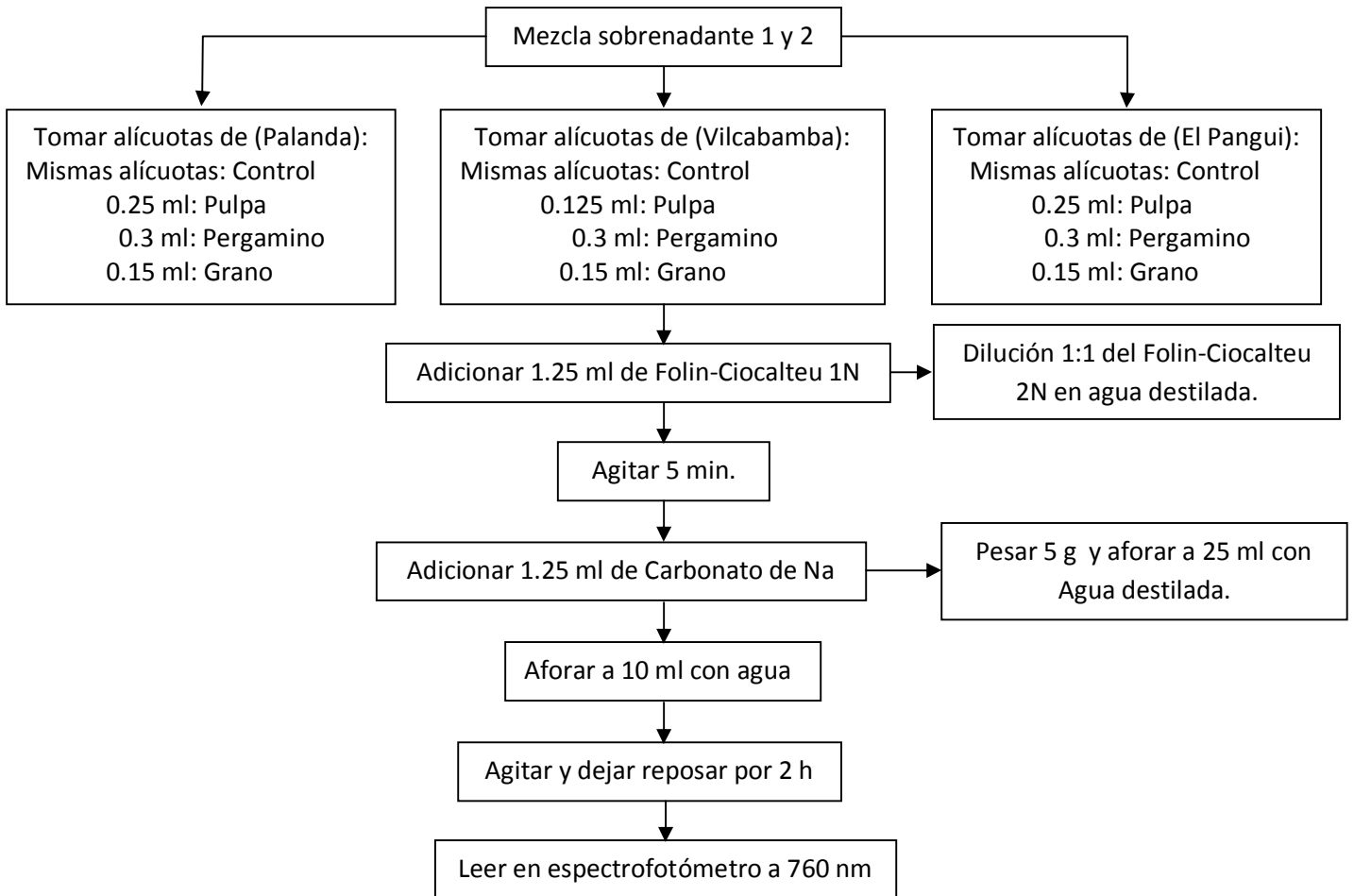






Diagrama Nro. 5 Procedimiento para la cuantificación de fenoles totales.





## **ANEXO 4.**

# **DETALLE DE RESULTADOS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y FENOLES TOTALES.**



## Determinación de la capacidad antioxidante

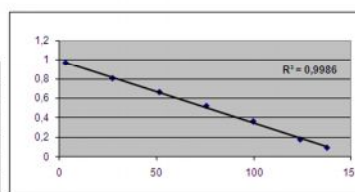
Fecha: 30/06/2009	Promedio: 13.9 g muestra b.s./g DPPH	1.0 g AA/g muestra b.s.
Lugar: Palanda	Desviación: 0.18 g muestra b.s./g DPPH	0.01 g AA/g muestra b.s.
Parte: Pulpa	%CV: 1.28 %	1.37 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.00905	0.95	25	343.90

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.991
2	0.1	9.9	10	3.4	0.968
4	0.8	9.2	10	27.5	0.805
6	1.5	8.5	10	51.6	0.663
8	2.2	7.8	10	75.7	0.522
10	2.9	7.1	10	99.7	0.365
11	3.6	6.4	10	123.8	0.182
13	4	6	10	137.6	0.098

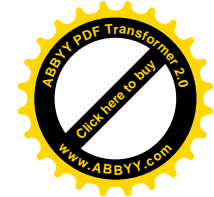
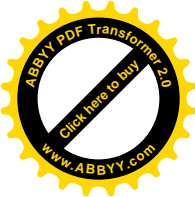
Peso Molecular AA
176.1
W DPPH (g)
0.00728
V DPPH (g)
200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	(Co) Concentración	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (uM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.5009	20	20	3	7	0.755	8.2	40	1076	10004	56808	24	14.0
				5	5	0.623		63	9988			37	
				8	2	0.441		93	9308			55	
2	0.5003	20	20	3	7	0.758	8.2	40	10594	10133	57540	24	13.7
				5	5	0.61		65	10350			38	
				8	2	0.433		95	9455			56	
3	0.5037	20	20	3	7	0.76	8	39	10410	9943	56460	23	13.8
				5	5	0.621		63	9964			37	
				8	2	0.428		95	9454			57	
4	0.5025	20	20	3	7	0.759	8.2	40	10502	10087	5766	23	13.7
				5	5	0.612		64	10251			38	
				8	2	0.431		95	9447			57	
5	0.5028	20	20	3	7	0.758	8	40	10518	10015	56870	24	13.7
				5	5	0.617		63	10089			38	
				8	2	0.43		95	9437			57	
6	0.5055	20	20	3	7	0.761	8.2	39	10351	9765	55451	23	14.1
				5	5	0.634		61	9803			36	
				8	2	0.434		94	9341			56	
7	0.5039	20	20	3	7	0.759	7.8	39	10428	10050	57089	23	13.6
				5	5	0.609		65	10259			39	
				8	2	0.426		95	9463			57	
8	0.5071	20	20	3	7	0.76	8.2	39	10363	9764	55448	23	13.9
				5	5	0.641		59	9386			35	
				8	2	0.42		97	9544			58	
9	0.507	20	20	3	7	0.761	8.1	39	10309	9776	55516	23	14.1
				5	5	0.627		62	9750			37	
				8	2	0.436		94	9270			56	
10	0.5073	20	20	3	7	0.761	8.5	39	10348	9818	55751	23	14.1
				5	5	0.629		62	9734			37	
				8	2	0.432		95	9371			56	
0	0.5069	20	20	3	7	0.759	8.2	40	10411	9847	55919	23	13.8
				5	5	0.635		61	9550			36	
				8	2	0.418		97	9581			58	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5069	0.003	20	20	8	2	0.177	126.51	0.0059	197.2



## Determinación de la capacidad antioxidante

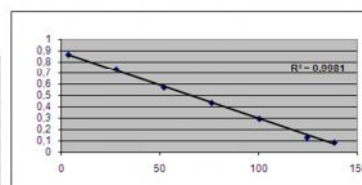
Fecha: 02/07/2009	Promedio: 75.9 g muestra b.s./g DPPH	0.2 g AA/g muestra b.s.
Lugar: Palanda	Desviación: 1.28 g muestra b.s./g DPPH	0.00 g AA/g muestra b.s.
Parte: Pergamino	%CV: 1.69 %	1.59 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.0091	0.95	25	345.80

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.899
2	0.1	9.9	10	3.5	0.861
4	0.8	9.2	10	27.7	0.732
6	1.5	8.5	10	51.9	0.569
8	2.2	7.8	10	76.1	0.433
10	2.9	7.1	10	100.3	0.294
II	3.6	6.4	10	124.5	0.13
13	4	6	10	138.3	0.088

Peso Molecular AA
176.1
W DPPH (g)
0.00682
V DPPH (g)
200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (µM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	2.032	20	20	7	3	0.569	5.6	56	1589	1637	9295	37	77.0
				9	1	0.462		76	1657			49	
				10	0	0.413		85	1665			54	
2	2.0027	20	20	7	3	0.571	5.2	56	1595	1652	9383	36	75.7
				9	1	0.456		77	1698			49	
				10	0	0.418		83	1664			54	
3	2.0034	20	20	7	3	0.567	5.2	57	1615	1680	9540	37	74.5
				9	1	0.448		78	1729			50	
				10	0	0.409		85	1696			55	
4	2.0202	20	20	7	3	0.57	5.5	56	1591	1663	9444	37	75.5
				9	1	0.453		77	1700			50	
				10	0	0.406		86	1698			55	
5	2.0133	20	20	7	3	0.569	5.5	56	1602	1623	9219	37	77.7
				9	1	0.476		73	1615			47	
				10	0	0.42		83	1653			53	
6	2.0013	20	20	7	3	0.566	5.6	57	1629	1699	9647	37	74.2
				9	1	0.449		78	1734			50	
				10	0	0.401		87	1734			55	
7	2.0191	20	20	7	3	0.572	5.1	56	1575	1607	9126	36	78.0
				9	1	0.466		75	1643			48	
				10	0	0.431		81	1603			52	
8	2.01	20	20	7	3	0.57	5.5	56	1599	1652	9379	37	76.2
				9	1	0.459		76	1685			49	
				10	0	0.416		84	1671			54	
9	2	20	20	7	3	0.567	4.7	56	1609	1654	9394	37	74.8
				9	1	0.462		75	1668			49	
				10	0	0.41		84	1666			54	
10	2.0065	20	20	7	3	0.569	5.6	56	1609	1679	9534	37	74.9
				9	1	0.455		77	1706			49	
				10	0	0.403		86	1722			55	
D	2.0101	20	20	7	3	0.568	5.5	57	1610	1664	9447	37	75.7
				9	1	0.457		77	1693			49	
				10	0	0.411		85	1668			54	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	2.0103	0.0033	20	20	8	2	0.199	116.19	0.0055	167.8



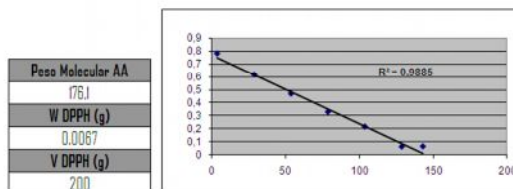
## Determinación de la capacidad antioxidante

**Fecha:** 27 de marzo de 2009      **Promedio:** 3.4 g muestra b.s./g DPPH      3.7 g AA/g muestra b.s.  
**Lugar:** Palanda      **Desviación:** 0.11 g muestra b.s./g DPPH      0.20 g AA/g muestra b.s.  
**Parte:** Grano      **%CV:** 3.35 %      5.41 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.0094	0.95	25	357.20

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.836
2	0.1	9.9	10	3.6	0.781
4	0.8	9.2	10	28.6	0.617
6	1.5	8.5	10	53.6	0.468
8	2.2	7.8	10	78.6	0.328
10	2.9	7.1	10	103.6	0.215
II	3.6	6.4	10	128.6	0.062
13	4	6	10	142.9	0.064



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (uM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.5009	20	20	1.3	8.7	0.466	10	64	39199	39378	223614	44	3.3
				1.5	8.5	0.451		67	35649			46	
				1.7	8.3	0.391		92	43268			60	
2	0.5009	20	20	1.3	8.7	0.527	10.1	51	31368	37442	212620	37	3.3
				1.5	8.5	0.424		73	38709			49	
				1.7	8.3	0.342		90	42250			59	
3	0.5032	20	20	1.3	8.7	0.573	10.2	41	25342	38492	207225	31	3.4
				1.5	8.5	0.423		73	38687			49	
				1.7	8.3	0.308		97	45449			63	
4	0.5057	20	20	1.3	8.7	0.503	10.1	56	34139	35494	201554	40	3.5
				1.5	8.5	0.471		63	33133			44	
				1.7	8.3	0.369		84	39209			56	
5	0.5018	20	20	1.3	8.7	0.507	10.2	55	33927	37768	214471	39	3.3
				1.5	8.5	0.45		67	35776			46	
				1.7	8.3	0.328		93	43602			61	
6	0.5009	20	20	1.3	8.7	0.502	10.2	56	34634	37450	212662	40	3.4
				1.5	8.5	0.467		64	33936			44	
				1.7	8.3	0.327		93	43760			61	
7	0.5014	20	20	1.3	8.7	0.464	10.2	64	39505	41540	235890	44	3.2
				1.5	8.5	0.409		76	40392			51	
				1.7	8.3	0.317		95	44723			62	
8	0.5058	20	20	1.3	8.7	0.533	10.2	50	30831	37015	210193	36	3.4
				1.5	8.5	0.442		69	36380			47	
				1.7	8.3	0.317		95	44334			62	
9	0.5045	20	20	1.3	8.7	0.539	10.2	49	29639	34152	193936	36	3.6
				1.5	8.5	0.454		66	35140			46	
				1.7	8.3	0.366		81	37678			54	
10	0.507	20	20	1.3	8.7	0.522	10.1	52	31628	35427	20177	38	3.5
				1.5	8.5	0.444		69	36033			47	
				1.7	8.3	0.374		83	38621			55	
D	0.5014	20	20	1.3	8.7	0.538	10.2	49	29951	38206	216958	36	3.3
				1.5	8.5	0.413		75	39944			51	
				1.7	8.3	0.317		95	44723			62	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5034	0.0029	20	20	8	2	0.071	132.06	0.0061	210.0



## Determinación de la capacidad antioxidante

Fecha: 15 de abril de 2009  
Lugar: Vilcabamba  
Parte: Pulpa

Promedio: 4,1 g muestra b.s./g DPPH  
Desviación: 0,26 g muestra b.s./g DPPH  
%CV: 6,42 %

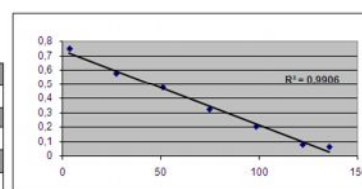
3,2 g AA/g muestra b.s.  
0,22 g AA/g muestra b.s.  
7,01 %

### Estándares

W ác. Ascórbica (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.0089	0.95	25	338.20

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.763
2	0.1	9.9	10	3.4	0.75
4	0.8	9.2	10	27.1	0.578
6	1.5	8.5	10	50.7	0.478
8	2.2	7.8	10	74.4	0.325
10	2.9	7.1	10	98.1	0.206
11	3.6	6.4	10	121.8	0.082
13	4	6	10	135.3	0.066

Peso Molecular AA	176.1
W DPPH (g)	0.00651
V DPPH (g)	200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (µM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.5018	20	20	1	9	0.589	8.1	35	28086	29787	169032	25	4.1
				1.5	8.5	0.478		54	2879			37	
				2	8	0.345		81	32495			55	
2	0.503	20	20	1	9	0.557	8.2	38	29994	28803	163562	27	4.5
				1.5	8.5	0.498		50	26461			35	
				2	8	0.375		75	29955			51	
3	0.5035	20	20	1	9	0.566	8.1	36	28455	29354	166689	26	4.3
				1.5	8.5	0.476		54	28812			38	
				2	8	0.364		78	30795			52	
4	0.5034	20	20	1	9	0.544	8.1	40	32070	31456	178627	29	4.3
				1.5	8.5	0.444		61	32318			42	
				2	8	0.374		75	29981			51	
5	0.502	20	20	1	9	0.561	8.1	37	29383	30913	175544	26	4.0
				1.5	8.5	0.468		56	29776			39	
				2	8	0.331		84	33602			57	
6	0.503	20	20	1	9	0.525	8.3	44	35292	33333	189282	31	4.2
				1.5	8.5	0.42		66	35047			45	
				2	8	0.379		75	29659			50	
7	0.5027	20	20	1	9	0.548	8	39	31423	30481	173090	28	4.3
				1.5	8.5	0.471		55	29374			38	
				2	8	0.366		77	30646			52	
8	0.5002	20	20	1	9	0.528	8.2	44	34955	34291	194723	31	3.8
				1.5	8.5	0.437		63	33331			43	
				2	8	0.321		86	34586			58	
9	0.5014	20	20	1	9	0.518	8.2	46	36520	35519	201697	32	3.7
				1.5	8.5	0.417		87	35450			45	
				2	8	0.32		87	34586			58	
10	0.5028	20	20	1	9	0.544	8.1	40	32108	34122	193785	29	3.7
				1.5	8.5	0.426		65	34328			44	
				2	8	0.302		90	35930			60	
0	0.5047	20	20	1	9	0.569	8.1	35	27896	31557	179200	25	3.9
				1.5	8.5	0.439		62	32780			42	
				2	8	0.324		86	33995			58	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbica (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5025	0.0034	20	20	8	2	0.089	123.43	0.0058	169.6

## Determinación de la capacidad antioxidante

Fecha: 16 de abril de 2009  
Lugar: Vilcabamba  
Parte: Pergamino

Promedio: 73.9 g muestra b.s./g DPPH  
Desviación: 1.58 g muestra b.s./g DPPH  
%CV: 2.14 %

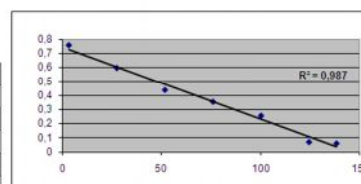
0.1 g AA/g muestra b.s.  
0.01 g AA/g muestra b.s.  
5.88 %

### Estándares

W ác. Ascórbica (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.0091	0.95	25	345.80

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.807
2	0.1	9.9	10	3.5	0.758
4	0.8	9.2	10	27.7	0.598
6	1.5	8.5	10	51.9	0.439
8	2.2	7.8	10	76.1	0.356
10	2.9	7.1	10	100.3	0.258
11	3.6	6.4	10	124.5	0.073
13	4	6	10	138.3	0.064

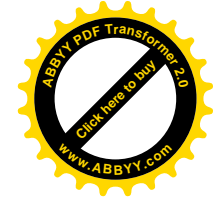
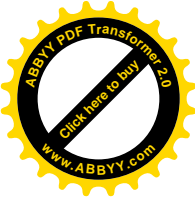
Peso Molecular AA	176.1
W DPPH (g)	0.0066
V DPPH (g)	200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (uM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1g de estándar
		Metanol	Acetona										
1	2.0091	20	20	7	3	0.521	5.6	47	1326	1467	8333	35	75.1
				8	2	0.463		59	1457			43	
				9	1	0.392		73	1619			51	
2	2.0352	20	20	7	3	0.552	5.4	40	1127	1377	7819	32	75.7
				8	2	0.471		57	1395			42	
				9	1	0.389		74	1608			52	
3	2.0361	20	20	7	3	0.559	5.3	39	1085	1365	7749	31	75.1
				8	2	0.478		55	1358			41	
				9	1	0.379		76	1651			53	
4	2.0023	20	20	7	3	0.513	5.8	48	1380	1551	8809	36	73.5
				8	2	0.429		66	1641			47	
				9	1	0.391		74	1633			52	
5	2.0012	20	20	7	3	0.502	5.7	51	1444	1596	9060	38	72.5
				8	2	0.418		68	1697			48	
				9	1	0.388		74	1646			52	
6	2.0076	20	20	7	3	0.511	5.6	49	1385	1565	8884	37	73.0
				8	2	0.421		67	1674			48	
				9	1	0.389		74	1634			52	
7	2.012	20	20	7	3	0.522	5.1	46	1311	1513	8594	35	73.4
				8	2	0.429		65	1621			47	
				9	1	0.392		73	1608			51	
8	2.0053	20	20	7	3	0.503	5.5	50	1433	1621	9205	38	70.9
				8	2	0.415		68	1705			49	
				9	1	0.369		78	1725			54	
9	2.0096	20	20	7	3	0.518	4.8	47	1332	1515	8602	36	73.1
				8	2	0.431		65	1608			47	
				9	1	0.392		73	1605			51	
10	2.0192	20	20	7	3	0.533	5.6	44	1249	1414	8029	34	76.2
				8	2	0.472		57	1404			42	
				9	1	0.397		72	1588			51	
D	2.0031	20	20	7	3	0.529	4.8	45	1272	1431	8126	34	74.7
				8	2	0.468		57	1424			42	
				9	1	0.395		72	1597			51	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbica (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
I	2.0062	0.0031	20	20	8	2	0.355	76.29	0.0036	115.3



## Determinación de la capacidad antioxidante

Fecha: 29 de abril de 2009  
Lugar: Vilcabamba  
Parte: Grano

Promedio: 3.0 g muestra b.s./g DPPH  
Desviación: 0.05 g muestra b.s./g DPPH  
%CV: 1.78 %

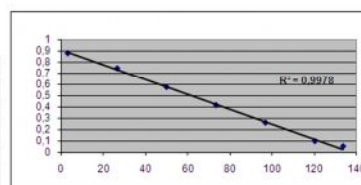
4.6 g AA/g muestra b.s.  
0.09 g AA/g muestra b.s.  
1.66 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.00877	0.95	25	333.26

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.901
2	0.1	9.9	10	3.3	0.881
4	0.8	9.2	10	26.7	0.746
6	1.5	8.5	10	50.0	0.575
8	2.2	7.8	10	73.3	0.415
10	2.9	7.1	10	96.6	0.26
11	3.6	6.4	10	120.0	0.097
13	4	6	10	133.3	0.052

Peso Molecular AA	176.1
W DPPH (g)	0.0067
V DPPH (g)	200

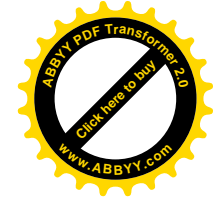
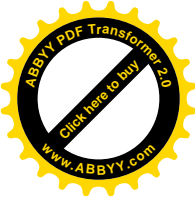


### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (µM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.5024	20	20	1.3	8.7	0.478	10	72	44204	45152	256400	47	3.0
				1.5	8.5	0.406		84	44748			55	
				1.7	8.3	0.317		99	46505			65	
2	0.5033	20	20	1.3	8.7	0.482	10.1	72	43761	44966	255346	47	3.0
				1.5	8.5	0.411		84	44271			54	
				1.7	8.3	0.312		100	46867			65	
3	0.5033	20	20	1.3	8.7	0.479	10.2	72	44120	45493	258338	47	3.0
				1.5	8.5	0.402		85	45125			55	
				1.7	8.3	0.308		101	47235			66	
4	0.5026	20	20	1.3	8.7	0.466	10.1	74	45474	46906	266360	48	2.9
				1.5	8.5	0.378		89	47285			58	
				1.7	8.3	0.299		102	47959			67	
5	0.503	20	20	1.3	8.7	0.48	10.2	72	44043	45479	258256	47	3.0
				1.5	8.5	0.404		85	44973			55	
				1.7	8.3	0.306		101	47421			66	
6	0.5039	20	20	1.3	8.7	0.487	10.2	71	43243	44961	255315	46	3.1
				1.5	8.5	0.4		86	45250			56	
				1.7	8.3	0.318		99	46391			65	
7	0.5017	20	20	1.3	8.7	0.458	10.2	76	46435	47253	268333	49	2.9
				1.5	8.5	0.389		87	46435			57	
				1.7	8.3	0.289		104	48890			68	
8	0.5032	20	20	1.3	8.7	0.478	10.2	72	44232	45335	257439	47	3.0
				1.5	8.5	0.407		84	44686			55	
				1.7	8.3	0.31		101	47067			66	
9	0.5041	20	20	1.3	8.7	0.483	10.2	71	43638	45235	256869	46	3.0
				1.5	8.5	0.401		85	45143			55	
				1.7	8.3	0.311		101	46924			65	
10	0.5017	20	20	1.3	8.7	0.46	10.1	75	46176	46961	266675	49	2.9
				1.5	8.5	0.385		88	46742			57	
				1.7	8.3	0.3		102	47966			67	
0	0.5013	20	20	1.3	8.7	0.48	10.1	72	44143	45612	259014	47	3.0
				1.5	8.5	0.403		85	45165			55	
				1.7	8.3	0.306		101	47529			66	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5019	0.0034	20	20	8	2	0.067	127.27	0.0059	172.3





## Determinación de la capacidad antioxidante

Fecha: 01/07/2009  
Lugar: El pangui  
Parte: Pulpa

Promedio: 10.3 g muestra b.s./g DPPH  
Desviación: 0.18 g muestra b.s./g DPPH  
%CV: 1.76 %

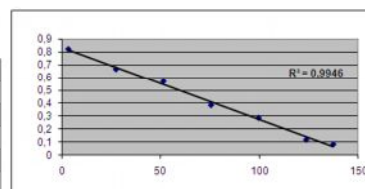
0.9 g AA/g muestra b.s.  
0.03 g AA/g muestra b.s.  
3.07 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.00902	0.95	25	342.76

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.883
2	0.1	9.9	10	3.4	0.822
4	0.8	9.2	10	27.4	0.667
6	1.5	8.5	10	51.4	0.571
8	2.2	7.8	10	75.4	0.386
10	2.9	7.1	10	99.4	0.288
11	3.6	6.4	10	123.4	0.12
13	4	6	10	137.1	0.085

Peso Molecular AA	176.1
W DPPH (g)	0.00672
V DPPH (g)	200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (µM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.5044	20	20	1	9	0.813	8	4	3337	8827	50123	8	10.5
				3	7	0.625		41	10739			29	
				5	5	0.431		78	12404			51	
2	0.5063	20	20	1	9	0.821	8	3	2100	8317	47231	7	10.5
				3	7	0.632		39	10342			28	
				5	5	0.426		79	12511			52	
3	0.5005	20	20	1	9	0.818	8	3	2588	8479	48150	7	10.3
				3	7	0.642		37	9946			27	
				5	5	0.418		81	12903			53	
4	0.501	20	20	1	9	0.816	8	4	2895	9010	5166	8	10.0
				3	7	0.622		41	10967			30	
				5	5	0.409		82	13169			54	
5	0.5038	20	20	1	9	0.832	8	1	418	8178	46437	6	10.1
				3	7	0.618		42	11111			30	
				5	5	0.412		82	13004			53	
6	0.5013	20	20	1	9	0.814	8	4	3203	8960	50882	8	10.3
				3	7	0.624		41	10857			29	
				5	5	0.42		80	12821			52	
7	0.5038	20	20	1	9	0.819	8	3	2418	8547	48533	7	10.3
				3	7	0.633		39	10342			28	
				5	5	0.416		81	12880			53	
8	0.5057	20	20	1	9	0.822	8	2	1949	8542	48506	7	10.3
				3	7	0.62		42	10967			30	
				5	5	0.42		80	12710			52	
9	0.5032	20	20	1	9	0.822	8	2	1959	8855	50282	7	9.9
				3	7	0.615		43	11278			30	
				5	5	0.402		84	13327			54	
10	0.5016	20	20	1	9	0.816	8.1	4	2895	8721	49521	8	10.4
				3	7	0.631		40	10502			29	
				5	5	0.422		80	12765			52	
0	0.5021	20	20	1	9	0.821	8	3	2117	8528	48425	7	10.3
				3	7	0.628		40	10634			29	
				5	5	0.419		81	12831			53	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5009	0.0033	20	20	8	2	0.096	131.66	0.0062	187.4

## Determinación de la capacidad antioxidante

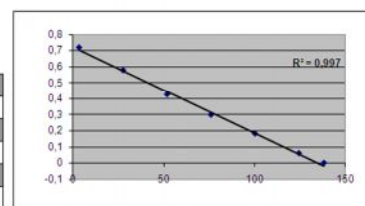
Fecha: 26 de mayo de 2009 Promedio: 69.9 g muestra 0.2 g AA/g  
Lugar: El Pangui Desviación: 1.45 g muestra 0.00 g AA/g  
Parte: Pergamino %CV: 2.1 % 2.14 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.00908	0.95	25	345.04

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.737
2	0.1	9.9	10	3.5	0.719
4	0.8	9.2	10	27.6	0.578
6	1.5	8.5	10	51.8	0.425
8	2.2	7.8	10	75.9	0.298
10	2.9	7.1	10	100.1	0.181
11	3.6	6.4	10	124.2	0.06
13	4	6	10	138.0	0.06

Peso Molecular AA	176.1
W DPPH (g)	0.00658
V DPPH (g)	200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Humedad (%)	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (µM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	2.0059	20	20	7	3	0.437	5	56	1583	1667	9467	41	68.7
				8	2	0.378		67	1669			49	
				9	1	0.316		79	1749			57	
2	2.0448	20	20	7	3	0.428	5	57	1602	1648	9357	42	69.9
				8	2	0.376		67	1647			49	
				9	1	0.321		78	1695			56	
3	2.0226	20	20	7	3	0.429	5	57	1614	1631	9262	47	70.6
				8	2	0.367		65	1613			47	
				9	1	0.332		76	1667			55	
4	2.0485	20	20	7	3	0.433	5	56	1572	1607	9127	41	71.4
				8	2	0.388		65	1587			47	
				9	1	0.328		77	1662			55	
5	2.0335	20	20	7	3	0.429	5	57	1605	1664	9452	42	69.1
				8	2	0.379		67	1642			49	
				9	1	0.311		80	1746			58	
6	2.0692	20	20	7	3	0.431	5	57	1587	1587	9015	42	72.7
				8	2	0.382		66	1600			48	
				9	1	0.34		74	1596			54	
7	2.0659	20	20	7	3	0.438	5	55	1532	1610	9144	41	71.2
				8	2	0.377		67	1625			49	
				9	1	0.322		78	1673			56	
8	2.0311	20	20	7	3	0.428	5	57	1613	1669	9480	42	69.1
				8	2	0.372		68	1677			50	
				9	1	0.316		79	1719			57	
9	2.0092	20	20	7	3	0.429	5	57	1625	1696	9631	42	68.1
				8	2	0.363		70	1739			51	
				9	1	0.321		78	1725			56	
10	2.0128	20	20	7	3	0.426	5	58	1638	1692	9609	42	68.3
				8	2	0.366		69	1721			50	
				9	1	0.322		78	1717			56	
0	2.0186	20	20	7	3	0.428	5	57	1623	1654	9394	42	69.9
				8	2	0.372		68	1687			50	
				9	1	0.336		75	1653			54	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	2.0077	0.0031	20	20	8	2	0.213	93.86	0.0044	143.4

## Determinación de la capacidad antioxidante

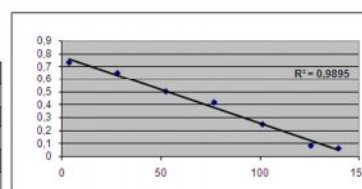
Fecha: 27 de mayo de 2009 Promedio: 3.3 g muestra b.s./g DPPH 4.5 g AA/g muestra b.s.  
Lugar: El pangui Desviación: 0.01 g muestra b.s./g DPPH 0.02 g AA/g muestra b.s.  
Parte: Grano %CV: 0.4 % 0.52 %

### Estándares

W ác. Ascórbico (g)	Pureza	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)
0.00916	0.95	25	348.84

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V MeOH 80% (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	10	10	0.0	0.768
2	0.1	9.9	10	3.5	0.736
4	0.8	9.2	10	27.9	0.654
6	1.5	8.5	10	52.3	0.505
8	2.2	7.8	10	76.7	0.421
10	2.9	7.1	10	101.2	0.251
11	3.6	6.4	10	125.6	0.086
13	4	6	10	139.5	0.065

Peso Molecul AA
176.1
W DPPH (g)
0.0066
V DPPH (g)
200



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		V Extracto (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	%H	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)	Concentración media (ppm)	Concentración media (uM)	% Inhibición	g de muestra para inhibir 1 g de DPPH
		Metanol	Acetona										
1	0.502	20	20	1.3	8.7	0.442	9.5	72	44002	45351	257530	42	3.3
				1.5	8.5	0.386		84	44426			50	
				1.7	8.3	0.301		102	47625			61	
2	0.5036	20	20	1.3	8.7	0.439	9.5	72	44250	45338	257458	43	3.3
				1.5	8.5	0.378		85	45181			51	
				1.7	8.3	0.31		100	46584			60	
3	0.5011	20	20	1.3	8.7	0.447	9.5	71	43432	45168	256488	42	3.3
				1.5	8.5	0.382		84	44956			50	
				1.7	8.3	0.307		100	4715			60	
4	0.5004	20	20	1.3	8.7	0.451	9.8	70	43115	45387	257733	41	3.3
				1.5	8.5	0.379		85	45508			51	
				1.7	8.3	0.305		101	47537			60	
5	0.5016	20	20	1.3	8.7	0.432	9.5	74	45334	45626	259090	44	3.3
				1.5	8.5	0.385		84	44574			50	
				1.7	8.3	0.308		100	46969			60	
6	0.5018	20	20	1.3	8.7	0.447	9.6	71	43419	45064	255900	42	3.3
				1.5	8.5	0.38		85	45168			51	
				1.7	8.3	0.312		99	46605			59	
7	0.5038	20	20	1.3	8.7	0.448	9.4	70	43022	44813	254476	42	3.3
				1.5	8.5	0.379		85	45001			51	
				1.7	8.3	0.311		99	46416			60	
8	0.5037	20	20	1.3	8.7	0.451	9.6	70	42738	44853	254705	41	3.3
				1.5	8.5	0.38		85	44998			51	
				1.7	8.3	0.308		100	46825			60	
9	0.5009	20	20	1.3	8.7	0.449	9.5	70	43189	45194	256638	42	3.3
				1.5	8.5	0.383		84	44862			50	
				1.7	8.3	0.303		101	47531			61	
10	0.5024	20	20	1.3	8.7	0.448	9.5	71	43190	45285	257654	42	3.3
				1.5	8.5	0.379		85	45177			51	
				1.7	8.3	0.302		101	47488			61	
0	0.503	20	20	1.3	8.7	0.445	9.5	71	43527	45125	256246	42	3.3
				1.5	8.5	0.38		85	45011			51	
				1.7	8.3	0.308		100	46838			60	

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. Ascórbico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	V MeOH 80% (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5006	0.0033	20	20	8	2	0.088	132.72	0.0062	186.7

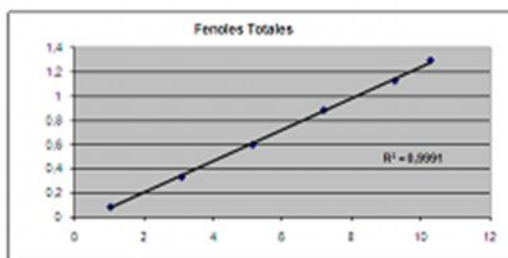
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 30/06/2009      Promedio: 16625      166 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: Palanda      Desviación: 175      0.02 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Pulpa      %CV: 1      1 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre (ppm)	V <sub>me</sub> (ml)	V <sub>i</sub> (ml)	Concentración Sol. trabajo (ppm)
0.00689	0.99	25	272.84	4.7	25	51.29

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.057
2	0.2	7.3	10	1.03	0.144
4	0.6	6.9	10	3.08	0.392
6	1	6.5	10	5.13	0.658
8	1.4	6.1	10	7.18	0.943
10	1.8	5.7	10	9.23	1.188
11	2	5.5	10	10.28	1.354

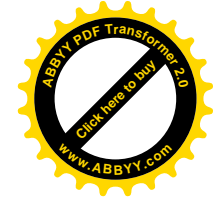
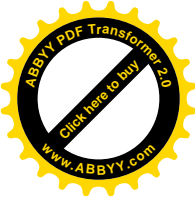


### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	0.5009	20	20	0.25	7.25	0.643	5.34	17049
○ 2	0.5003	20	20	0.25	7.25	0.632	5.25	16776
○ 3	0.5037	20	20	0.25	7.25	0.628	5.20	16521
○ 4	0.5025	20	20	0.25	7.25	0.626	5.20	16543
○ 5	0.5028	20	20	0.25	7.25	0.635	5.26	16736
○ 6	0.5055	20	20	0.25	7.25	0.633	5.25	16630
○ 7	0.5039	20	20	0.25	7.25	0.63	5.21	16531
● 8	0.507	20	20	0.25	7.25	0.632	5.25	16551
○ 9	0.507	20	20	0.25	7.25	0.628	5.21	16431
○ 10	0.5073	20	20	0.25	7.25	0.633	5.27	16625
0	0.5069	20	20	0.25	7.25	0.629	5.22	16479
0				0.25	7.25	0.052		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.504	0.008	20	20	0.25	7.25	1123	8.58	0.0054	67.3





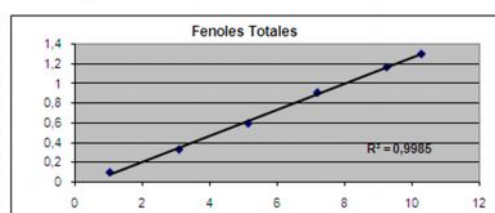
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 02/07/2009      Promedio: 3087      0,31 g eqv. ácido gálico / 100 g  
 Lugar: Palanda      Desviación: 35      0,00 g eqv. ácido gálico / 100 g  
 Parte: Pergamino      %CV: 1      1 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.00669	0.99	25	272.84	4.7	25	51.29

Estándar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.056
2	0.2	7.3	10	1.03	0.161
4	0.6	6.9	10	3.08	0.352
6	1	6.5	10	5.13	0.654
8	1.4	6.1	10	7.19	0.966
10	1.8	5.7	10	9.23	1.222
11	2	5.5	10	10.26	1.355



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	2.032	20	20	0.3	7.2	0.602	4.78	3136
○ 2	2.0027	20	20	0.3	7.2	0.589	4.66	3099
○ 3	2.0034	20	20	0.3	7.2	0.586	4.64	3085
● 4	2.0202	20	20	0.3	7.2	0.578	4.58	3024
○ 5	2.0133	20	20	0.3	7.2	0.582	4.61	3055
○ 6	2.0013	20	20	0.3	7.2	0.593	4.71	3136
○ 7	2.0191	20	20	0.3	7.2	0.588	4.64	3066
○ 8	2.01	20	20	0.3	7.2	0.591	4.66	3109
○ 9	2	20	20	0.3	7.2	0.59	4.64	3093
○ 10	2.0065	20	20	0.3	7.2	0.588	4.67	3101
0	2.0101	20	20	0.3	7.2	0.59	4.60	3050
8				0.3	7.2	0.06		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	2.0432	0.0084	20	20	0.3	7.2	1.22	8.47	0.0051	60.9

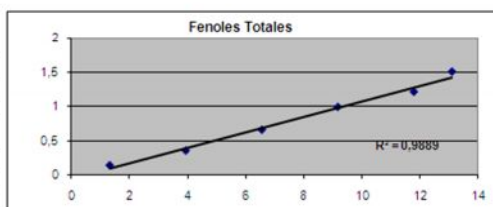
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 27 de marzo de 2009      Promedio: 54068      5.41 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: Palanda      Desviación: 3392      0.34 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Café verde      %CV: 6      6 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.0093	0.99	25	349.48	4.7	25	65.51

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.048
2	0.2	7.3	10	1.31	0.145
4	0.6	6.9	10	3.93	0.397
6	1	6.5	10	6.55	0.658
8	1.4	6.1	10	9.17	0.99
10	1.8	5.7	10	11.79	1.208
11	2	5.5	10	13.10	1.5



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	0.5009	20	20	0.15	7.35	1.065	11.01	59634
○ 2	0.5006	20	20	0.15	7.35	0.95	9.89	52648
○ 3	0.5032	20	20	0.15	7.35	0.958	9.99	52885
○ 4	0.5057	20	20	0.15	7.35	1.008	10.46	55171
○ 5	0.5016	20	20	0.15	7.35	1.117	11.55	61394
● 6	0.5009	20	20	0.15	7.35	0.999	10.29	54761
○ 7	0.5014	20	20	0.15	7.35	0.978	10.18	54127
○ 8	0.5058	20	20	0.15	7.35	0.918	9.59	50526
○ 9	0.5045	20	20	0.15	7.35	0.947	9.87	52173
○ 10	0.507	20	20	0.15	7.35	0.911	9.50	49987
0	0.5014	20	20	0.15	7.35	0.946	9.86	52443
8				0.15	7.35	0.06		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	% recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5005	0.0096	20	20	0.15	7.35	1.468	13.48	0.0096	99.7

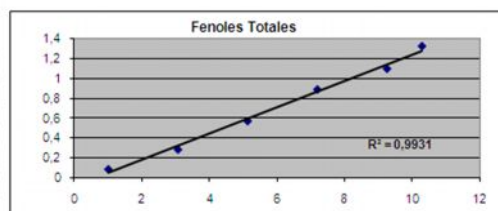
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 15 de abril de 2009      Promedio: 45806      4,58 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: Vilcabamba      Desviación: 1308      0,13 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Pulpa      %CV: 3 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.0066	0.99	26	273.24	4.7	26	51.37

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.052
2	0.2	7.3	10	1.03	0.145
4	0.6	6.9	10	3.09	0.341
6	1	6.5	10	5.14	0.626
8	1.4	6.1	10	7.19	0.941
10	1.8	5.7	10	9.25	1.148
11	2	5.5	10	10.27	1.373



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
1	0.5013	20	20	0.125	7.375	0.866	7.33	46766
2	0.5003	20	20	0.125	7.375	0.822	6.97	44353
3	0.5035	20	20	0.125	7.375	0.886	7.46	47607
4	0.5034	20	20	0.125	7.375	0.86	7.29	46257
5	0.502	20	20	0.125	7.375	0.829	7.02	44760
6	0.503	20	20	0.125	7.375	0.828	7.03	44716
7	0.5027	20	20	0.125	7.375	0.817	6.92	44022
8	0.5002	20	20	0.125	7.375	0.87	7.37	47131
9	0.5014	20	20	0.125	7.375	0.856	7.25	46292
10	0.5028	20	20	0.125	7.375	0.83	7.03	44741
0	0.5047	20	20	0.125	7.375	0.881	7.45	47233
8				0.125	7.375	0.859		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5014	0.008	20	20	0.125	7.375	0.992	7.61	0.0005	6.0

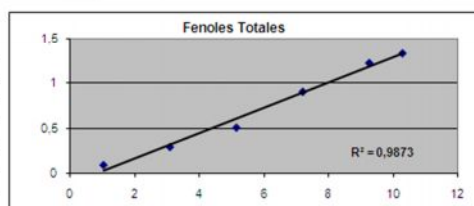
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 16/04/2009 Promedio: 3461 0,35 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: Vilcabamba Desviación: 118 0,01 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Pergamino %CV: 3 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.0066	0.99	25	273.24	4.7	25	51.37

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.051
2	0.2	7.3	10	1.03	0.144
4	0.6	6.9	10	3.09	0.244
6	1	6.5	10	5.14	0.559
8	1.4	6.1	10	7.19	0.959
10	1.8	5.7	10	9.25	1.277
11	2	5.5	10	10.27	1.395



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	2.0091	20	20	0.3	7.2	0.579	4.77	3165
○ 2	2.0352	20	20	0.3	7.2	0.635	5.19	3399
○ 3	2.0361	20	20	0.3	7.2	0.635	5.19	3399
○ 4	2.0023	20	20	0.3	7.2	0.664	5.43	3615
○ 5	2.0012	20	20	0.3	7.2	0.632	5.19	3452
○ 6	2.0076	20	20	0.3	7.2	0.639	5.23	3472
○ 7	2.012	20	20	0.3	7.2	0.649	5.29	3486
○ 8	2.0053	20	20	0.3	7.2	0.645	5.27	3503
● 9	2.0096	20	20	0.3	7.2	0.647	5.24	3479
○ 10	2.0192	20	20	0.3	7.2	0.669	5.37	3547
0	2.0031	20	20	0.3	7.2	0.656	5.34	3554
8				0.3	7.2	0.061		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	2.0061	0.0031	20	20	0.3	7.2	1.035	8.10	0.0038	47.2



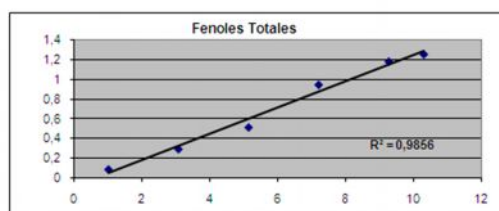
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 29 de abril de 2009      Promedio: 45235      4.52 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: Vilcabamba      Desviación: 184      0.02 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Grano      %CV: 0 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.0069	0.99	25	273.24	4.7	25	51.37

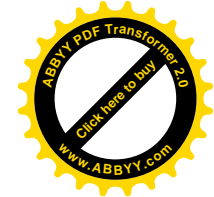
Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.052
2	0.2	7.3	10	1.03	0.144
4	0.6	6.9	10	3.08	0.349
6	1	6.5	10	5.14	0.569
8	1.4	6.1	10	7.19	0.939
10	1.8	5.7	10	9.25	1.233
11	2	5.5	10	10.27	1.306



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	0.5024	20	20	0.15	7.35	0.931	3.48	44906
● 2	0.5033	20	20	0.15	7.35	0.942	3.56	45361
○ 3	0.5033	20	20	0.15	7.35	0.94	3.55	45323
○ 4	0.5026	20	20	0.15	7.35	0.937	3.52	45204
○ 5	0.503	20	20	0.15	7.35	0.934	3.50	45085
○ 6	0.5035	20	20	0.15	7.35	0.944	3.59	45446
○ 7	0.5017	20	20	0.15	7.35	0.931	3.49	45069
○ 8	0.5032	20	20	0.15	7.35	0.937	3.53	45200
○ 9	0.5041	20	20	0.15	7.35	0.946	3.60	45516
○ 10	0.5017	20	20	0.15	7.35	0.933	3.49	45103
○	0.5013	20	20	0.15	7.35	0.939	3.53	45365
8				0.15	7.35			

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alicuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5005	0.009	20	20	0.15	7.35	1.39	10.97	0.0066	82.0



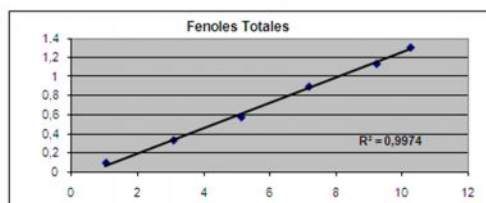
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 01/07/2009	Promedio: 19464	1,95 g eqv. ácido gálico / 100 g
Lugar: El pangui	Desviación: 139	0,01 g eqv. ácido gálico / 100 g
Parte: Pulpa	%CV: 1	1 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.00699	0.99	25	272.94	4.7	25	51.29

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.056
2	0.2	7.3	10	1.09	0.152
4	0.6	6.9	10	3.09	0.309
6	1	6.5	10	5.13	0.631
8	1.4	6.1	10	7.19	0.952
10	1.8	5.7	10	9.23	1.191
11	2	5.5	10	10.26	1.362



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	0.5044	20	20	0.25	7.25	0.691	6.15	15522
○ 2	0.5063	20	20	0.25	7.25	0.675	6.10	15292
○ 3	0.5005	20	20	0.25	7.25	0.678	6.13	15595
○ 4	0.501	20	20	0.25	7.25	0.677	6.12	15549
○ 5	0.5039	20	20	0.25	7.25	0.676	6.11	15414
○ 6	0.5013	20	20	0.25	7.25	0.669	6.06	15326
○ 7	0.5038	20	20	0.25	7.25	0.679	6.13	15467
○ 8	0.5057	20	20	0.25	7.25	0.694	6.18	15551
● 9	0.5032	20	20	0.25	7.25	0.667	6.04	15201
○ 10	0.5016	20	20	0.25	7.25	0.677	6.13	15547
0	0.5021	20	20	0.25	7.25	0.692	6.16	15639
8				0.25	7.25			

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5018	0.0033	20	20	0.25	7.25	1.063	8.57	0.0041	123.6

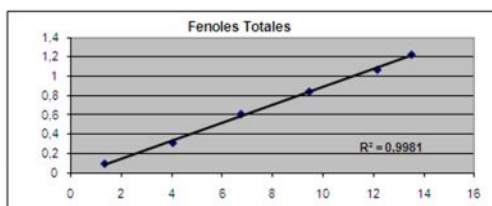
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 26 de mayo de 2009 Promedio: 4776 0.48 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Lugar: El Pangui Desviación: 62 0.01 g eqv. ácido gálico / 100 g  
Parte: Pergamino %CV: 1 1 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.00500	0.99	25	356.57	4.7	25	67.50

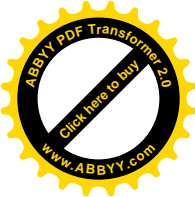
Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.044
2	0.2	7.3	10	1.35	0.141
4	0.6	6.9	10	4.06	0.356
6	1	6.5	10	6.76	0.654
8	1.4	6.1	10	9.46	0.896
10	1.8	5.7	10	12.17	1.112
11	2	5.5	10	13.52	1.268



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
○ 1	2.0059	20	20	0.3	7.2	0.648	7.20	4783
○ 2	2.0448	20	20	0.3	7.2	0.654	7.26	4736
● 3	2.0226	20	20	0.3	7.2	0.656	7.29	4809
○ 4	2.0485	20	20	0.3	7.2	0.648	7.21	4691
○ 5	2.0395	20	20	0.3	7.2	0.658	7.31	4792
○ 6	2.0692	20	20	0.3	7.2	0.657	7.30	4702
○ 7	2.0659	20	20	0.3	7.2	0.654	7.26	4688
○ 8	2.0311	20	20	0.3	7.2	0.661	7.34	4821
○ 9	2.0082	20	20	0.3	7.2	0.655	7.27	4828
○ 10	2.0129	20	20	0.3	7.2	0.661	7.34	4864
○	2.0186	20	20	0.3	7.2	0.658	7.31	4828
○				0.3	7.2	0.658		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	2.0067	0.0054	20	20	0.3	7.2	1.103	11.76	0.0050	71.9



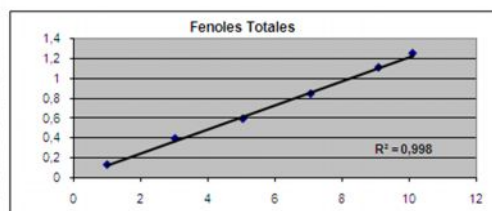
## Cuantificación de fenoles

Fecha: 27 de mayo de 2009      Promedio: 42012      4.20 g eqv. ácido gálico / 100 g  
 Lugar: El pangui      Desviación: 332      0.03 g eqv. ácido gálico / 100 g  
 Parte: Grano      %CV: 1      1 %

### Estándares

W ác. Gálico (g)	Pureza ac. Gálico	Volumen (ml)	Concentración Sol. madre	Vmr (ml)	Vi (ml)	Concentración Sol. trabajo
0.00679	0.99	25	269.88	4.7	25	50.55

Estandar	V Sol. trabajo (ml)	V agua (ml)	V std (ml)	C std (ppm)	Señal
1	0	7.5	10	0	0.046
2	0.2	7.3	10	1.01	0.178
4	0.6	6.9	10	3.03	0.441
6	1	6.5	10	5.06	0.64
8	1.4	6.1	10	7.08	0.892
10	1.8	5.7	10	9.10	1.156
11	2	5.5	10	10.11	1.269



### Muestras

Muestra	Peso (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración (mg/l)	Concentración (ppm)
		Metanol	Acetona					
1	0.502	20	20	0.15	7.35	0.929	7.35	41700
2	0.5036	20	20	0.15	7.35	0.938	7.93	42001
3	0.5011	20	20	0.15	7.35	0.937	7.92	42162
4	0.5004	20	20	0.15	7.35	0.941	7.99	42556
5	0.5016	20	20	0.15	7.35	0.938	7.93	42169
6	0.5018	20	20	0.15	7.35	0.936	7.91	42063
7	0.5038	20	20	0.15	7.35	0.942	7.96	42131
8	0.5037	20	20	0.15	7.35	0.921	7.79	41219
9	0.5009	20	20	0.15	7.35	0.935	7.90	42092
10	0.5024	20	20	0.15	7.35	0.938	7.93	42102
0	0.503	20	20	0.15	7.35	0.936	7.91	41955
8				0.15	7.35	0.061		

Control	Peso de muestra (g)	Peso ác. gálico (g)	Extracciones		Alícuota (ml)	Agua (ml)	Señal	Concentración total (mg/l)	g recuperados (g)	% Rec
			Metanol	Acetona						
1	0.5026	0.0082	20	20	0.15	7.35	1.269	9.90	0.0052	63.7