



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

“CUANTIFICACIÓN DE MINERALES EN RESIDUOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. variedad *typica*.)”

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

AUTORA:

Johanna Patricia Mendoza Abarca.

DIRECTOR:

Ing. Geovanny Figueroa Hurtado

LOJA – ECUADOR

2010

CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO

Yo, **Johanna Patricia Mendoza Abarca**, declaro ser la autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Adicionalmente 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”**

Johanna Patricia Mendoza Abarca

C.I. 1104219330

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 MINERALES EN RESIDUOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.variedad *typica*).”, por lo tanto autoriza 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.

Johanna Patricia Mendoza Abarca
C.I. 1104219330

DEDICATORIA

A Dios lo fundamental y la fuerza de mi vida; a mi madre Florcita por su amor y apoyo, es mi fortaleza, mi gran amiga de corazón, que con su perseverancia y voluntad es el mejor ejemplo que yo puedo seguir; a mi padre Alberto por darme su cariño incondicional; a mis hermanitos Andrea y Boris por ser siempre mis compañeros y la razón que ilumina mi vida; a mi familia por su cariño y apoyo; a mis amigos que han sido un apoyo espiritual.

Con Cariño

Johanna

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha obsequiado el regalo de la vida y quien me ha dado la fuerza, la esperanza y la fe que necesité para culminar el presente trabajo.

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja y al CETTIA quienes me dieron la oportunidad de participar en este proyecto y llevarlo a cabo, así mismo, un cordial agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron en el transcurso del mismo.

Mi agradecimiento sincero al Ing. Geovanny Figueroa Hurtado, Docente de la UTPL y director del presente trabajo de investigación, por sus enseñanzas, ayuda, apoyo y paciencia para que este proyecto pueda llegar a su culminación con los mejores resultados.

Agradezco a todos los docentes de la Escuela de Industrias Agropecuarias que me brindaron sus enseñanzas en diferentes campos de estudio, permitiéndome desarrollar conocimientos a lo largo de mi carrera.

A mi familia quienes me dieron su apoyo durante mis años de estudio y para la realización de este proyecto, mil gracias.

La Autora.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.	XIII
Abstract.	XIV
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	5
CAPÍTULO 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
3.1. El café.	7
3.1.1. Generalidades del café.	7
3.1.2. Residuos del café.	7
3.2. Procesamientos del café.	7
3.2.1. Cosecha del café.	7
3.2.2. Boyado del café.	8
3.2.3. Beneficio del café.	8
3.2.4. Beneficio húmedo del café.	8
3.3. Los minerales	9
3.3.2. El potasio.	9
3.3.1. El calcio.	9
3.3.4. El magnesio.	9
3.3.3. El fósforo.	10
3.4. Cuantificación de minerales.	10
3.4.1. Espectrometría de absorción ultra violeta.	10
3.4.2. Espectrometría de absorción atómica.	11
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	13
4.1. Materiales.	13
4.1.1. Materiales y equipos.	13
4.1.2. Materia prima.	14

4.2. Métodos.	14
4.2.1. Muestreo.	14
4.2.2. Preparación de pulpa, pergamino y grano.	15
4.2.3. Caracterización del grano de café y sus residuos.	17
4.2.4. Cuantificación de minerales.	17
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Caracterización del café.	20
5.2. Cuantificación de minerales.	23
5.2.1. Potasio.	23
5.2.2. Calcio.	24
5.2.3. Magnesio.	26
5.2.4. Fósforo.	28
5.3. Contenido de minerales en grano de café.	30
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
Referencias bibliográficas.	37
Simbología.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Concentración de minerales en base seca.	43
Anexo 2.	Características de pulpa y pergamino en base húmeda.	46
Anexo 3.	Humedad de pulpa, pergamino y grano deshidratados.	47
Anexo 4.	Esquema de procedimiento para potasio.	48
Anexo 5.	Esquema de procedimiento para calcio.	49
Anexo 6.	Esquema de procedimiento para magnesio.	50
Anexo 7.	Esquema de procedimiento para fósforo.	51
Anexo 8.	Ejemplo de cálculo de concentración de minerales.	52
Anexo 9.	Datos para cuantificación de potasio, calcio y magnesio.	54
Anexo 10.	Datos para cuantificación de fósforo.	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales y equipos.	13
Cuadro 2. Métodos utilizados en caracterización del café.	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del café en cerezo.	21
Tabla 2. Composición química (g/100 g BS) de la pulpa deshidratada.	22
Tabla 3. Composición química (g/100 g BS) de pergamino deshidratado.	22
Tabla 4. Datos de concentración de minerales de Palanda (g/100 g BS).	43
Tabla 5. Datos de concentración de minerales de Vilcabamba (g/100 g BS).	44
Tabla 6. Datos de concentración de minerales de El Pangui (g/100 g BS).	45
Tabla 7. Composición de la pulpa en porcentaje en base húmeda.	46
Tabla 8. Composición del pergamino en porcentaje en base húmeda.	46
Tabla 9. Porcentaje de humedad en pulpa deshidratada.	47
Tabla 10. Porcentaje de humedad en pergamino deshidratado.	47
Tabla 11. Porcentaje de humedad en grano deshidratado.	47

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Comparación de concentración de potasio en pulpa.	23
Gráfica 2.	Comparación de concentración de potasio en pergamino.	24
Gráfica 3.	Comparación de concentración de calcio en pulpa.	25
Gráfica 4.	Comparación de concentración de calcio en pergamino.	26
Gráfica 5.	Comparación de la concentración de magnesio en pulpa.	27
Gráfica 6.	Comparación de la concentración de magnesio en pergamino.	28
Gráfica 7.	Comparación de la concentración de fósforo en pulpa.	29
Gráfica 8.	Comparación de la concentración de fósforo en pergamino.	29
Gráfica 9.	Comparación de la concentración de potasio en grano.	30
Gráfica 10.	Concentración de calcio en grano.	31
Gráfica 11.	Concentración de magnesio en grano.	31
Gráfica 12.	Concentración de fósforo en grano.	32
Gráfica 13.	Concentración de minerales en promedio de las partes del café.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Equipo experimental para medir absorción o transmitancia a una única longitud de onda.	11
Figura 2.	Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica.	12
Figura. 3	Cuantificación de potasio.	48
Figura. 4	Cuantificación de calcio.	49
Figura. 5	Cuantificación de magnesio.	50
Figura. 6	Cuantificación de fósforo.	51

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

Fotografía 1.	Equipo de AA.	14
Fotografía 2.	Espectrofotómetro.	14
Fotografía 3.	Pesaje de la muestra elemental.	14
Fotografía 4.	Despulpadora.	15
Fotografía 5.	Colocación de la muestra.	15
Fotografía 8.	Deshidratación de la pulpa.	15
Fotografía 9.	Grano fermentado.	16
Fotografía 10.	Grano lavado.	16
Fotografía 11.	Grano de café y pergamino.	16
Fotografía 12.	Cenizas de pulpa y control para determinación de potasio.	18
Fotografía 13.	Disolución de las cenizas para determinación de potasio.	18
Fotografía 14.	Café en cerezo y determinación del color del café.	20

RESUMEN

En el Ecuador se generan alrededor de 60.000 t de residuos de café [1] y esta cifra aumenta anualmente, provocando contaminación al medioambiental [12]. La presente tesis, se enfocó en determinar la posibilidad de utilizar dichos residuos como fuente de minerales, con la finalidad de ser usados en la fortificación de alimentos. Se analizó potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) por espectrofotometría de absorción atómica; y fósforo (P) por espectrofotometría visible, utilizando en todos los casos la digestión ácida para la preparación de las muestras. Estos minerales fueron seleccionados por su importancia nutricional y concentración mayoritaria en el café [14]. Se trabajó con muestras de café "*Coffea arabica* L. variedad *typica*" de tres lugares: Palanda, Vilcabamba y El Pangui, seleccionados por su disponibilidad y condiciones geográficas. Con el objetivo de mantener la trazabilidad de los residuos se realizó el beneficio húmedo del café. Los resultados obtenidos para la pulpa expresados en base seca fueron: K $2,8 \pm 0,43\%$; Ca $0,41 \pm 0,06\%$; Mg $0,13 \pm 0,01\%$ y P $0,12 \pm 0,01\%$. Para pergamino: K $0,15 \pm 0,02\%$; Ca $0,13 \pm 0,05\%$; Mg $0,07 \pm 0,01\%$ y P $0,02 \pm 0,01\%$. Además, como complemento se analizó el grano de café obteniéndose K $1,5 \pm 0,09\%$; Ca $0,12 \pm 0,02\%$; Mg $0,21 \pm 0,02\%$ y P $0,34 \pm 0,06\%$. Al comparar estos resultados con la concentración en conchas de choro; fuente utilizada para enriquecer un néctar de durazno [39]; podemos mencionar que la pulpa de café es una buena fuente de potasio (especialmente), magnesio y fósforo. El pergamino se considera como fuente de fósforo.

Palabras Claves: minerales; residuos; café; pulpa; pergamino.

ABSTRACT

In Ecuador, generates about 60,000 ton of coffee residues [1] and this figure increases annually, leading to environmental pollution [12]. This thesis focused on determining the possibility of using these residues as a source of minerals, in order to be used in food fortification. We analyzed potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) by atomic absorption spectrophotometry and phosphorus (P) by visible spectrophotometry, using in all cases the acid digestion for sample preparation. These minerals were selected for their nutritional importance and majority concentration in coffee [14]. We worked with samples of coffee “*Coffea arabica* L. variety *typica*” of three places: Palanda, Vilcabamba and the Pangui, selected for their availability and geographical conditions. In order to maintain the traceability of waste was made the processing of the cherry coffee. The results for the pulp expressed on a dry basis were: K $2,8 \pm 0,43\%$; Ca $0,41 \pm 0,06\%$; Mg $0,13 \pm 0,01\%$ and P $0,12 \pm 0,01\%$. To parchment: K $0,15 \pm 0,02\%$; Ca $0,13 \pm 0,05\%$; Mg $0,07 \pm 0,01\%$ and P $0,02 \pm 0,01\%$. Moreover, in addition, we examined the coffee bean obtained K $1,5 \pm 0,09\%$; Ca $0,12 \pm 0,02\%$; Mg $0,21 \pm 0,02\%$ and P $0,34 \pm 0,06\%$. Comparing these results with the concentration in shell woolly; font used to enrich a peach nectar [39], we mention that the coffee pulp is a good source of potassium (especially), magnesium and phosphorus. The scroll is considered as a source of phosphorus.

Keywords: mineral waste, coffee pulp, parchment.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El café es una bebida preparada por infusión a partir de las semillas del fruto de los cafetos debidamente procesadas y tostadas. Se caracteriza por un agradable aroma y sabor [3]. Entre los consumidores, el café es una bebida con una popularidad universal, y las ventas suponen más de 70.000 millones de dólares al año. El café es, después del petróleo, el producto que más se comercializa en el mundo. Es producido en más de 50 países y provee el sustento de 25 millones de familias caficultoras [4]. Así la producción de café en la temporada 2007 y 2008 fue de 122.34 millones de sacos a nivel mundial [5]. Siguiendo con esta tendencia se espera una producción de 127 millones de sacos para la temporada 2009/2010 [6].

En nuestro país el cultivo de café se ubica en una franja altitudinal que va desde los 300 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se lo puede encontrar en todas las provincias del país [7]. Para la temporada 2009/2010 la producción del cultivo llegará a los 852.780 quintales [8]. De esto el 10% se destina al consumo interno y el 90% a la exportación [9].

La asociación cafetalera más grande del sur del Ecuador (FAPECAFES) exporta alrededor de 500 t por año. De esta actividad y a lo largo del proceso productivo, se generan residuos del café, como pulpa (1200 t/año) y pergamino (600 t/año) [10]; resultado del beneficio húmedo [11]. Si los residuos no se utilizan adecuadamente, se convertirán en una fuente de contaminación ambiental [12], debido a su composición y cantidad. Entre los usos que se les ha dado a estos residuos tenemos por ejemplo: a la pulpa se ha destinado como ensilaje para alimentación animal, torta de pulpa de café, extracción de cafeína y proteína, abono orgánico, energía en forma de gas, entre otros [11]; el pergamino contiene celulosa, lignina, sílice y otros compuestos [21], y es utilizado como fuente energética en los

beneficios secos [13]. Lamentablemente en el Ecuador a estos residuos no se los está aprovechando.

Por lo cual dentro de la línea de investigación del CETTIA, “Aplicación de tecnologías emergentes y tradicionales en procesos agroindustriales”, se busca valorizar estos residuos con la extracción de compuestos bioactivos (antioxidantes) mediante el uso de Fluidos supercríticos (FSC). De este proceso de extracción se obtiene una pasta residual [48], a la que también se la puede aprovechar, por lo cual se han desarrollado investigaciones para determinar su uso potencial como fibra dietaria, siendo posible evaluar también su aporte como fuente de minerales, con la premisa de que el café es un fuente importante de minerales, por ejemplo 100 g de este contiene 32% más Ca que la leche, 300% más K que el banano, 80% más magnesio que la maracuyá y 25% más P que la sardina [14][15].

El objetivo de esta investigación es determinar el potencial uso de los residuos de la producción de café como fuente de minerales, con proyección a ser utilizados en la industria alimentaria.

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

- ✚ Generar conocimientos para el aprovechamiento de los residuos del café.

2.1 ESPECÍFICOS

- ✚ Cuantificar la concentración de minerales contenidos en los residuos de café (pulpa y pergamino) procedentes de Palanda.
- ✚ Cuantificar la concentración de minerales contenidos en los residuos de café (pulpa y pergamino) procedentes de Vilcabamba.
- ✚ Cuantificar la concentración de minerales contenidos en los residuos de café (pulpa y pergamino) procedentes de El Panguí.

CAPÍTULO 3

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. EL CAFÉ

3.1.1. Generalidades del café

El café es originario de África (Etiopía, Abisinia) desde donde se difundió a todo el mundo [17]. Su nombre se deriva de la palabra Kaffa, que después fue adoptada con la consonancia latina «coffea» [4]. El cafeto pertenece a la familia de las rubiáceas [18]. Existen 70 especies de café de las cuales las más cultivadas en el mundo son: *Coffea arabica* (75%) y *Coffea canephora* o Robusta (25%) [17].

3.1.2. Residuos del café

3.1.2.1. Pulpa. La Pulpa de café está formada por una capa de células esponjosas, representa el 40% del peso en base húmeda del cerezo del café y un 26% en base seca, siendo el primer producto que se obtiene al procesar el café [19].

3.1.2.2. Pergamino. El pergamino del café o cascarilla es la parte que se encuentra rodeando al grano y representa cerca del 12% del fruto en base seca [20], es fuente de celulosa, lignina, sílice así como otros compuestos en menor proporción [21].

3.2 PROCESAMIENTOS DEL CAFÉ

3.2.1. Cosecha del café

La cosecha del café consiste en recolectar los frutos maduros o cerezas. El proceso se realiza manualmente mediante un desgrane o pipeteo, mediante el cual se presiona las cerezas ubicadas en los glomérulos de las ramas con los dedos, recolectándolos en un recipiente [22].

3.2.2. Boyado del café

Es el primer paso de la post cosecha y consiste en sumergir los granos de café recolectados en un tanque con agua, este método permite eliminar los frutos flotantes (vanos), frutos secos e impurezas, para facilitar el proceso de beneficiado [22].

3.2.4. Beneficio húmedo

El beneficio del café es definido como el procedimiento de preparación del grano (café verde o café oro) a partir de los frutos maduros, esto mediante la eliminación de todas las envolturas, usando diversos métodos. Este procedimiento inicia luego de la cosecha selectiva y del boyado [22].

3.2.4.1. Despulpado. Consiste en eliminar la pulpa de los frutos maduros a través de máquinas despulpadoras [22], las mismas que tienen un paño de bronce en su interior, que debe estar libre de golpes o roturas para evitar daños en la calidad del grano [23].

3.2.4.2. Fermentado. La fermentación es un proceso microbiológico con el cual se pretende ayudar a remover el mucílago del café. Así el grano despulpado se coloca en recipientes destinados para la fermentación de 16 a 20 horas. El punto óptimo se mide introduciendo un madero cilíndrico en la masa de café, en función al grado de pegajosidad [22]. Una fermentación prolongada hace que el grano adquiera un sabor fuerte disminuyendo su calidad [23].

3.2.4.3. Lavado. Mediante éste se elimina el mucílago adherido al pergamino. Al demorar este paso se produce en el café un manchado rojizo del pergamino, lo que hace que el peso del grano disminuya y se deteriore la calidad de la bebida [22]. El punto final del lavado es cuando el grano se vuelve áspero [23].

3.2.4.4. Secado. El secado del café tiene como propósito la eliminación del agua adherida al pergamino y reducir la humedad del grano hasta un 10-12,5% [22]. En secadores solares, la temperatura puede llegar a los 60 ° C, lo que hace que el tiempo de secado sea de 2 a 3 días [23].

3.3. LOS MINERALES

Las sustancias minerales son aquellos componentes de los tejidos vegetales y animales, que permanecen como cenizas cuando éstos se incineran. Según la participación de los distintos elementos en el contenido de las cenizas se dividen en macroelementos (Ca, P, K, Cl, Na, Mg) y microelementos o elementos traza (Fe, Zn, Cu, Mn, I, Mo, etc.) [17].

3.3.1. El potasio.

El potasio en el organismo humano se encuentra localizado principalmente en las células. Regula la presión osmótica celular, permite la excitabilidad de la célula y activa una serie de enzimas [17]. En las plantas es importante para la fotosíntesis y transporte de carbohidratos, respiración, fijación simbiótica de nitrógeno, etc. [26]. Los alimentos que contienen este mineral son el hígado de cerdo, el grano integral, los berros, la lechuga, [17] frutas, hortalizas y la carne [16].

3.3.2. El calcio.

El calcio está presente en huesos y dientes por lo que es de gran importancia. Interviene en las contracciones del corazón y otros músculos, para las funciones nerviosas y enzimáticas, y en la coagulación de la sangre [25]. Su función en las plantas radica en que forma parte de procesos de estructura y funcionamiento de las membranas y activación enzimática [26]. Las principales fuentes de calcio en la dieta son leche, queso y verduras verdes [30].

3.3.3. El magnesio.

El magnesio cumple funciones metabólicas y juega un papel importante en la producción y el transporte de energía en el cuerpo humano. También es útil en la contracción y la relajación muscular [27]. Su función biológica incluye la formación de huesos y dientes, actúa como coenzima del metabolismo de carbohidratos y proteínas en el líquido intracelular [28]. Está formando parte estructural de la

clorofila de las plantas [26]. Las principales fuentes de magnesio son los granos enteros, frutos secos, legumbres y hortalizas de hoja [16].

3.3.4. El fósforo.

Este mineral es, después del calcio el más abundante en el cuerpo [47]. Se encuentra en huesos, dientes y líquidos celulares; desempeña una función esencial ya que permite la liberación y utilización de energía en los tejidos [25]. Interviene en el transporte de ácidos grasos, en la formación del ATP (Adenosín Tri Fosfato) y en otras funciones importantes para el organismo [28]. En las plantas también interviene en los procesos de almacenamiento y transferencia de energía [24]. Los alimentos que contienen fósforo son la yema de huevo, germen de trigo, copos de avena, champiñón, guisantes verdes [17].

3.4. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES

3.4.1. Espectrometría de absorción ultravioleta.

La espectrometría de absorción ultravioleta permite obtener resultados de la determinación de especies inorgánicas y orgánicas [29]. La muestra (como solución coloreada) al no emitir luz, necesita de una fuente de radiación, se realiza dos medidas de la cantidad de luz absorbida en una longitud de onda definida, la medida se obtiene de las muestras o los patrones de calibración con la medida del blanco [30].

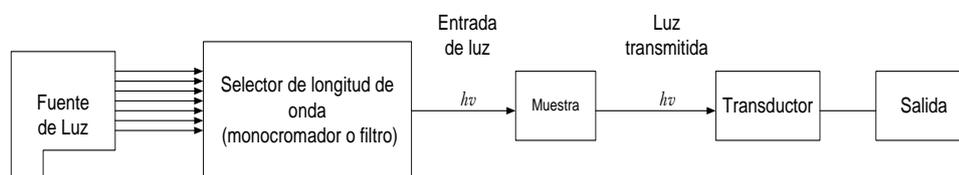


Figura 1. Equipo experimental para medir absorción o transmitancia a una única longitud de onda.
Fuente: Análisis Instrumental de Kenneth A. Rubinson y Judith F. Rubinson

3.4.2. Espectrometría de absorción atómica.

Los métodos analíticos basados en la espectrometría de absorción atómica son potencialmente muy específicos ya que las energías de transición electrónica son únicas para cada elemento [29]. En la espectrometría de absorción atómica la muestra es aspirada hacia el nebulizador [31], ésto gracias a la ayuda de un gas oxidante (generalmente Aire) mezclado con el gas combustible (generalmente Acetileno), y se transporta a la llama donde se produce la atomización (Figura 2). Lo que ocurre es la evaporación del disolvente hasta provocar la formación de un aerosol molecular que se disocia en forma de gas atómico [29], el cual a elevadas temperaturas permite que los átomos tomen estados electrónicos térmicamente excitados [31]. En resumen al hacer pasar a través de la llama una radiación que contenga las longitudes de onda de resonancia características (excitación), los átomos absorberán selectivamente estas longitudes de onda. El haz de luz reducirá su intensidad en proporción al número de átomos en estado basal que se encuentren en la llama. La medición de esta absorción es el fundamento de absorción atómica [25].

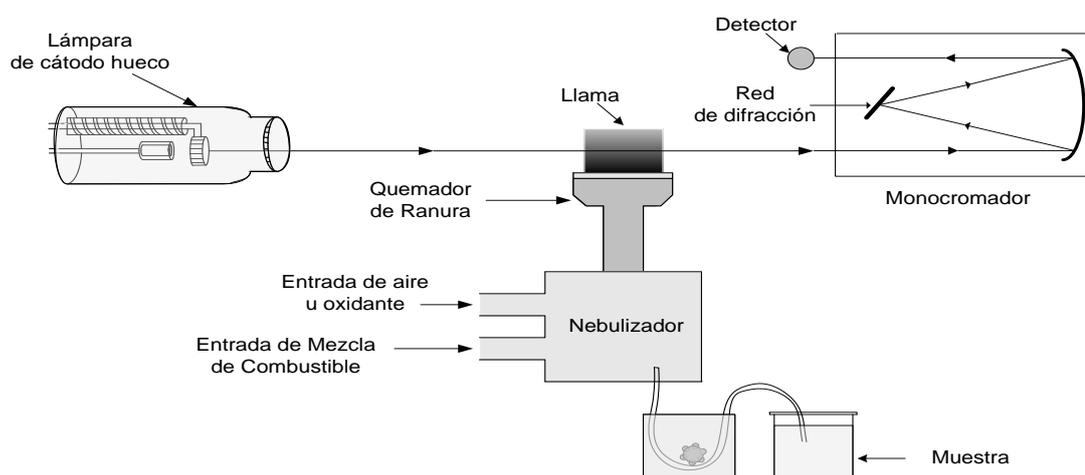


Figura 2. Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica

Fuente: Análisis Instrumental de Kenneth A. Rubinson y Judith F. Rubinson

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1. MATERIALES

4.1.1. **Materiales y equipos:** Los materiales y equipos utilizados fueron:

Cuadro 1. Materiales y equipos

EQUIPOS		DESCRIPCIÓN
-	Equipo de Absorción Atómica (Fotografía 1)	Perkin Elmer. Modelo A Analyst 400
-	Equipo de Espectrofotometría Visible (Fotografía 2)	Jenway. Modelo 6400
-	Baño María	GFL2. Modelo 1003
-	Estufa	Cole Parmer. Modelo 52000-70
-	Mufla	Thermoline 8000. Modelo F48015
-	Balanza analítica	OHAUS. Modelo AP 250 D
-	Estufa de vacío	Lab Line. Modelo 3608
-	Refractómetro	ATAGO. Modelo NAR-1T
-	Molino	CYCLONE SAMPLE MILL. Modelo 3010-019
-	Equipo de tamizar	RETSCH. Modelo AS 200
-	Despulpadora	FIMAR No 2 – ½
-	Trilladora	

MATERIALES	
-	Matraces 100-250-500 ml
-	Vasos de precipitación de 20-50-100 y 500 ml
-	Balones de aforo de 50-250-500-1000 ml
-	Espátula
-	Luna de reloj
-	Mortero
-	Pipetas de 1-5-10-25 ml
-	Crisoles
-	Pinza para crisol
-	Cápsulas

Fuente: Laboratorio CETTIA y FAPECAFES

Elaboración: La Autora



Fotografía 1. Equipo de AA



Fotografía 2. Espectrofotómetro visible

Fuente: Investigación fase experimental. Laboratorio del CETTIA

4.1.2. Materia prima.

Para esta investigación se indagó previamente los posibles lugares donde se pudieran realizar los muestreos, así se eligieron tres sectores uno en la provincia de Loja, Vilcabamba (1580 msnm); y dos en la provincia de Zamora, El Pangui (814 msnm) y Palanda (1300 msnm), seleccionados por su disponibilidad y sus condiciones geográficas, conociendo que el café cultivado en zonas altas (sobre los 800 msnm bajo las condiciones ecológicas del Ecuador) permite que este tenga mejor calidad en aroma, suavidad y acidez [32].

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Muestreo.

En el muestreo se utilizó la Norma Nicaragüense “Muestreo de Productos Vegetales”, la cual nos indica que; para productos frescos de tamaño pequeño (unidades) menores de 25 g y tamaño de lote comprendido entre 50 y 500 kg, es necesario tomar 5 muestras elementales de 1 kg por lote (Fotografía 3).



Fotografía 3. Pesaje de la muestra

Fuente: Investigación de campo.

4.2.2. Preparación de pulpa, pergamino y grano

Se realizó el despulpado, mediante el uso de la despulpadora mecánica marca FIMAR N_o 2 – ½ (Fotografía 4 y 5), obteniéndose pulpa (con la piel del cerezo) (Fotografía 6) y grano con mucílago (Fotografía 7); cada muestra se etiquetó y se trasladó al Laboratorio de Química de la UTPL.



Fotografía 4. Despulpadora



Fotografía 5. Colocación de la muestra.

Fuente: Investigación de campo



Fotografía 6. Pulpa



Fotografía 7. Grano con mucílago

Fuente: Investigación de campo

Se deshidrataron las muestras de pulpa a 60 °C [23] por dos días (Fotografía 8). El punto final del secado se determina en función a la textura de la pulpa, ésta debe ser quebradiza al contacto, lo que permite su fácil molienda.



Fotografía 8. Deshidratación de la pulpa

Fuente: Investigación fase experimental. Laboratorio de Química de la UTPL

Paralelamente, se fermentó el grano de café (Fotografía 9) a temperatura ambiente por 18 horas sin adición de levadura, el punto final se lo determinó en función al grado de pegajosidad del café [22]. A continuación se lavó el grano eliminando el mucílago (Fotografía 10).



Fotografía 9. Grano Fermentado



Fotografía 10. Grano lavado.

Fuente: Investigación fase experimental. Laboratorio de Química de la UTPL

El café oro obtenido se deshidrató a 60 °C [23], llegando a tener una humedad de $10,05 \pm 0,13\%$ que está dentro del rango para su aceptación [34]. Finalmente el trillado permitió separar el grano y el pergamino (Fotografía 11).



Fotografía 11. Grano de Café y Pergamino

Fuente: Investigación de campo

Todas las muestras fueron sometidas a molienda, hasta obtener un tamaño de partícula inferior a 600 μm .

4.2.3 Caracterización del grano de café y sus residuos

Los análisis fueron realizados por duplicado con sus respectivos controles y blancos, se utilizaron las técnicas que se detallan a continuación:

Cuadro 2. Métodos utilizados en caracterización del café

Parámetro	Técnica
Coloración:	Carta colorimétrica "The Royal Horticultural Society"
Sólidos Totales:	NTE INEN 380 Conservas vegetales. Determinación de Sólidos solubles. Método refractométrico [35]
ELN:	Forma matemática $100 - (\% \text{cenizas} + \% \text{proteína} + \% \text{fibra cruda} + \% \text{humedad} + \% \text{grasa})$
Acidez:	AOAC 942.15 Acidez titulable de frutas y subproductos
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:	AOAC 962.09 Fibra cruda en alimentos para animales y alimentos para mascotas

Fuente: Métodos AOAC [36] y Norma Técnica Ecuatoriana [35].

Elaboración: La Autora.

4.2.4. Cuantificación de minerales

Se determinó la presencia de potasio, magnesio, calcio y fósforo en pulpa, pergamino y grano de café; para lo cual se analizó un duplicado por cada set de cinco muestras junto con el blanco y el control respectivo. Se utilizaron metodologías oficiales con pequeñas modificaciones, que se detallan a continuación.

4.2.4.1. Cuantificación de potasio (AOAC 965.30 Potasio en frutas y subproductos). En la técnica oficial menciona pesar 5 g (peso equivalente a 300 g de fruta fresca), pero por motivo de tamaño de crisoles y capacidad de la mufla se pesó 2 g para cada muestra (Fotografía 12 y 13). Además se disolvieron las cenizas en solución ácida [37] (ANEXO 4).



Fotografía 12. Cenizas de pulpa y control para determinación de potasio.
Fuente: Investigación fase experimental. Laboratorio de Tratamiento Químico CETTIA



Fotografía 13. Disolución de las cenizas para determinación de Potasio.
Fuente: Investigación fase experimental. Laboratorio de Tratamiento Químico CETTIA

4.2.4.2. Cuantificación de calcio y magnesio (AOAC 991.25 Calcio, magnesio y fósforo en queso). No se realizó modificación en la metodología (ANEXO 5 y 6).

4.2.4.3 Cuantificación de fósforo (AOAC 970.39 Fósforo en alimentos y subproductos de frutas). Se modificó el peso de muestra de 5 g a 2 g, de igual manera por tamaño de crisoles y capacidad de la mufla (ANEXO 7).

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. CARACTERIZACIÓN DEL CAFÉ

Según lo detallado en el punto 4.2.1. Muestreo, se recolectó cinco muestras de 1 kg provenientes de la cosecha realizada por cada caficultor, lamentablemente el caficultor no realizó una cosecha de sólo frutos maduros, por lo cual el valor del índice de madurez que se determina en función al color, no es un valor representativo debido a la falta de homogeneidad de la muestra. El color más representativo encontrado mediante las cartas de color es N34-A “Orange red Groups” (Fotografía 14) para los tres sitios en estudio.



Fotografía 14. Café en Cerezo y Determinación del color del café.
Fuente: Investigación de campo

Por esta razón, se determinó el índice de madurez de una muestra global (resultado de las cinco muestras elementales) en función a la concentración de sólidos solubles y acidez. Estos resultados se reportan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Características del café en cerezo

PULPA FRESCA	Característica				Referencia
	Lugar	Humedad (%)	Grados Brix	Acidez Titulable ml NaOH 0.1N/100 g	
Palanda	86.5±0.4	10.4±0.1	9.1±0.1	1.1	Resultados de la Investigación
Vilcabamba	84.0±0.1	10.7±0.1	8.3±0.4	1.3	
El Pangui	85.0±0.1	10.8±0.1	7.3±0.4	1.5	
Chinchiná, Colombia	69.70	17	11.4	1.58	(Marin, L. 2003) <i>Coffea arabica</i> L. var. <i>Colombia</i>
Caldas, Colombia	74.8	nd	nd	nd	(Blandón G., et al.1999) <i>Coffea arabica</i>
Guatemala	79.4	nd	nd	nd	(Valencia M. 2008) No especifica variedad

n = 2

nd → No disponible

Fuente y Elaboración: La Autora

En función al resultado encontrado para el índice de madurez se considera que las muestras en cerezo no alcanzaron en su totalidad la madurez óptima [38]. Cabe mencionar que se realizó el estudio en las condiciones y parámetros habituales de cosecha de los caficultores.

Con respecto a la humedad del cerezo, es evidente su alto contenido comparado con el reportado por Marín, Blandón y Valencia, esto puede estar muy relacionado con el poco rendimiento que se obtiene en los cultivos de café del Ecuador [32].

En la **Tabla 2** se reporta la composición química de la pulpa. Los resultados de cenizas difieren al compararlos con otro lugar en alrededor del 1%. Continuando con el análisis los datos recabados, el extracto libre de nitrógeno es mayor que la pulpa de Guatemala en aproximadamente 2%.

Tabla 2. Composición química (g/100 g BS) de la pulpa deshidratada.

Pulpa Deshidratada	Característica					Referencia
	Cenizas ^x (%)	Proteína ^a (%)	Fibra ^b (%)	ELN ^c (%)	Extracto ^b Etéreo (%)	
Palanda	6,9	11,5	22,7	56,0	2,8	Resultados de la Investigación
Vilcabamba	6,6	10,2	22,7	57,5	2,9	
El Panguí	6,5	10,5	22,7	57,4	2,8	
Amatitlán, Guatemala*	5.97	11.44*	23.79	56.33**	2.47	(Molina Mario, et al. 1990) No especifica variedad

n = 2

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

* Resultado reportado como nitrógeno, convertido a proteína utilizando el factor reportado en el Método AOAC 920.152.

** Resultado no reportado pero obtenido por diferencia.

Fuente: *a* [52], *b* [53], *x* [La Autora].

Elaboración: La Autora

Se realizó la caracterización proximal del pergamino, los resultados se encuentran en la **Tabla 3**. Al comparar los resultados entre los distintos lugares se aprecia que no existe una diferencia mayor al 1% pero al comparar los resultados con el reportado por Ortiz para el pergamino proveniente de Guantánamo (no específica especie ni variedad); sólo se encuentra una diferencia en el contenido de proteína del 1 %.

Tabla 3. Composición química (g/100 g BS) de pergamino deshidratado.

Pergamino	Característica					Referencia
	Cenizas ^x (%)	Proteína ^a (%)	Fibra ^x (%)	ELN ^x (%)	Extracto ^x Etéreo (%)	
Palanda	3,9	6,1	68,7	20,0	1,3	Resultados de la Investigación
Vilcabamba	3,6	5,7	68,1	21,3	1,3	
El Panguí	3,5	5,9	69,8	19,6	1,3	
Guantánamo, Cuba	3,41	4,3	69,36	20,99*	1,54	(Ortiz A., et al. 2003) No especifica variedad

n = 2

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

* Calculado

Fuente: *a* [52], *x* [La Autora]

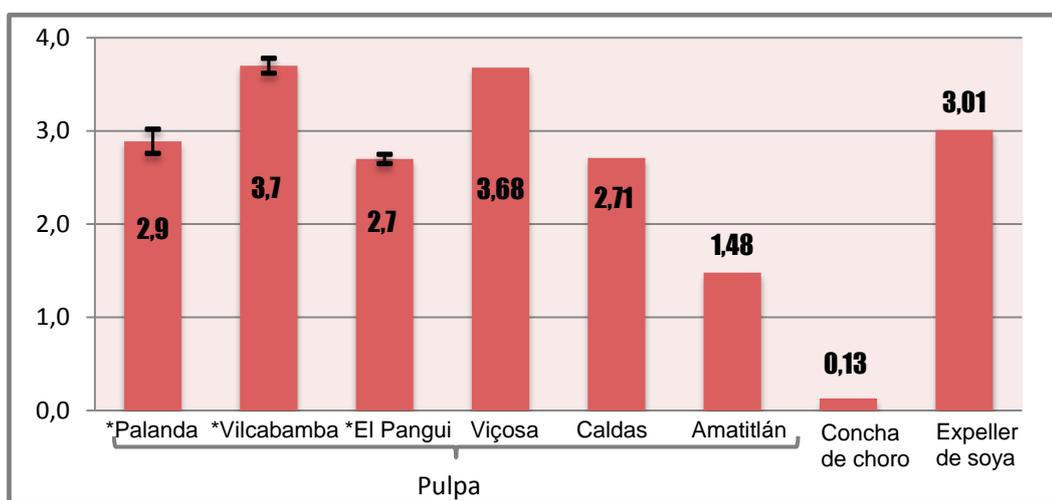
Elaboración: La Autora

5.2. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES

5.2.1. Potasio

El Potasio es un mineral valioso en la alimentación humana, por lo cual fue seleccionado para determinar su riqueza en los residuos de la producción del café. Los resultados de la cuantificación de potasio en pulpa de café se evalúan en la **Gráfica 1**, los mismos están derivados del análisis de 5 muestras, la diferencia entre los distintos sitios es de 1 g por cada 100 g. Si comparamos con fuentes de minerales como las conchas de choro; de las cuales se ha extraído mediante lixiviación ácida algunos minerales con el fin de enriquecer un néctar de durazno [39]; podemos mencionar que la pulpa estudiada tiene aproximadamente 30 veces más K. Además, si se compara con el expeller; residuo de soya utilizada en la alimentación de ganado de leche y carne [40]; la concentración de la pulpa es menor en un 0,7%. Así mismo se puede apreciar que los resultados obtenidos son similares a los resultados de otras investigaciones en pulpa de café.

Gráfica 1. Comparación de concentración de potasio en pulpa.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Viçosa (Brasil) [41], Caldas (Colombia) [42], Amatitlán (Guatemala) [49] no especifican variedades

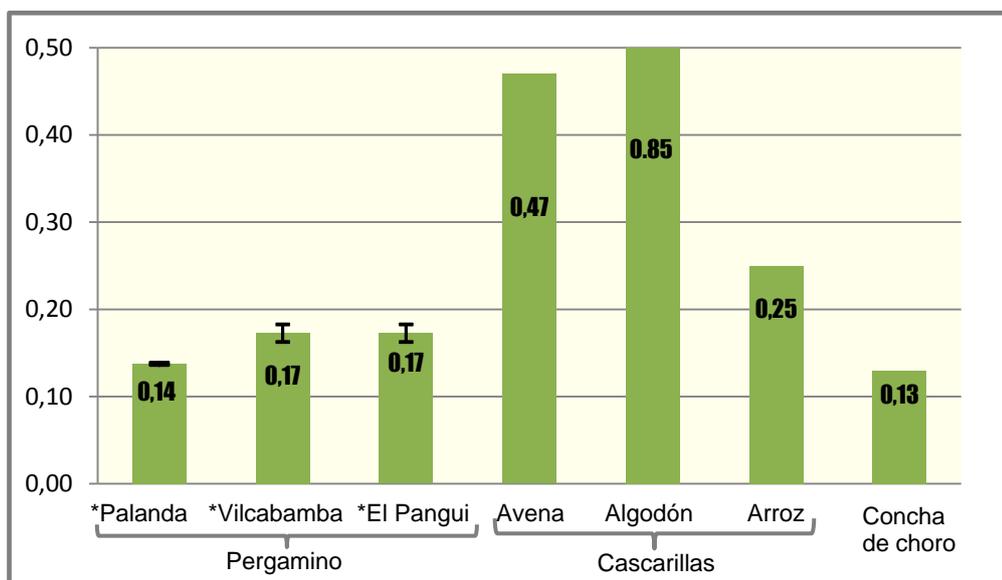
- Conchas de choro [39], expeller de soya [40]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

El pergamino de café contiene una concentración de potasio muy pequeña al compararla con otros residuos industriales como cascarilla de avena, algodón y arroz. Al comparar el pergamino con las conchas de choro [39] tenemos una concentración similar no difiere en más de 0,05%. Esto se refleja en la **Gráfica 2**. Comparando la cantidad de potasio entre los lugares en estudio tenemos que el porcentaje más alto recae en el pergamino de Vilcabamba y El Pangui. La diferencia entre cada residuo se debe probablemente a la absorción de los nutrientes [24].

Gráfica 2. Comparación de concentración de potasio en pergamino.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Cascarillas de avena, algodón y arroz [43] no especifican especies y variedades

- Conchas de choro [39]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

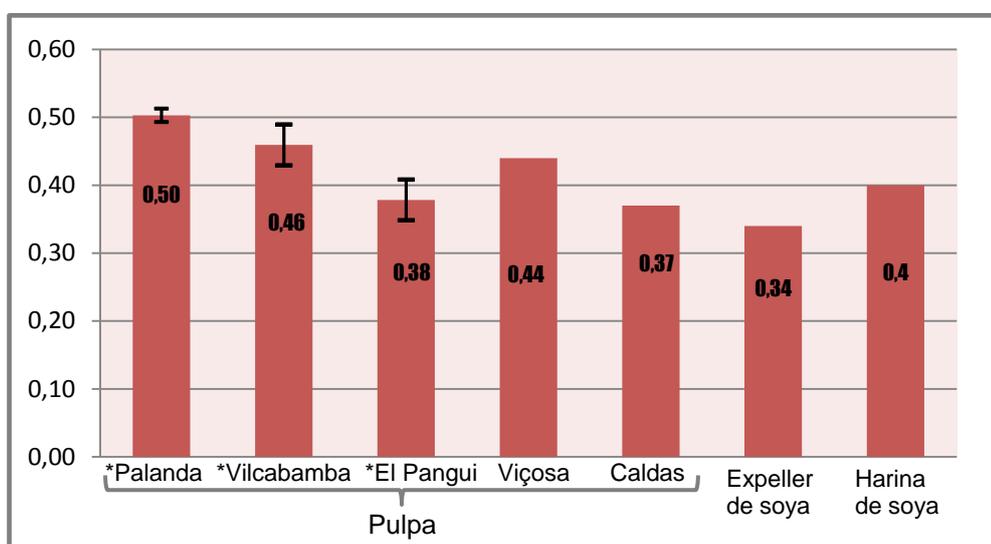
Elaboración: La Autora.

5.2.2. Calcio

El calcio es el mineral que se encuentra en mayor concentración en el cuerpo humano [25]. En esta investigación se buscó determinar si los residuos de la producción de café se puedan aprovechar como fuente de este mineral. La concentración de calcio más alta se encuentra en la pulpa procedente de Palanda,

sin embargo las concentraciones más similares y menores se encuentran en la pulpa de El Pangui y Caldas (Colombia) [42]. Si comparamos con residuos industriales, el expeller de soya y harina de soya [40] contienen un 0,1% en menor concentración.

Gráfica 3. Comparación de concentración de calcio en pulpa.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Viçosa (Brasil) [41], Caldas (Colombia) [42], no especifican variedades

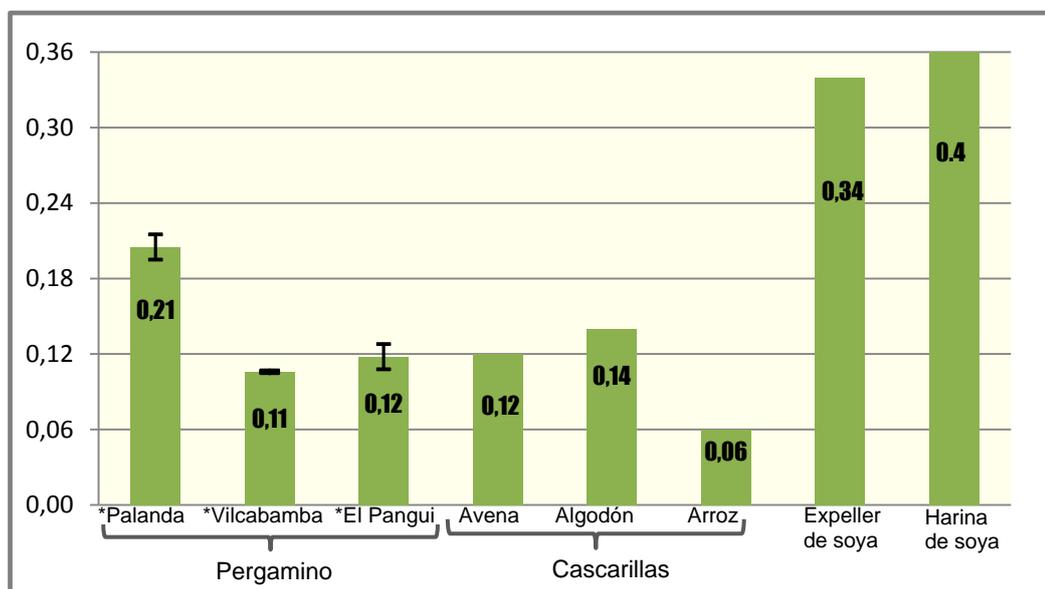
- Expeller y Harina de soya [40]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

Con respecto al pergamino, resalta la concentración de Ca en la muestra proveniente de Vilcabamba, la cual tiene casi el doble de este mineral que las muestras provenientes de Palanda y El Pangui. Pero al comparar con otros residuos la concentración es similar a las cascarillas de avena, algodón y arroz [43]. Y menor en un 38% y 47% al compararlo con el expeller y harina de soya [40] respectivamente.

Gráfica 4. Comparación de concentración de calcio en pergamino.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Cascarillas de avena, algodón y arroz [43] no especifican especies y variedades

- Expeller y harina de soya [40]

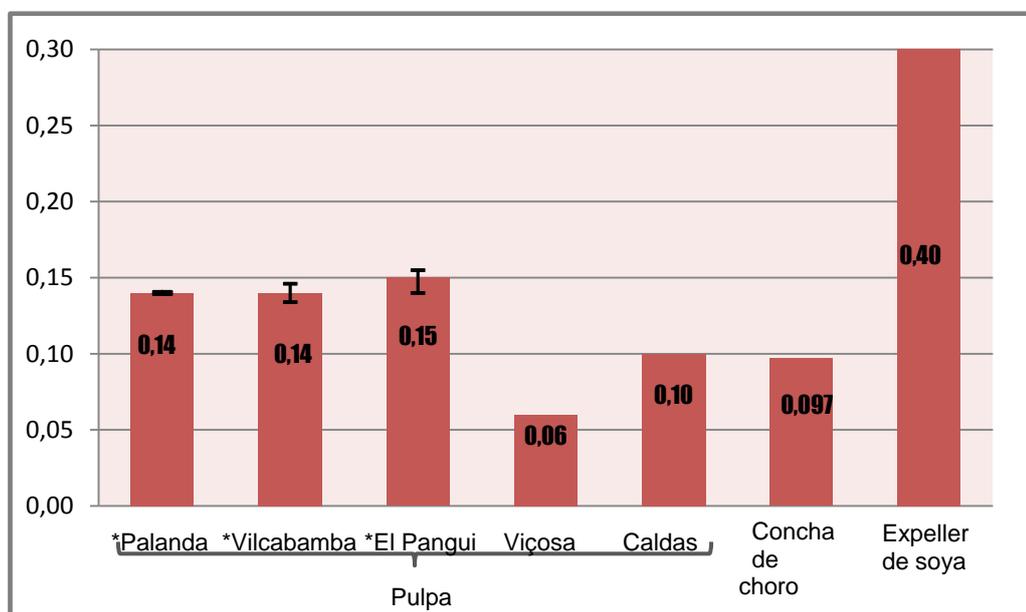
Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

5.2.3. Magnesio

El magnesio es un macroelemento importante para el transporte de energía dentro del organismo [27]. Los resultados expresados en porcentaje para este elemento se presentan en la **Gráfica 5**. La concentración de magnesio de la pulpa de café es el doble y 50% mayor que la reportada por Teixeira (2007) y Rodríguez (2005) respectivamente. Al compararla con residuos industriales contiene casi el doble que la concha de choro. No ocurre lo mismo si comparamos estos resultados con la cantidad de magnesio en expeller de soya que contiene un alto porcentaje de magnesio. Las concentraciones para Palanda, Vilcabamba y El Pangui no tienen mayor variabilidad, teniendo un coeficiente de variación de 7,9%; se considera que para este tipo de análisis el coeficiente de variación no debe superar el 10%.

Gráfica 5. Comparación de la concentración de magnesio en pulpa.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Viçosa (Brasil) [41], Caldas (Colombia) [42], no especifican variedades

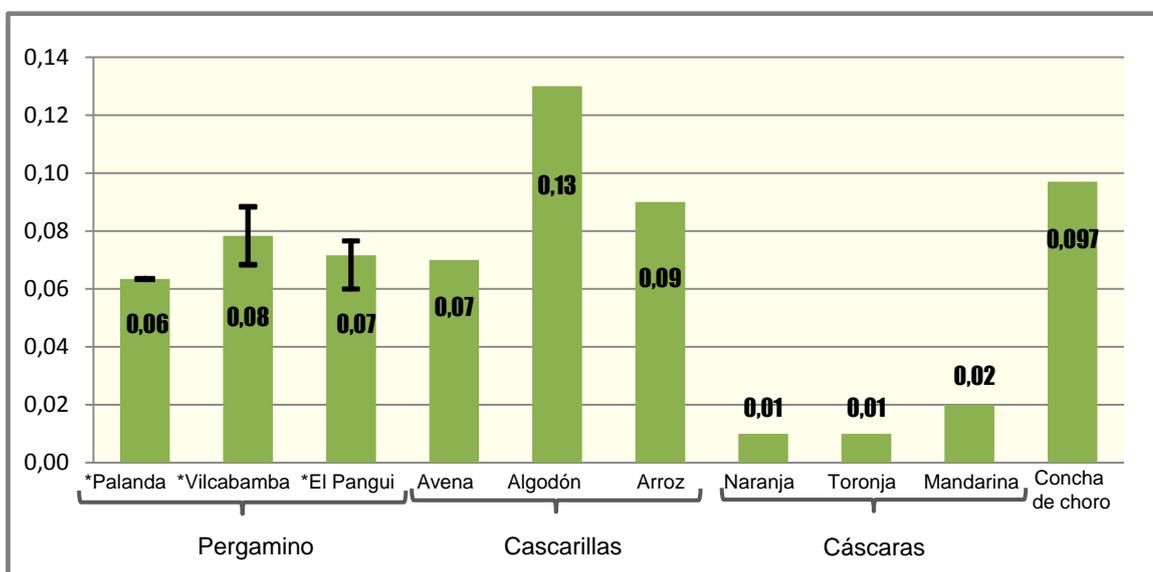
- Conchas de choro [39], expeller de soya [40]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

En la **Gráfica 6**, se presentan los resultados de magnesio en el pergamino, de igual manera éstos resultan del análisis de cinco muestras de cada lugar de estudio. La concentración de magnesio en el pergamino es cercana a la cascarilla de avena y arroz [43], pero indiscutiblemente difieren de la concentración de magnesio en la cascarilla de algodón, la cual tiene aproximadamente el doble de concentración [43]. Si se compara con otros residuos como las harinas de la cáscara de naranja, toronja y mandarina; que actualmente se estudian para extraer compuestos fenólicos, fibra dietética, ácido ascórbico y algunos minerales [44]; se evidencia una concentración de la pulpa siete veces mayor. Al comparar con las conchas de choro [39], éstas poseen aproximadamente 0,027% más concentración que el pergamino.

Gráfica 6. Comparación de la concentración de magnesio en pergamino.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Cascarillas de avena, algodón y arroz [43] no especifican especies y variedades

- Cáscaras de naranja, toronja y mandarina [44]; Conchas de choro [39]

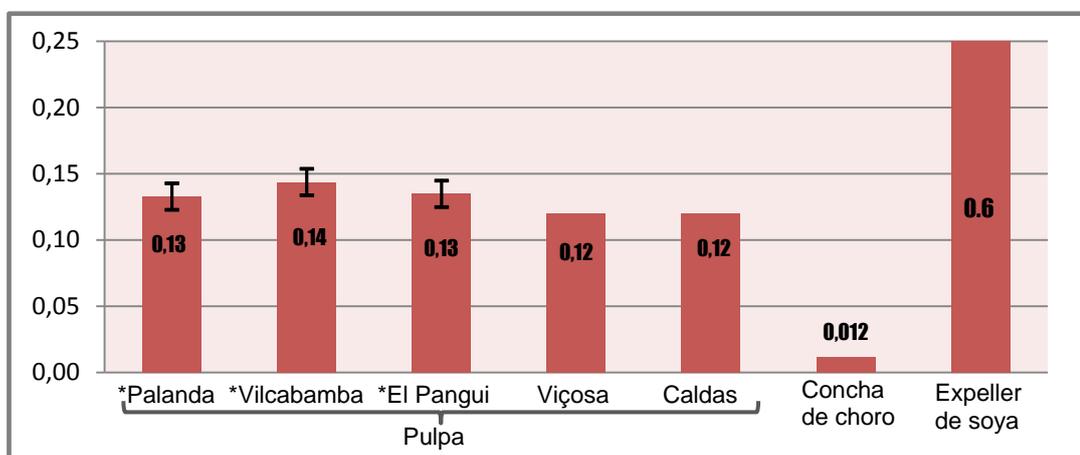
Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

5.2.4. Fósforo

Como se visualiza en la **Gráfica 7**, los valores de fósforo correspondientes a los lugares de investigación son próximos entre sí y la diferencia de éstos con la pulpa de Viçosa (Brasil) [41] y Caldas (Colombia) [42] no es significativa, teniendo un coeficiente de variación de 7,7%. La pulpa de café contiene mayor cantidad de fósforo que la concha de choro, ésta posee el 9% de la concentración de la pulpa [39]. Lo contrario sucede al comparar con el expeller de soya, el cual tiene aproximadamente seis veces la concentración de fósforo que la pulpa.

Gráfica 7. Comparación de la concentración de fósforo en pulpa.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Viçosa (Brasil) [41], Caldas (Colombia) [42], no especifican variedades

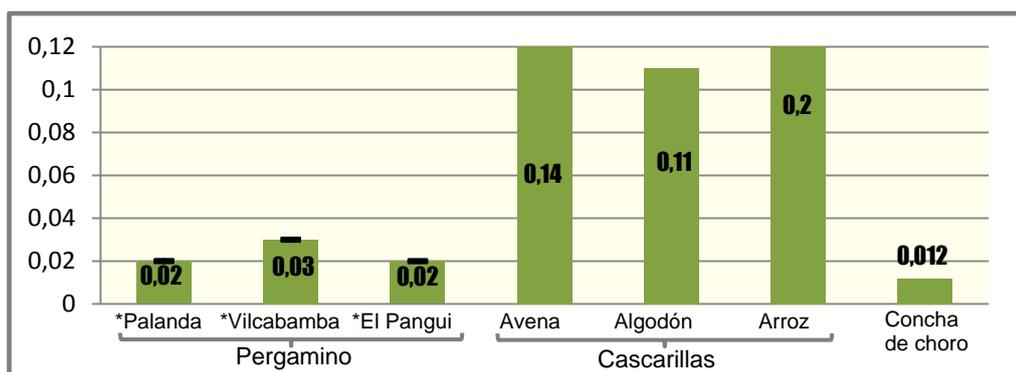
- Conchas de choro [39], expeller de soya [40]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

En la **Gráfica 8** se muestran los porcentajes de fósforo en pergamino de café de los lugares de estudio, siendo semejantes entre sí e inferiores si se compara con residuos industriales, siendo únicamente mayores que la concha de choro [39].

Gráfica 8. Comparación de la concentración de fósforo en pergamino



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

- Cascarillas de avena, algodón y arroz [43] no especifican especies y variedades

- Conchas de choro [39]

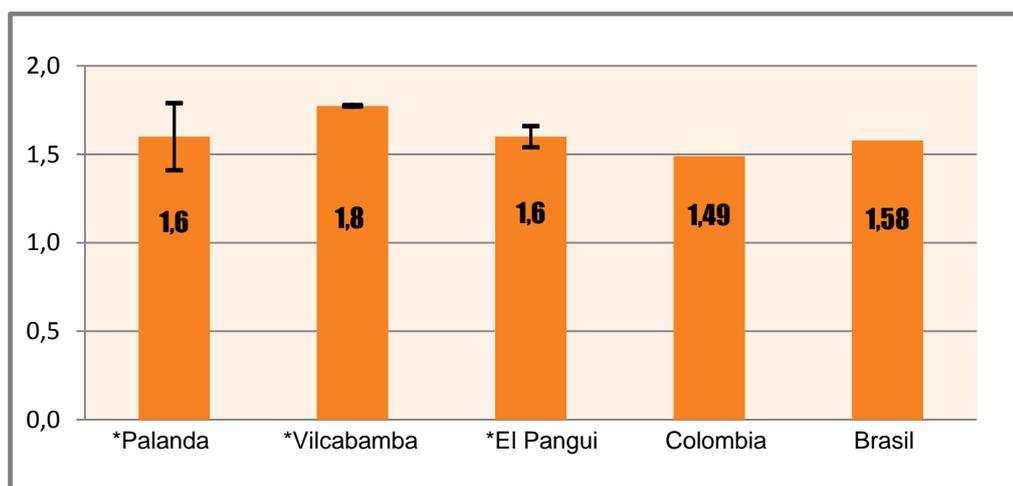
Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

5.3 CONTENIDO DE MINERALES EN GRANO DE CAFÉ

Complementario al análisis de los residuos del café también se analizó el grano verde de los tres sitios de estudio. Los resultados para potasio se muestran en la **Gráfica 9**. Teniendo un coeficiente de variación de 7% al comparar con los resultados reportados por Morgano (2002) y Valencia (2008), para granos procedentes de Brasil y Colombia respectivamente. Las concentraciones elevadas de K en los granos generan un sabor amargo y áspero [2].

Gráfica 9. Concentración de potasio en el grano.



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

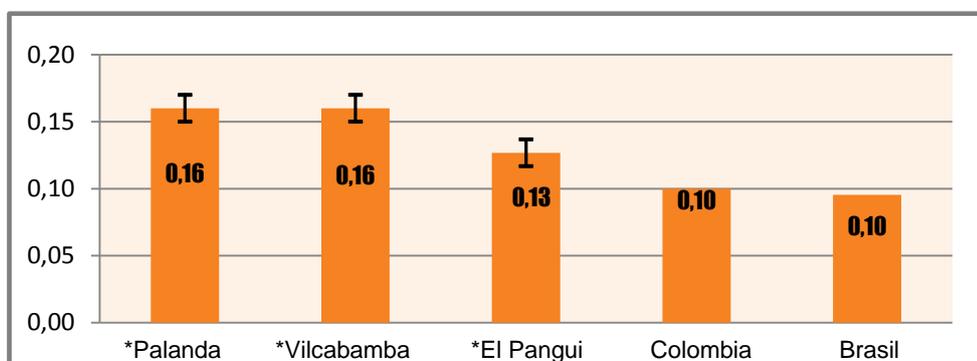
- La variedad de Colombia es la *arabica* [46], para Brasil son *Mundo Novo, Amarelo e Icatu Amarelo* [45]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

La concentración de calcio encontrada en las muestras de estudio son mayores que las de los granos de café de Brasil [45] y Colombia [46] en aproximadamente 0,05%. Al comparar las concentraciones de los tres lugares investigados, existe una pequeña diferencia que se ve reflejada en su coeficiente de variación de 11%. Las concentraciones muy altas de calcio; al igual que el potasio; generan un sabor amargo y áspero.

Gráfica 10. Concentración de calcio en grano



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

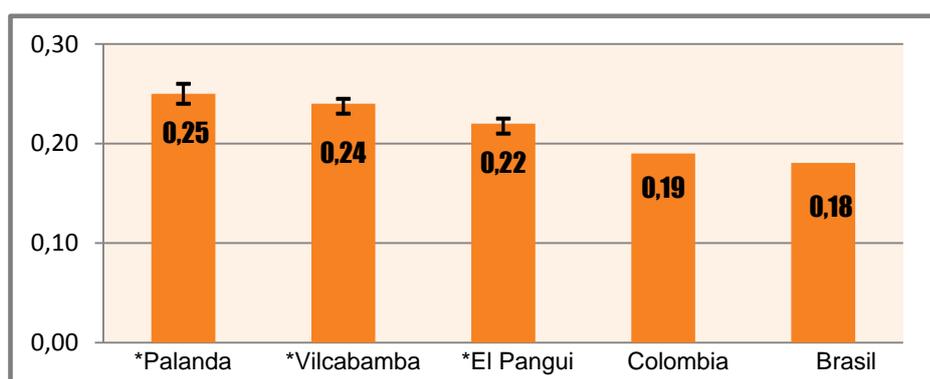
- La variedad de Colombia es la *arabica* [46], para Brasil son *Mundo Novo, Amarelo e Icatu Amarelo* [45]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

La concentración de magnesio es superior en aproximadamente 0,05% a los granos de Brasil [45] y Colombia [46] respectivamente. Los resultados expresados para Palanda y Vilcabamba son semejantes y difieren del encontrado para El Panguí en alrededor del 0,05%. Según la base de datos de alimentos de la Universidad de Cádiz el contenido de magnesio es de 0.20% en el café, lo cual se asemeja con los porcentajes obtenidos en la investigación. La importancia del magnesio radica en que su concentración en el café mejora el sabor de la bebida [2].

Gráfica 11. Concentración de magnesio en grano



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

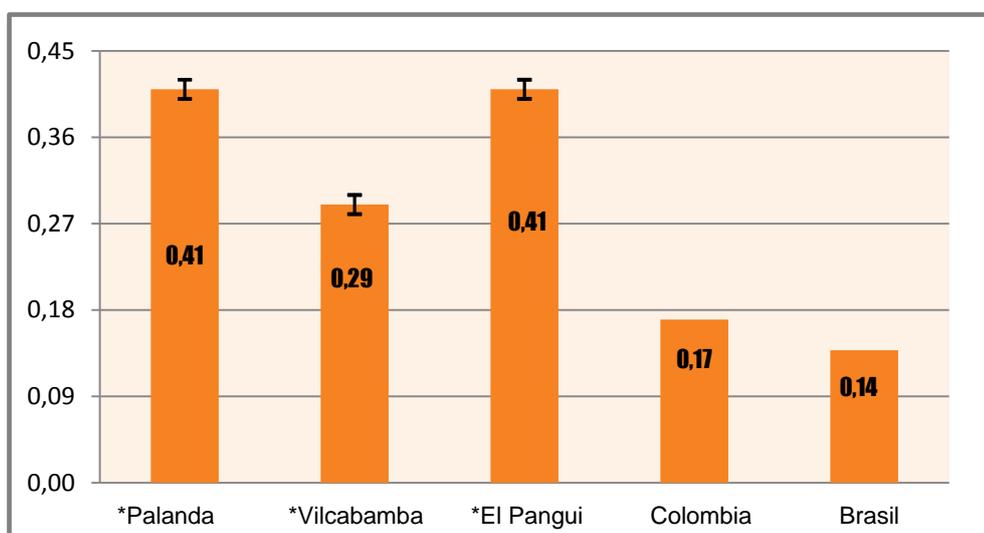
- La variedad de Colombia es la *arabica* [46], para Brasil son *Mundo Novo, Amarelo e Icatu Amarelo* [45]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

La concentración de fósforo para los granos de café de los tres sitios de estudio es aproximadamente tres veces mayor que el reportado por Morgano (2002) y Valencia (2008). Los porcentajes de fósforo obtenidos para Palanda y El Panguí son similares y superan a la concentración de Vilcabamba en alrededor del 0,1%. Los resultados se encuentran en la **Gráfica 12**.

Gráfica 12. Concentración de fósforo en grano



Fuente:

* Resultados de la investigación n = 5

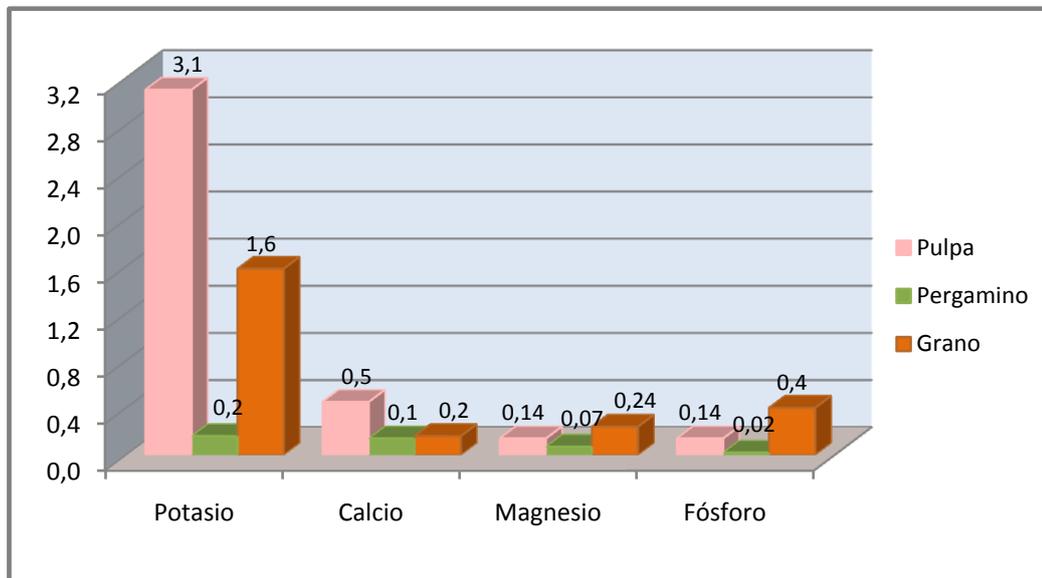
- La variedad de Colombia es la *arabica* [46], para Brasil son *Mundo Novo, Amarelo e Icatu Amarelo* [45]

Los datos están expresados en porcentaje en base seca

Elaboración: La Autora.

Finalmente, comparando la cantidad de minerales en las partes de café analizadas (Gráfica 13) es fácilmente apreciable que la pulpa es la parte que contiene la mayor concentración de potasio, seguida por el grano de café y por último con una riqueza inferior al 1% el pergamino. En el caso del calcio la concentración más alta se encuentra en la pulpa seguida del pergamino y el grano que tienen concentraciones similares. El grano de café contiene más magnesio que la pulpa y el pergamino, igualmente ocurre para la concentración de fósforo.

Gráfica 13. Concentración de minerales en promedio de las partes del café



Fuente: Resultados de la investigación n = 5
Los resultados están expresados en porcentaje en base seca
Elaboración: La Autora.

Adicionalmente si los residuos del café se comparan con alimentos ricos en éstos minerales, tenemos que, para obtener la cantidad de potasio, calcio, magnesio y fósforo contenido en 1 g de pulpa de café, deberían consumirse 8,4 g de banana; 4 g de leche; 10 g de maracuyá y 1 g de sardina respectivamente, y en cambio si se consumiera 1 g de pergamino sólo se deberían consumir 0,54 g de banano para obtener la misma cantidad de potasio; 0,8 g de leche para calcio; 0,1 g de maracuyá para obtener lo de magnesio y 0,02 g de sardina para la cantidad de fósforo [14][15].

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se determinó la concentración de K, Ca, Mg y P en los residuos de la producción de café. Encontrándose concentraciones semejantes entre los tres lugares de estudio, excepto en lo que respecta a la concentración de calcio del pergamino de Palanda, que tuvo una diferencia de alrededor del 0,1% con respecto a las muestras de Vilcabamba y El Pangui, con concentraciones de 0,11 y 0,12 % respectivamente.
- En base a la comparación realizada con la concha de choro; utilizada como fuentes de minerales para enriquecer un néctar de durazno; podemos concluir que la pulpa de café es una buena fuente de potasio (especialmente), magnesio y fósforo, superando a la concha en alrededor del 2; 0,05 y 0,12% respectivamente. El pergamino sólo puede ser considerado como fuente de fósforo con una concentración mayor en 0,02% a la concha de choro.
- Por cada 100 g de pulpa se puede obtener aproximadamente 3,1 de potasio; 0,5 g de calcio; 0,1 g de magnesio y 0,1 g de fósforo. De igual manera por cada 100 g de pergamino se puede obtener 2 g de potasio; 0,1 g de calcio; 0,1 g de magnesio y 0,3 g de fósforo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones, evitar el efecto que pueda causar el índice de madurez en la concentración de los analitos en estudio. Cabe recalcar, que en ésta investigación se realizó sin modificar las condiciones habituales de cosecha de los caficultores.
- Evaluar el nivel de toxicidad de la pulpa y pergamino, como paso previo al desarrollo de un concentrado de éstos residuos.
- Determinar el efecto de la extracción mediante Fluidos Supercríticos (FSC), sobre la concentración de minerales.
- Establecer el rendimiento de extracción de minerales mediante lixiviación ácida, además evaluar la toxicidad de éste residuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANECAFE, Reporte anual. 2008, Asociación Nacional de Exportadores de Café.
2. VALENCIA, G. (2005) Fisiología, Nutrición y Fertilización del Cafeto.
3. GOTTELAND M.; DE PABLO S. (2007) Algunas Verdades Sobre el Café. Revista Chilena de Nutrición. Rev. Chilnutrvol. 34, nº2. Junio. págs.: 105-115.
4. ECHEVERRI D.; BUITRAGO L.; MONTES F., M.I., GONZÁLES M., (2005) Café para Cardiólogos. Revista Colombiana de Cardilogía Vol. 11 No. 8.
5. ICO, Reporte de la Organización Internacional del Café 2008.
6. ICO, Reporte Organización Internacional del Café 2009.
7. MAG/IICA (2001) Identificación de Mercados y Tecnología para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación. Subprograma de Cooperación Técnica
8. NARANJO J. (2009) Café Ecuatoriano "una variedad para cada gusto". Ficha Técnica.
9. LÓPEZ DOMÍNGUEZ L.; ZURITA G. (2009) Análisis Estadístico de la Producción de Café en el Ecuador
10. FAPECAFES (2008) Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur. Entrevista e Informes brindados.
11. NORIEGA A.; SILVA R.; GARCÍA M. (2008) Utilización de la Pulpa de Café en la Alimentación Animal, Monagas, Venezuela. Zootecnia tropical, 26(4): 411-419.
12. BLANDÓN G.; DÁVILA M., R.N. (1999) Caracterización Microbiológica y Físico-Química de la Pulpa de Café Sola y con Mucílago, en Proceso de Lombricompostaje. Cenicafé 50(1):5-23.
13. MOYA M.; DURÁN M., S.M. (1990) Obtención de derivados Celulósicos a partir de Desechos de Café. Agricultura Costarricense, 14(2): 169-174.
14. UNIVERSIDAD DE CADIZ, Base de Datos de Alimentos. 2003, Servicio Central de Bibliotecas.
15. PEÑA G., Tablas de Composición de Alimentos. 2005, Nutricia.
16. FENNEMA, O. Química de los Alimentos. Segunda Edición 2000: Editorial ACRIBIA S. A.

17. BELITZ H.; GROSCH W., Química de los Alimentos. 1985 Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A.
18. AUGSTBURGER F.; BERGER J.; CENSKOWSKY U., H.P., MILZ J., STREIT C., (2000) Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico: guías de 18 cultivos. Asociación Naturland, primera edición.
19. ROUSSOS S.; AQUIAHUATL A. et al. (1989) Detoxificación de la Pulpa de Café por Fermentación Sólida. I Seminario Internacional sobre la Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera. Xalapa Ver., México.
20. GARCÍA, A., Evaluación de la cascarilla de café para utilizarse como sustrato en cultivo de suelo in Maestría en Ciencia de la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. México. 2008, Instituto Politécnico Nacional.
21. RESTREPO J., Caracterización Física y Química de los Frutos del Café. Corporación Educativa para el Desarrollo. Costa Rica, 2000.
22. DUICELA L.; GARCÍA J.; CORRAL R., F.D., ALCÍVAR R., (2009) Postcosecha y Calidad del Café Árabe. Cofenac.
23. VÁSQUEZ M. (2004) Pasos para el Beneficio Húmedo y Ecológico de Café de Calidad, Proyecto de Desarrollo Agroempresarial Rural [CIAT]. Proyecto Alianzas de Aprendizaje en América Central Tegucigalpa, Honduras.
24. SÁNCHEZ, L. (1984) La Alimentación Mineral de las Plantas Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Temas de Divulgación, 1ª edición. Salamanca.
25. KIRK R.; SAWYER R., E.H., Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. 2000, México: 2ª Edición. Compañía Editorial Continental S.A. .
26. SÁNCHEZ J., Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral, FERTITEC S.A.
27. APOVIÁN C. (2006) Consulta Dietética y Nutrición. A.D.A.M., Boston.
28. BADUI, S., Química de los Alimentos. 1999: Editorial Adrison Wesley Longman de México, S.A. México.
29. SKOOG D., H.F.N.T., Principios de Análisis Instrumental 2001: Quinta Edición . McGraw Hill
30. RUBINSON K.; RUBINSON J., Análisis Instrumental. 2000, 1ª edición, Editorial PearsonEducation, 776 páginas: España.

31. HARRIS, D. Análisis Químico Cuantitativo. 1992: Grupo Editorial Iberoamérica México.
32. CRIOLLO M.; VALAREZO J. (2003) Estudio Económico y Comercial del Café en Ecuador. Cuadernos de investigación sectorial no. 3.
33. NTON17002-02, Norma de Procedimientos para Muestreo de Productos Vegetales. Normas Jurídicas de Nicaragua, A.N.d.I.R.d. 2002. p. 12 p.
34. NTP-209.027 (2007) Norma Técnica Peruana para Cafe.
35. NTE-INEN 380 (1986) Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico. .
36. HORWITZ W., L.G., Official Methods of Analysis of AOAC. 18th ed. 2005: AOAC INTERNATIONAL.
37. NIELSEN S., Análisis de los Alimentos, Manual de Laboratorio. 2003, Zaragoza, España Editorial ACRIBIA S.A.
38. MARÍN L.; ARCILA P.; MONTOYA R., O.T. (2003) Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. colombia)
39. VÁSQUEZ W.; GLORIO P., Obtención de Calcio y Magnesio a partir de Conchas de Choro (*AulacomyaaterMolina*) para Enriquecer un Néctar de Durazno (*Prunuspersica*L.) variedad blanquillo. 2007, RevSocQuím Perú. 73, Nº 4 (235-248).
40. GALLARDO M., Soja, harinas de extracción para la alimentación del ganado. un análisis de las cualidades nutricionales de los diferentes tipos, de acuerdo al método de extracción utilizado. 2008, E.E.A. Rafaela INTA.
41. TEXEIRA R.; SOUZA J.; VALADARES S.; DINIZ R.; SOARES A., D.S.D., Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana emnovilhasleiteiras alimentadas com casca de café emsubstituição à silagem de milho. 2007, Bras. Zootec., v.36, n.5, p.1691-1698, 2007 (supl.).
42. RODRÍGUEZ, N.J., C. , Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera. 2005, CENICAFE. Chinchiná.
43. FEDNA (2003) Tablas FEDNA de Composición y Valor Nutritivo de Alimentos para la Formulación de Piensos Compuestos (2^a ed.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
44. RINCÓN A.; VÁSQUEZ A., P.F., Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina

(*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. 2007, Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 11p.

45. MORGANO M.; PAULUCI L.; BASSID., M.E., Determinação de minerais em café cru. 2002, Tecnol. Aliment. vol.22 no.1 Campinas Jan./Apr.

46. VALENCIA, M., Trabajo de Grado Estudio Químico de la Pulpa de Café 2008, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales: Colombia. Ref 11,12 y 19.

47. BECERRIL A., Función y requerimiento diario de algunas vitaminas, minerales y otros compuestos. 2009, Medicina. Fitnes.

48. BEJARANO A.; CALDERÓN S. (2006). Obtención de una cobertura de chocolate a partir de cacao silvestres, copoazú (*Theobromagrandiflorum*), y maraco (*Theobroma bicolor*), de la amazonia Colombiana.

49. MOLINA M., LECHUGA O., BRESANI R. (1990). Valor Nutritivo de la Pulpa de Café sometida a Fermentación Sólida usando *Aspergillus niger* en pollos y cerdos. AGRONOMÍA MESOAMERICANA 1: 79-82.

50. ORTIZ A., VALDIVIE M., ELIAS A. (2003) La cascarilla de café como cama avícola. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 37, No. 1.

51. MOREAU Y.; ARREDONDO J.; PERRAUD I., R.S., Dietary Utilisation Protein and Energy from Fresh and Ensiled Coffee Pulp by the Nile tilapia, *Oreochromis Niloticus*. 2003, Brazil. Vol.46, n. 2 : pp. 223-231, March 2003.

52. PANAMITO M. Tesis de Grado "Cuantificación de la capacidad antioxidante y fenoles en residuos de café (*coffea arabica* L. var. *typica*)". 2009, UTPL: Ecuador.

53. VARGAS G. Tesis de Grado "Identificación de fibra dietaria en la pulpa de café (*coffea arabica* L. var. *typica*)". 2009, UTPL: Ecuador.

SIMBOLOGÍA

AA	→ Absorción Atómica
Abs (Corr)	→ Absorbancia corregida con el blanco
AOAC	→ Asociación Oficial de Químicos Analíticos
b	→ La ordenada en el origen
B.S.	→ Base seca
C.V.	→ Coeficiente de variación
Ca	→ Calcio
cm	→ Centímetros
Co	→ Concentración
Corr Coef	→ Coeficiente de Correlación
D	→ Duplicado
ELN	→ Extracto Libre de Nitrógeno
g	→ gramos
K	→ Potasio
kg	→ Kilogramos
L	→ Litro
m	→ Pendiente de la línea recta
M2	→ Muestra 2
Mg	→ Magnesio
mg	→ miligramos
mol	→ moles
n	→ Número de muestras
nm	→ nanómetros
P	→ Fósforo
ppm	→ Partes por millón
Reported Conc (Calib)	→ Concentración Reportada luego de la curva de calibración
Reported Conc (Samp)	→ Concentración reportada en la muestra
Std	→ Estándar
t	→ Tonelada métrica
Units (Calib)	→ Unidades de Calibración
w	→ Peso de la muestra
Wt Units	→ Unidades para el peso
x	→ Concentración del analito
y	→ Área de los picos
µm	→ micrómetros

ANEXOS

ANEXO 1

CONCENTRACIÓN DE MINERALES EN BASE SECA

Tabla 4. Datos de concentración de minerales de Palanda (g/100g BS)

Parte del Café	PULPA				PERGAMINO				GRANO			
	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)
1	2,9	0,51	0,14	0,15	0,14	0,20	0,06	0,02	1,6	0,16	0,24	0,40
2	3,1	0,49	0,14	0,13	0,14	0,20	0,06	0,02	1,5	0,17	0,27	0,42
3	2,8	0,51	0,14	0,12	0,14	0,21	0,06	0,02	1,7	0,16	0,24	0,39
4	2,7	0,50	0,14	0,12	0,14	0,21	0,06	0,02	1,7	0,17	0,26	0,41
5	2,8	0,50	0,14	0,14	0,14	0,20	0,06	0,02	1,5	0,17	0,25	0,42
Promedio	2,9	0,50	0,14	0,13	0,14	0,21	0,06	0,02	1,6	0,16	0,25	0,41
%CV	4,7	1,8	0,08	10,7	0,18	2,8	0,18	0,18	6,2	3,8	4,0	3,6

Tabla 5. Datos de concentración de minerales de Vilcabamba (g/100g BS)

Vilcabamba	PULPA				PERGAMINO				GRANO			
Mineral	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)
1	3,7	0,47	0,14	0,15	0,17	0,11	0,07	0,03	1,8	0,16	0,23	0,28
2	3,6	0,49	0,14	0,15	0,18	0,11	0,07	0,03	1,8	0,17	0,23	0,30
3	3,6	0,48	0,14	0,14	0,17	0,11	0,08	0,03	1,8	0,16	0,23	0,30
4	3,7	0,44	0,13	0,13	0,16	0,11	0,08	0,03	1,8	0,17	0,24	0,30
5	3,8	0,42	0,13	0,14	0,19	0,11	0,07	0,03	1,8	0,17	0,23	0,29
Promedio	3,7	0,46	0,14	0,14	0,17	0,11	0,08	0,03	1,8	0,16	0,24	0,29
%CV	2,6	6,2	4,4	6,4	6,9	0,24	7,4	0,24	1,2	3,8	2,1	3,4

Tabla 6. Datos de concentración de minerales de El Pangui (g/100g BS)

El Pangui	PULPA				PERGAMINO				GRANO			
Pulpa	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Fósforo (%)
1	2,7	0,41	0,15	0,14	0,17	0,13	0,07	0,02	1,6	0,12	0,22	0,42
2	2,7	0,38	0,15	0,13	0,18	0,12	0,06	0,02	1,6	0,13	0,21	0,42
3	2,7	0,38	0,15	0,13	0,18	0,11	0,07	0,02	1,7	0,12	0,22	0,40
4	2,8	0,34	0,16	0,13	0,17	0,12	0,07	0,02	1,6	0,13	0,22	0,40
5	2,9	0,38	0,15	0,14	0,17	0,13	0,07	0,02	1,6	0,12	0,22	0,41
Promedio	2,8	0,38	0,15	0,13	0,17	0,12	0,07	0,02	1,6	0,13	0,22	0,41
%CV	2,5	7,1	3,2	4,4	3,3	7,5	6,6	0,01	3,6	4,8	2,2	2,7

ANEXO 2

Características de pulpa y pergamino en base húmeda

Tabla 7. Composición de la pulpa en porcentaje en base húmeda

Pulpa Deshidratada	Característica						
	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 Panguí		8.0	6,0	9,7	20,9	52,8	2,6

n = 2

*n = 5

Tabla 8. Composición del pergamino en porcentaje en base húmeda

Pergamino	Característica						
	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 Panguí		5.0	3,3	5,6	66,3	18,6	1,2

n = 2

*n = 5

ANEXO 3

Humedad de muestras de pulpa, pergamino y grano deshidratados

Tabla 9. Porcentaje de humedad en pulpa deshidratada

HUMEDAD DE PULPA			
Muestras	Palanda	Vilcabamba	El Pangui
M1	8,2	8,1	8,0
M2	8,2	8,2	8,0
M3	8,0	8,1	8,0
M4	8,2	8,1	8,0
M5	8,0	8,1	8,0
Promedio	8,1	8,1	8,0
%C.V.	1,2	0,55	0,24

Tabla 10. Porcentaje de humedad en pergamino deshidratado

HUMEDAD DE PERGAMINO			
Muestras	Palanda	Vilcabamba	El Pangui
M1	5,6	5,6	5,0
M2	5,2	5,4	5,0
M3	5,2	5,2	5,0
M4	5,5	5,8	5,0
M5	5,5	5,7	5,0
Promedio	5,4	5,6	5,0
%C.V.	3,1	4,0	0,26

Tabla 11. Porcentaje de humedad en grano deshidratado

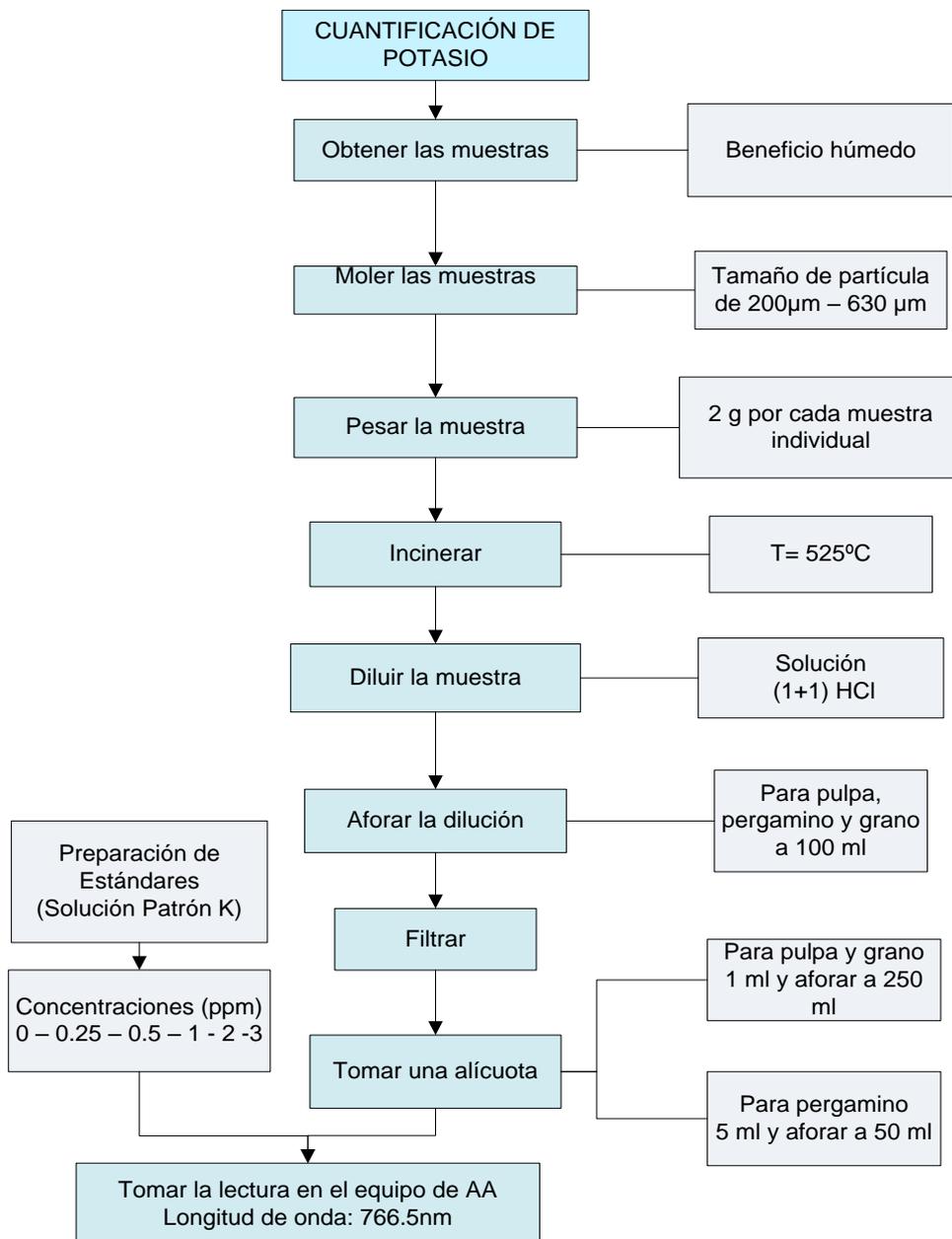
HUMEDAD DE GRANO			
Muestras	Palanda	Vilcabamba	El Pangui
M1	10,0	9,9	9,9
M2	10,2	10,1	10,2
M3	9,9	10,1	10,0
M4	10,1	10,0	10,1
M5	10,2	10,0	10,2
Promedio	10,1	10,0	10,1
%C.V.	1,4	0,59	0,92

ANEXO 4

Esquema de procedimiento para potasio

Figura 3. Cuantificación de potasio

Método: AOAC 965.30 Potasio en frutas y subproductos

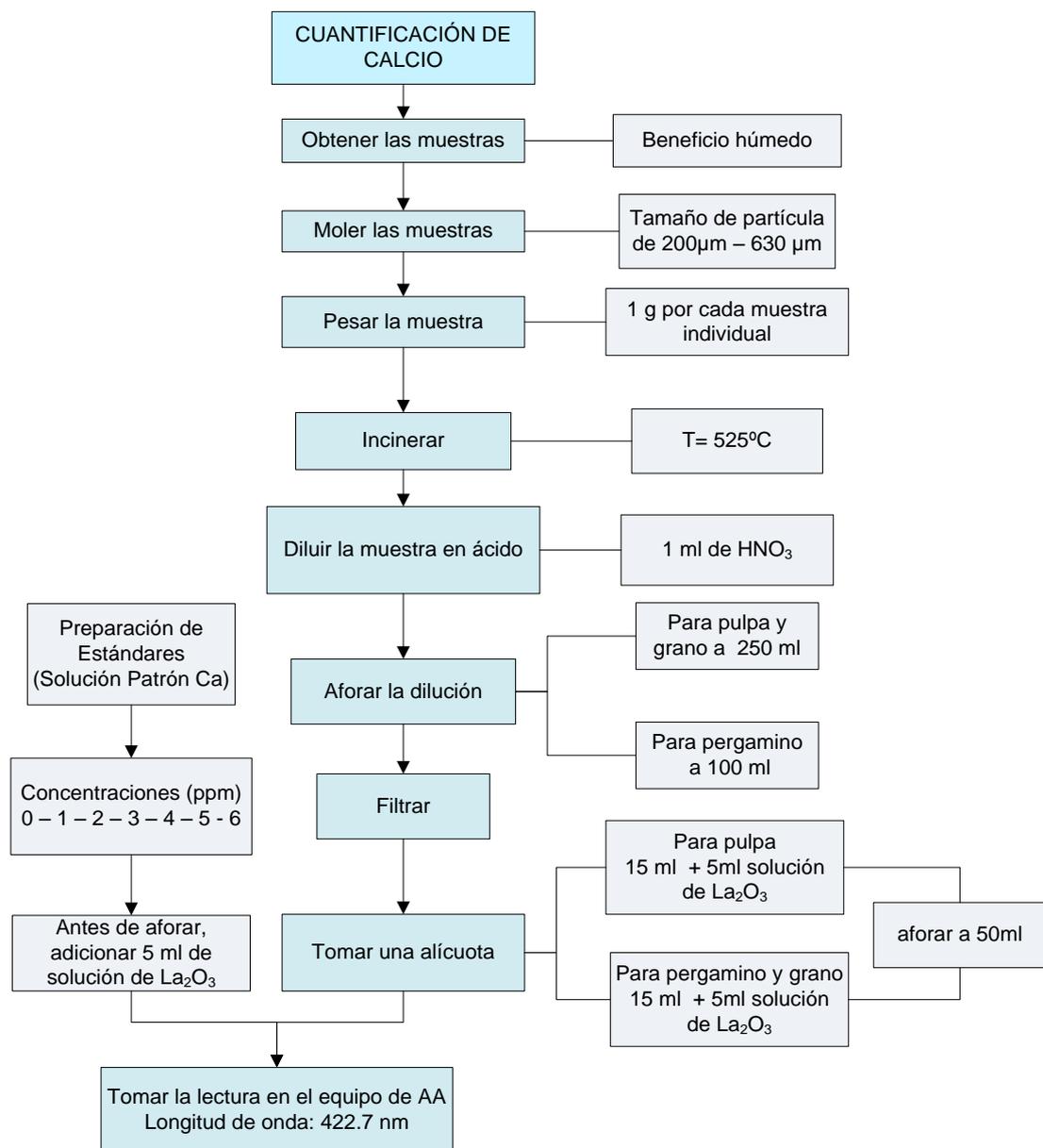


ANEXO 5

Esquema de procedimiento para calcio

Figura 4. Cuantificación de calcio

Método: AOAC 991.25 Calcio, magnesio y fósforo en queso

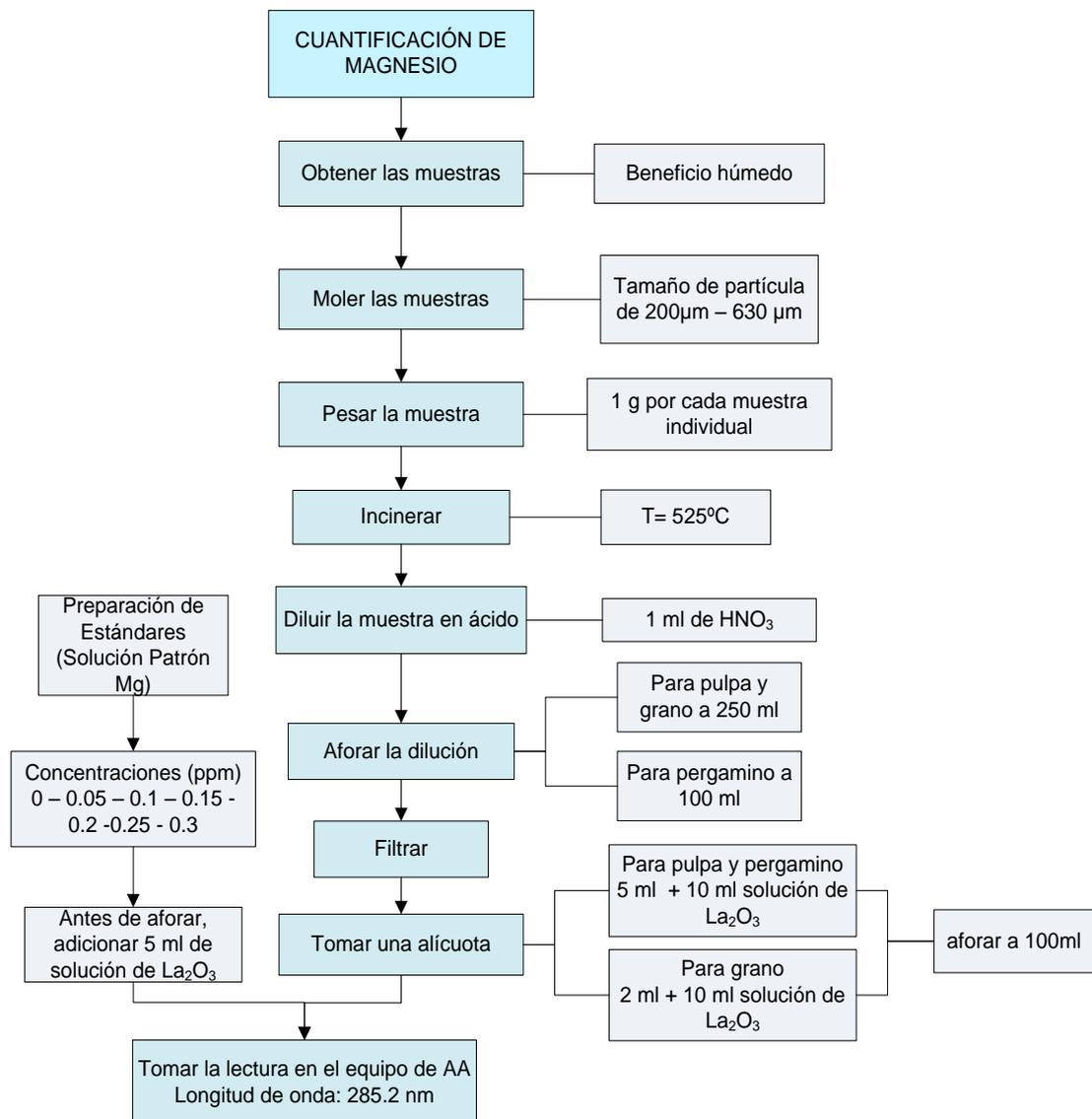


ANEXO 6

Esquema de procedimiento para magnesio

Figura 5. Cuantificación de magnesio

Método: AOAC 991.25 Calcio, magnesio y fósforo en queso

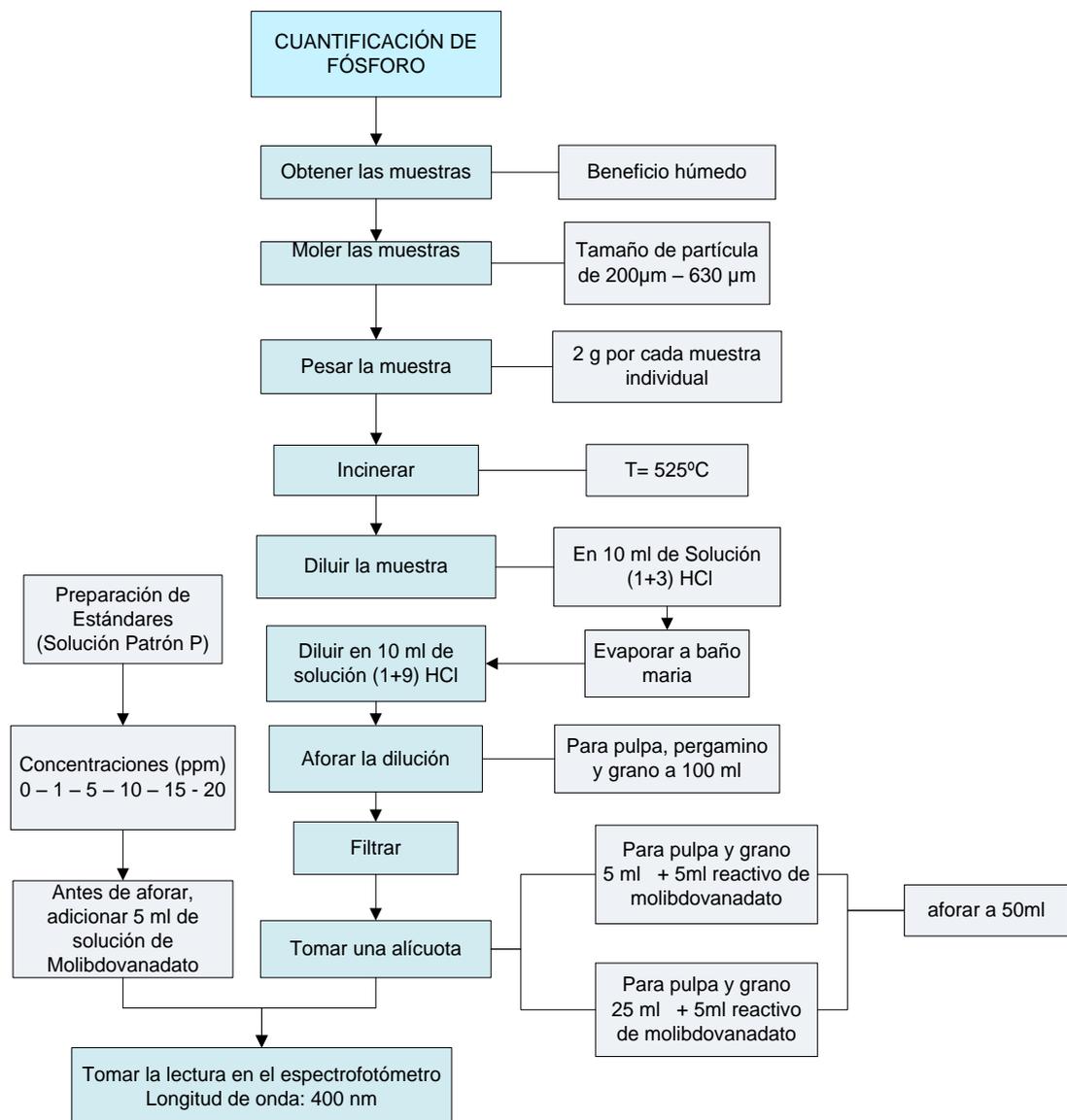


ANEXO 7

Esquema de procedimiento para fósforo

Figura 6. Cuantificación de fósforo

Método: AOAC 970.39 Fósforo en alimentos y subproductos de frutas



ANEXO 8

Ejemplo de cálculo de concentración de minerales

Se tomó para este ejemplo de cálculo la muestra 2 de Palanda para determinar la concentración de potasio.

Datos necesarios para el cálculo:

Dato de lectura en equipo de absorción atómica M2 pulpa = 0.545

Ecuación de la pendiente obtenida con estándares para potasio en pulpa:

$$\begin{aligned}y &= mx + b \text{ [31]} \\y &= 0.185x + 0.121 \\x &= (y - b)/m \\x &= \frac{(0.545 - 0.121)}{0.185} \\x &= 2.292 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Concentración Reportada para potasio en M2 de pulpa = 2.292 mg/L

Datos adicionales:

Volumen de dilución final = 250 ml

Volumen de dilución de la muestra = 100 ml

Alícuota = 1 ml

W muestra = 2.01540 g

$$\begin{array}{r}2.292 \text{ mg} \quad 1000 \text{ ml} \\X \quad \quad \quad 250 \text{ ml} \\X = 0.573 \text{ mg}\end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.573 \text{ mg} \quad 1 \text{ ml} \\ X \quad \quad \quad 100 \text{ ml} \\ X = 57.3 \text{ mg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 53.3 \text{ mg} \quad 2.0154 \text{ g} \\ X \quad \quad \quad 1000 \text{ g} \end{array}$$

$$X = (28431.08 \text{ mg/kg})/10000 = 2.8\% \text{ de potasio}$$

ANEXO 9

Datos para cuantificación de potasio, calcio y magnesio

Estándares para cuantificación de potasio (se parte de una solución patrón de potasio 1000 ppm)

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	27/03/2009	g	mL	766,49	100	-0,001	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	27/03/2009	g	mL	766,49	101	0,130	[0,25]	mg/L
Calib Std 2	27/03/2009	g	mL	766,49	101	0,187	[0,5]	mg/L
Calib Std 3	27/03/2009	g	mL	766,49	101	0,313	[1]	mg/L
Calib Std 4	27/03/2009	g	mL	766,49	101	0,553	[2]	mg/L
Calib Std 5	27/03/2009	g	mL	766,49	101	0,687	[3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	24/04/2009	g	mL	766,49	101	-0,008	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	24/04/2009	g	mL	766,49	101	0,098	[0,25]	mg/L
Calib Std 2	24/04/2009	g	mL	766,49	101	0,169	[0,5]	mg/L
Calib Std 3	24/04/2009	g	mL	766,49	101	0,309	[1]	mg/L
Calib Std 4	24/04/2009	g	mL	766,49	101	0,544	[2]	mg/L
Calib Std 5	24/04/2009	g	mL	766,49	101	0,713	[3]	mg/L

sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	26/06/2009	g	mL	766,49	101	-0,027	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	26/06/2009	g	mL	766,49	101	0,031	[0,25]	mg/L
Calib Std 2	26/06/2009	g	mL	766,49	101	0,063	[0,5]	mg/L
Calib Std 3	26/06/2009	g	mL	766,49	101	0,160	[1]	mg/L
Calib Std 4	26/06/2009	g	mL	766,49	101	0,348	[2]	mg/L
Calib Std 5	26/06/2009	g	mL	766,49	101	0,558	[3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,000	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,058	[0,25]	mg/L
Calib Std 2	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,113	[0,5]	mg/L
Calib Std 3	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,234	[1]	mg/L
Calib Std 4	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,411	[2]	mg/L
Calib Std 5	13/07/2009	g	mL	766,49	102	0,610	[3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,033	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,098	[0,25]	mg/L
Calib Std 2	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,189	[0,5]	mg/L
Calib Std 3	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,347	[1]	mg/L
Calib Std 4	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,564	[2]	mg/L
Calib Std 5	28/08/2009	g	mL	766,49	101	0,767	[3]	mg/L

CUANTIFICACIÓN DE POTASIO (PALANDA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)	RSD (Conc)
Palanda pulpa K 1	24/03/2009	2,00250	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,519	2,163	mg/L	27000	25,76	mg/kg	0,10
Palanda pulpa K 2	24/03/2009	2,01540	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,545	2,292	mg/L	28430	102,81	mg/kg	0,36
Palanda pulpa K 3	24/03/2009	2,00590	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,507	2,104	mg/L	26220	62,15	mg/kg	0,24
Palanda pulpa K 4	24/03/2009	2,22687	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,522	2,175	mg/L	24420	68,09	mg/kg	0,28
Palanda pulpa K 5	24/03/2009	2,00544	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,504	2,086	mg/L	26010	27,42	mg/kg	0,11
Palanda pulpa K D4	24/03/2009	2,00917	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9923	0,501	2,074	mg/L	25800	61,61	mg/kg	0,24
Promedio (muestra + duplicado)														25110			
Palanda pergamino K 1	28/08/2009	2,06670	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,703	2,649	mg/L	1282	2,70	mg/kg	0,42
Palanda pergamino K 2	28/08/2009	2,03988	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,703	2,646	mg/L	1297	2,43	mg/kg	0,37
Palanda pergamino K 3	28/08/2009	2,01654	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,692	2,599	mg/L	1289	0,87	mg/kg	0,14
Palanda pergamino K 4	28/08/2009	2,05913	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,692	2,602	mg/L	1264	0,69	mg/kg	0,11
Palanda pergamino K 5	28/08/2009	2,00822	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,692	2,602	mg/L	1296	2,10	mg/kg	0,32
Palanda pergamino K D2	28/08/2009	2,04910	g	100	5	50	mL	766,49	102	0,9948	0,703	2,645	mg/L	1291	1,66	mg/kg	0,26
Promedio (muestra + duplicado)														1294			
Palanda Grano K 1	27/03/2009	2,08810	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,340	1,185	mg/L	14180	23,77	mg/kg	0,17
Palanda Grano K 2	27/03/2009	2,08490	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,323	1,105	mg/L	13250	23,75	mg/kg	0,18
Palanda Grano K 3	27/03/2009	2,09703	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,352	1,241	mg/L	14800	18,56	mg/kg	0,13
Palanda Grano K 4	27/03/2009	2,04542	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,360	1,279	mg/L	15640	52,44	mg/kg	0,34
Palanda Grano K 5	27/03/2009	2,07815	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,331	1,144	mg/L	13760	43,02	mg/kg	0,31
Palanda Grano K D2	27/03/2009	2,07710	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,318	1,082	mg/L	13400	14,73	mg/kg	0,11
Promedio (muestra + duplicado)														13310			

CUANTIFICACIÓN DE POTASIO (VILCABAMBA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
Vilcabamba Pulpa K 1	27/03/2009	2,05558	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,673	2,786	mg/L	33890	13,79	mg/kg
Vilcabamba Pulpa K 2	27/03/2009	2,04820	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,650	2,676	mg/L	32660	95,58	mg/kg
Vilcabamba Pulpa K 3	27/03/2009	2,00760	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,644	2,650	mg/L	32990	56,10	mg/kg
Vilcabamba Pulpa K 4	27/03/2009	2,09090	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,677	2,806	mg/L	33550	27,35	mg/kg
Vilcabamba Pulpa K 5	27/03/2009	2,05690	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,688	2,862	mg/L	34780	61,92	mg/kg
Vilcabamba Pulpa K D3	27/03/2009	2,02560	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9927	0,640	2,627	mg/L	32420	37,10	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														32705		
Vilcabamba pergamino 1	13/07/2009	2,03840	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,345	1,654	mg/L	1623	35,59	mg/kg
Vilcabamba pergamino 2	13/07/2009	2,03111	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,355	1,704	mg/L	1678	10,79	mg/kg
Vilcabamba pergamino 3	13/07/2009	2,08700	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,341	1,629	mg/L	1561	20,24	mg/kg
Vilcabamba pergamino 4	13/07/2009	2,08722	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,318	1,516	mg/L	1452	2,59	mg/kg
Vilcabamba pergamino 5	13/07/2009	2,04090	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,373	1,793	mg/L	1757	25,18	mg/kg
Vilcabamba pergamino D4	13/07/2009	2,08530	g	100	5	100	mL	766,49	102	0,9990	0,319	1,521	mg/L	1459	21,20	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1510		
Vilcabamba Gra 1	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,356	1,301	mg/L	16260	79,22	mg/kg
Vilcabamba Gra 2	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,348	1,265	mg/L	15810	36,09	mg/kg
Vilcabamba Gra 3	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,350	1,275	mg/L	15930	199,44	mg/kg
Vilcabamba Gra 4	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,348	1,265	mg/L	15810	54,74	mg/kg
Vilcabamba Gra 5	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,349	1,272	mg/L	15900	41,08	mg/kg
Vilcabamba Gra D5	24/04/2009	2,00000	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9952	0,351	1,280	mg/L	16000	141,01	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														15950		

CUANTIFICACIÓN DE POTASIO (EL PANGUI)

Sample ID	Date	Initial Sample	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliqu ot	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelen gth	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc	Units (Calib)	Reported (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
El Pangui pulpa K 1	26/06/2009	2,07565	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,371	2,070	mg/L	24930	217,67	mg/kg
El Pangui pulpa K 2	26/06/2009	2,05190	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,368	2,057	mg/L	25070	118,03	mg/kg
El Pangui pulpa K 3	26/06/2009	2,04101	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,367	2,050	mg/L	25120	26,11	mg/kg
El Pangui pulpa K 4	26/06/2009	2,05941	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,386	2,150	mg/L	26090	135,59	mg/kg
El Pangui pulpa K 5	26/06/2009	2,12130	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,402	2,232	mg/L	26300	89,25	mg/kg
El Pangui pulpa K D3	26/06/2009	2,04723	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,359	2,009	mg/L	24530	30,07	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														24825		
El Pangui perga K 1	26/06/2009	2,03670	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,291	1,656	mg/L	1626	3,41	mg/kg
El Pangui perga K 2	26/06/2009	2,02429	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,298	1,691	mg/L	1671	3,66	mg/kg
El Pangui perga K 3	26/06/2009	2,05048	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,300	1,704	mg/L	1662	4,12	mg/kg
El Pangui perga K 4	26/06/2009	2,04850	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,292	1,661	mg/L	1621	1,75	mg/kg
El Pangui perga K 5	26/06/2009	2,09699	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,292	1,662	mg/L	1585	9,66	mg/kg
El Pangui perga K D2	26/06/2009	2,05128	g	100	5	100	mL	766,49	101	0,9992	0,283	1,615	mg/L	1575	3,54	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1623		
El Pangui grano K 1	26/06/2009	2,03809	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,202	1,196	mg/L	14670	59,02	mg/kg
El Pangui grano K 2	26/06/2009	2,04201	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,195	1,162	mg/L	14220	21,46	mg/kg
El Pangui grano K 3	26/06/2009	2,02112	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,211	1,241	mg/L	15350	34,16	mg/kg
El Pangui grano K 4	26/06/2009	2,05629	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,195	1,157	mg/L	14070	35,61	mg/kg
El Pangui grano K 5	26/06/2009	2,01720	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,194	1,152	mg/L	14280	25,68	mg/kg
El Pangui grano K D1	26/06/2009	2,03296	g	100	1	250	mL	766,49	101	0,9992	0,196	1,165	mg/L	14320	27,25	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														14495		

Estándares para cuantificación de Calcio (se parte de una solución patrón de calcio 1000 ppm)

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,043	[0,00]	mg/L
Std1	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,070	[1]	mg/L
Std2	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,128	[2]	mg/L
Std3	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,19816	[3]	mg/L
Std4	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,25547	[3]	mg/L
Std5	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,30814	[5]	mg/L
Std6	26/03/2009	g	mL	422,67	76	0,35388	[6]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,03503	[0,00]	mg/L
Std1	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,08517	[1]	mg/L
Std2	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,15593	[2]	mg/L
Std3	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,23714	[3]	mg/L
Std4	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,31186	[4]	mg/L
Std5	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,38079	[5]	mg/L
Std6	27/03/2009	g	mL	422,67	76	0,47736	[6]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,109	[0,00]	mg/L
Std1	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,092	[1]	mg/L
Std2	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,175	[2]	mg/L
Std3	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,249	[3]	mg/L
Std4	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,327	[4]	mg/L
Std5	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,375	[5]	mg/L
Std6	09/06/2009	g	mL	422,67	76	0,452	[6]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	03/07/2009	g	mL	422,67	76	-0,003	[0,00]	mg/L
Std1	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,078	[1]	mg/L
Std2	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,154	[2]	mg/L
Std3	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,223	[3]	mg/L
Std4	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,295	[4]	mg/L
Std5	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,364	[5]	mg/L
Std6	03/07/2009	g	mL	422,67	76	0,434	[6]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	28/08/2009	g	mL	422,67	75	0,050	[0,00]	mg/L
Std1	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,078	[1]	mg/L
Std2	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,145	[2]	mg/L
Std3	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,211	[3]	mg/L
Std4	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,284	[4]	mg/L
Std5	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,354	[5]	mg/L
Std6	28/08/2009	g	mL	422,67	76	0,424	[6]	mg/L

CUANTIFICACIÓN DE CALCIO (PALANDA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
Palanda Pulpa Ca 1	26/03/2009	1,00011	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,23582	2,789	mg/L	4658	3,1298	mg/kg
Palanda Pulpa Ca 2	26/03/2009	1,07575	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,24258	2,907	mg/L	4504	4,2935	mg/kg
Palanda Pulpa Ca 3	26/03/2009	1,0692	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,24872	3,013	mg/L	4697	4,7404	mg/kg
Palanda Pulpa Ca 4	26/03/2009	1,01905	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,23334	2,746	mg/L	4561	2,4007	mg/kg
Palanda Pulpa Ca 5	26/03/2009	1,07899	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,24495	2,948	mg/L	4554	3,3113	mg/kg
Palanda Pulpa Ca D4	26/03/2009	1,01509	g	250	7,5	50	mL	422,67	76	0,998	0,23406	2,759	mg/L	4530	1,3056	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														4545		
Palanda Pergamino 01	03/07/2009	1,05100	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,294	4,010	mg/L	1908	6,95	mg/kg
Palanda Pergamino 02	03/07/2009	1,02267	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,302	4,118	mg/L	1933	6,24	mg/kg
Palanda Pergamino 03	03/07/2009	1,00100	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,292	3,981	mg/L	1989	9,07	mg/kg
Palanda Pergamino 04	03/07/2009	1,03250	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,299	4,077	mg/L	1974	5,90	mg/kg
Palanda Pergamino 05	03/07/2009	1,04490	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,294	3,998	mg/L	1913	6,44	mg/kg
Palanda Pergamino D3	03/07/2009	1,07321	g	100	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,332	4,538	mg/L	2114	67,95	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														2051		
Palanda Grano Ca 1	27/03/2009	1,2766	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,112	1,399	mg/L	1370	4,5969	mg/kg
Palanda Grano Ca 2	27/03/2009	1,198	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,118	1,469	mg/L	1533	10,476	mg/kg
Palanda Grano Ca 3	03/07/2009	1,07801	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,137	1,801	mg/L	1392	7,66	mg/kg
Palanda Grano Ca 4	03/07/2009	1,01422	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,137	1,790	mg/L	1471	4,74	mg/kg
Palanda Grano Ca 5	03/07/2009	1,05883	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,141	1,849	mg/L	1455	12,88	mg/kg
Palanda Grano Ca D3	03/07/2009	1,05466	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,142	1,859	mg/L	1469	4,77	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1430		

CUANTIFICACIÓN DE CALCIO (VILCABAMBA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
Vilcabamba Pulpa Ca 1	27/03/2009	1,05379	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,2869	3,657	mg/L	4338	4,425	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Ca 2	27/03/2009	1,0309	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,29338	3,741	mg/L	4536	5,5778	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Ca 3	27/03/2009	1,009	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,27926	3,559	mg/L	4409	11,588	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Ca 4	27/03/2009	1,0312	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,25895	3,296	mg/L	3996	0,6468	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Ca 5	27/03/2009	1,0767	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,26497	3,374	mg/L	3917	9,465	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Ca D3	27/03/2009	1,0016	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,999	0,2538	3,23	mg/L	4310	2,1736	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														4359		
Vilcabamba Pergamino 01	03/07/2009	1,06640	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,393	5,395	mg/L	1102	1,48	mg/kg
Vilcabamba Pergamino 02	03/07/2009	1,03890	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,233	3,147	mg/L	1010	5,84	mg/kg
Vilcabamba Pergamino 03	03/07/2009	1,04213	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,241	3,264	mg/L	1044	2,42	mg/kg
Vilcabamba Pergamino 04	03/07/2009	1,05110	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,236	3,185	mg/L	1010	1,68	mg/kg
Vilcabamba Pergamino 05	03/07/2009	1,05270	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,223	3,009	mg/L	953	4,25	mg/kg
Vilcabamba Pergamino D1	03/07/2009	1,08325	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,231	3,116	mg/L	959	2,14	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1031		
Vilcabamba grano Ca 1	28/08/2009	1,05333	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,102	1,384	mg/L	1095	0,20	mg/kg
Vilcabamba grano Ca 2	28/08/2009	1,05058	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,102	1,377	mg/L	1092	3,30	mg/kg
Vilcabamba grano Ca 3	28/08/2009	1,07142	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,105	1,420	mg/L	1104	1,12	mg/kg
Vilcabamba grano Ca 4	28/08/2009	1,03659	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,103	1,391	mg/L	1118	3,55	mg/kg
Vilcabamba grano Ca 5	28/08/2009	1,06177	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,100	1,350	mg/L	1060	3,31	mg/kg
Vilcabamba grano Ca D4	28/08/2009	1,02825	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,103	1,388	mg/L	1125	3,11	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1122		

CUANTIFICACIÓN DE CALCIO (EL PANGUI)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
El Pangui pulpa Ca 1	28/08/2009	1,45780	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,312	4,403	mg/L	3775	8,67	mg/kg
El Pangui pulpa Ca 2	28/08/2009	1,60670	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,315	4,439	mg/L	3454	21,72	mg/kg
El Pangui pulpa Ca 3	28/08/2009	1,59110	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,315	4,446	mg/L	3493	10,07	mg/kg
El Pangui pulpa Ca 4	28/08/2009	1,78250	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,316	4,459	mg/L	3127	20,13	mg/kg
El Pangui pulpa Ca 5	28/08/2009	1,61410	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,318	4,487	mg/L	3475	8,15	mg/kg
El Pangui pulpa Ca D1	28/08/2009	1,54270	g	250	10	50	mL	422,67	76	0,9999	0,319	4,495	mg/L	3842	3,68	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														3808		
El Pangui Pergamino 01	03/07/2009	1,02490	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,274	3,721	mg/L	1210	3,36	mg/kg
El Pangui Pergamino 02	03/07/2009	1,07213	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,271	3,680	mg/L	1144	2,50	mg/kg
El Pangui Pergamino 03	03/07/2009	1,06711	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,766	10,650	mg/L	1003	12,39	mg/kg
El Pangui Pergamino 04	03/07/2009	1,09298	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,265	3,600	mg/L	1098	1,97	mg/kg
El Pangui Pergamino 05	03/07/2009	1,04030	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,268	3,638	mg/L	1166	5,39	mg/kg
El Pangui Pergamino D4	03/07/2009	1,09001	g	100	15	50	mL	422,67	76	0,9999	0,265	3,602	mg/L	1102	2,62	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1100		
Grano 1	09/06/2009	1,01782	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,130	1,403	mg/L	1149	10,92	mg/kg
Grano 2	09/06/2009	1,02908	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,133	1,448	mg/L	1173	6,13	mg/kg
Grano 3	09/06/2009	1,06516	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,134	1,463	mg/L	1145	5,06	mg/kg
Grano 4	09/06/2009	1,02651	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,134	1,462	mg/L	1187	1,59	mg/kg
Grano 5	09/06/2009	1,09440	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,136	1,492	mg/L	1136	6,43	mg/kg
Grano D4	09/06/2009	1,03015	g	250	15	50	mL	422,67	76	0,9977	0,135	1,477	mg/L	1195	4,98	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1191		

Estándares para cuantificación de magnesio (se parte de una solución patrón de magnesio 1000 ppm)

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,083	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,055	[0,05]	mg/L
Calib Std 2	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,097	[0,1]	mg/L
Calib Std 3	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,149	[0,15]	mg/L
Calib Std 4	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,189	[0,2]	mg/L
Calib Std 5	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,222	[0,25]	mg/L
Calib Std 6	26/03/2009	g	mL	285,21	83	0,267	[0,3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,080	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,108	[0,05]	mg/L
Calib Std 2	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,190	[0,1]	mg/L
Calib Std 3	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,291	[0,15]	mg/L
Calib Std 4	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,368	[0,2]	mg/L
Calib Std 5	27/03/2009	g	mL	285,21	83	0,444	[0,25]	mg/L
Calib Std 5	27/03/2009	g	mL	285,21	82	0,443	[0,25]	mg/L
Calib Std 6	27/03/2009	g	mL	285,21	82	0,646	[0,3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,069	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,038	[0,05]	mg/L
Calib Std 2	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,073	[0,1]	mg/L
Calib Std 3	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,103	[0,15]	mg/L
Calib Std 4	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,145	[0,2]	mg/L
Calib Std 5	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,178	[0,25]	mg/L
Calib Std 6	13/07/2009	g	mL	285,21	82	0,212	[0,3]	mg/L

Sample ID	Date	Wt Units	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)
Blanco	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,064	[0,00]	mg/L
Calib Std 1	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,042	[0,05]	mg/L
Calib Std 2	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,080	[0,1]	mg/L
Calib Std 3	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,115	[0,15]	mg/L
Calib Std 4	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,154	[0,2]	mg/L
Calib Std 5	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,188	[0,25]	mg/L
Calib Std 6	14/07/2009	g	mL	285,21	83	0,224	[0,3]	mg/L

CUANTIFICACIÓN DE MAGNESIO (PALANDA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)
Palanda Pulpa Mg 1	26/03/2009	1,00874	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,238	0,263	mg/L	1306	3,47
Palanda Pulpa Mg 2	26/03/2009	1,07575	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,244	0,270	mg/L	1256	1,14
Palanda Pulpa Mg 3	26/03/2009	1,06920	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,253	0,281	mg/L	1312	3,38
Palanda Pulpa Mg 4	26/03/2009	1,01905	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,246	0,273	mg/L	1337	2,27
Palanda Pulpa Mg 5	26/03/2009	1,07899	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,259	0,288	mg/L	1336	1,86
Palanda Pulpa Mg D4	26/03/2009	1,01509	g	250	5	100	mL	285,21	83	0,9982	0,242	0,269	mg/L	1323	1,87
Promedio (muestra + duplicado)														1330	
Palanda Pergamino 01	13/07/2009	1,05100	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,208	0,293	mg/L	558	2,45
Palanda Pergamino 02	13/07/2009	1,02267	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,217	0,305	mg/L	597	3,41
Palanda Pergamino 03	13/07/2009	1,00100	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,212	0,298	mg/L	596	4,25
Palanda Pergamino 04	13/07/2009	1,03250	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,212	0,300	mg/L	580	1,87
Palanda Pergamino 05	13/07/2009	1,04490	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,213	0,300	mg/L	574	1,46
Palanda Pergamino D3	13/07/2009	1,07321	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,203	0,285	mg/L	532	2,06
Promedio (muestra + duplicado)														564	
Palanda grano Mg 1	14/07/2009	1,03240	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,140	0,184	mg/L	2223	12,78
Palanda grano Mg 2	14/07/2009	1,04110	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,150	0,198	mg/L	2372	15,84
Palanda grano Mg 3	14/07/2009	1,08210	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,146	0,192	mg/L	2219	3,81
Palanda grano Mg 4	14/07/2009	1,04525	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,146	0,191	mg/L	2289	12,29
Palanda grano Mg 5	14/07/2009	1,05883	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,139	0,182	mg/L	2150	8,61
Palanda grano Mg D2	14/07/2009	1,03897	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,146	0,192	mg/L	2355	10,08
Promedio (muestra + duplicado)														2364	

CUANTIFICACIÓN DE MAGNESIO (VILCABAMBA)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
Vilcabamba Pulpa Mg 1	27/03/2009	1,05379	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,240	0,276	mg/L	1308	0,45	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Mg 2	27/03/2009	1,03090	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,232	0,265	mg/L	1284	0,76	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Mg 3	27/03/2009	1,00900	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,234	0,267	mg/L	1325	0,88	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Mg 4	27/03/2009	1,03120	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,216	0,241	mg/L	1169	0,68	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Mg 5	27/03/2009	1,07670	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,233	0,266	mg/L	1235	1,39	mg/kg
Vilcabamba Pulpa Mg D4	27/03/2009	1,00160	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9891	0,207	0,229	mg/L	1141	1,27	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1155		
Vilcabamba Pergamino 01	13/07/2009	1,01640	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,122	669	mg/L	669
Vilcabamba Pergamino 02	13/07/2009	1,03890	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,123	662	mg/L	662
Vilcabamba Pergamino 03	13/07/2009	1,07213	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,148	776	mg/L	776
Vilcabamba Pergamino 04	13/07/2009	1,08110	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,151	784	mg/L	784
Vilcabamba Pergamino 05	13/07/2009	1,05270	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,134	714	mg/L	714
Vilcabamba Pergamino 01	13/07/2009	1,01640	g	100	2,5	100	mL	5	5	285,21	82	0,9994	0,122	669	mg/L	669
Promedio (muestra + duplicado)														667		
Vilcabamba grano Mg 1	14/07/2009	1,03312	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,135	0,177	mg/L	2136	14,31	mg/kg
Vilcabamba grano Mg 2	14/07/2009	1,02980	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,134	0,175	mg/L	2120	3,75	mg/kg
Vilcabamba grano Mg 3	14/07/2009	1,03821	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,134	0,175	mg/L	2108	12,83	mg/kg
Vilcabamba grano Mg 4	14/07/2009	1,00714	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,133	0,174	mg/L	2163	7,66	mg/kg
Vilcabamba grano Mg 5	14/07/2009	1,04242	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,133	0,174	mg/L	2088	11,14	mg/kg
Vilcabamba grano Mg D1	14/07/2009	1,05010	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,131	0,171	mg/L	2041	4,10	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														2081		

CUANTIFICACIÓN DE MAGNESIO (EL PANGUI)

Sample ID	Date	Initial Sample Wt	Wt Units	Sample Prep Vol,	Aliquot Vol,	Diluted To Vol,	Vol Units	Wavelength	Lamp Energy	Corr Coef	Abs (Corr)	Reported Conc (Calib)	Units (Calib)	Reported Conc (Samp)	SD (Samp)	Units (Samp)
El Pangui Pulpa 01	13/07/2009	1,03950	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,209	0,294	mg/L	1415	5,80	mg/kg
El Pangui Pulpa 02	13/07/2009	1,06790	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,210	0,296	mg/L	1386	1,61	mg/kg
El Pangui Pulpa 03	13/07/2009	1,05012	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,213	0,300	mg/L	1427	9,64	mg/kg
El Pangui Pulpa 04	13/07/2009	1,01803	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,211	0,298	mg/L	1463	22,17	mg/kg
El Pangui Pulpa 05	13/07/2009	1,08234	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,209	0,294	mg/L	1360	4,36	mg/kg
El Pangui Pulpa D3	13/07/2009	1,03509	g	250	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,211	0,297	mg/L	1435	5,46	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														1431		
El Pangui Pergamino 01	13/07/2009	1,02490	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,244	0,345	mg/L	673	2,50	mg/kg
El Pangui Pergamino 02	13/07/2009	1,07213	g	100	5	100	mL	285,21	82	0,9994	0,244	0,344	mg/L	642	2,85	mg/kg
El Pangui Pergamino 03	13/07/2009	1,06711	g	100	2	100	mL	285,21	82	0,9994	0,105	0,147	mg/L	688	3,93	mg/kg
El Pangui Pergamino 04	13/07/2009	1,09298	g	100	2	100	mL	285,21	82	0,9994	0,103	0,144	mg/L	658	4,44	mg/kg
El Pangui Pergamino 05	13/07/2009	1,04030	g	100	2	100	mL	285,21	82	0,9994	0,101	0,140	mg/L	673	2,31	mg/kg
El Pangui Pergamino D4	13/07/2009	1,09001	g	100	2	100	mL	285,21	82	0,9994	0,103	0,144	mg/L	660	1,89	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														659		
El Pangui grano Mg 1	14/07/2009	1,01070	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,124	0,161	mg/L	1994	3,50	mg/kg
El Pangui grano Mg 2	14/07/2009	1,03451	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,122	0,159	mg/L	1920	10,89	mg/kg
El Pangui grano Mg 3	14/07/2009	1,02815	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,125	0,163	mg/L	1984	6,54	mg/kg
El Pangui grano Mg 4	14/07/2009	1,03907	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,128	0,166	mg/L	2002	8,42	mg/kg
El Pangui grano Mg 5	14/07/2009	1,03160	g	250	2	100	mL	285,21	83	0,9998	0,126	0,164	mg/L	1991	3,49	mg/kg
El Pangui grano Mg D4	14/07/2009	1,03529	g	250	2	100	mL	285,21	82	0,9998	0,129	0,168	mg/L	2029	6,44	mg/kg
Promedio (muestra + duplicado)														2016		

ANEXO 10

DATOS PARA CUANTIFICACIÓN DE FÓSFORO

Estándares para Fósforo (solución patrón de fósforo 1000 ppm)

Palanda (Pulpa) Fecha: 25/05/09		Palanda (pergamino) Fecha: 25/05/09		Palanda (Grano) Fecha:15/06/09	
Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal
0	0,055	0	0,068	0	0,062
1	0,12	1	0,089	1	0,079
5	0,423	5	0,417	5	0,425
10	0,8	10	0,781	10	0,765
15	1,103	15	1,04	15	1,025
20	1,313	20	1,413	20	1,298

Vilcabamba (Pulpa) Fecha: 4/06/09		Vilcabamba (pergamino) Fecha: 16/07/09		Vilcabamba (Grano) Fecha: 16/07/09	
Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal
0	0,062	0	0,049	0	0,062
1	0,079	0,5	0,053	1	0,079
5	0,425	1	0,101	5	0,425
10	0,765	5	0,403	10	0,765
15	1,025	10	0,811	15	1,025
20	1,298	15	1,119	20	1,298

El Panguí (Pulpa) Fecha: 3/06/09		El Panguí (pergamino) Fecha: 30/06/09		El Panguí (Grano) Fecha: 30/06/09	
Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal	Concentración (ppm)	Señal
0	0,051	0	0,051	0	0,051
0,5	0,043	0,5	0,043	0,5	0,043
1	0,08	1	0,08	1	0,08
5	0,358	5	0,358	5	0,358
10	0,693	10	0,693	10	0,693
15	0,984	15	0,984	15	0,984

CUANTIFICACIÓN DE FÓSFORO (PALANDA)

PULPA							
Fecha: 25/05/09							
MUESTR A	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,05454	100	5	50	2,80	1362,84	
M2	2,02540	100	5	50	2,50	1234,32	
M3	2,00350	100	5	50	2,30	1147,99	
M4	2,06451	100	5	50	2,27	1099,53	1205,5
M5	2,07430	100	5	50	2,60	1253,43	
DM4	2,05871	100	5	50	2,70	1311,50	
PERGAMINO							
Fecha: 25/05/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,0625	100	25	50	2,38	230,79	
M2	2,0509	100	25	50	2,36	230,15	
M3	2,0401	100	25	50	2,32	227,44	227,8
M4	2,0497	100	25	50	2,33	227,35	
M5	2,0787	100	25	50	2,35	226,10	
D M3	2,0601	100	25	50	2,35	228,14	
GRANO							
Fecha:15/06/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,08184	100	5	50	7,43	3568,96	
M2	2,01600	100	5	50	7,60	3769,84	
M3	2,02610	100	5	50	7,13	3519,08	3445,6
M4	2,00715	100	5	50	7,40	3686,82	
M5	2,03650	100	5	50	7,65	3756,44	
DM3	2,05215	100	5	50	6,92	3372,07	

CUANTIFICACIÓN DE FÓSFORO (VILCABAMBA)

PULPA							
Fecha: 4/06/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,0401	100	10	50	5,55	1360,23	
M2	2,0618	100	10	50	5,75	1394,41	
M3	2,0618	100	10	50	5,20	1261,03	
M4	2,1403	100	10	50	5,15	1203,10	1240,73
M5	2,0561	100	10	50	5,50	1337,48	
DM4	2,0104	100	10	50	5,14	1278,35	
PERGAMINO							
Fecha: 16/07/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,1054	100	25	50	2,73	259,33	
M2	2,08731	100	25	50	2,70	258,71	
M3	2,05123	100	25	50	2,64	257,41	
M4	2,07958	100	25	50	2,67	256,78	
M5	2,0956	100	25	50	2,74	261,50	260,85
DM5	2,0754	100	25	50	2,70	260,19	
GRANO							
Fecha: 16/07/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,08184	100	5	50	5,19	2492,99	
M2	2,016	100	5	50	5,52	2738,59	
M3	2,0261	100	5	50	5,56	2742,71	2749,91
M4	2,00715	100	5	50	5,49	2734,72	
M5	2,0365	100	5	50	5,36	2629,51	
DM3	2,05215	100	5	50	5,66	2757,11	

CUANTIFICACIÓN DE FÓSFORO (EL PANGUI)

PULPA							
Fecha: 3/06/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,054	100	5	50	2,59	1260,95	
M2	2,03214	100	5	50	2,51	1235,15	
M3	2,06987	100	5	50	2,53	1222,3	
M4	2,03654	100	5	50	2,51	1232,48	1213,70
M5	2,0101	100	5	50	2,56	1273,57	
DM4	2,0587	100	5	50	2,46	1194,93	
PERGAMINO							
Fecha: 30/06/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	2,03625	100	25	50	2,49	244,57	
M2	2,03146	100	25	50	2,45	241,21	
M3	2,0478	100	25	50	2,51	245,14	
M4	2,0541	100	25	50	2,45	238,55	
M5	2,02140	100	25	50	2,49	246,36	245,06
DM5	2,0184	100	25	50	2,46	243,76	
GRANO							
Fecha: 30/06/09							
MUESTRA	PESO (g)	INICIAL (ml)	ALÍCUOTA (ml)	FINAL (ml)	Co (mg/L)	ppm (mg/kg)	Prom. M+D
M1	1,03678	100	5	50	3,92	3780,94	
M2	1,0265	100	5	50	3,87	3770,09	
M3	1,10265	100	5	50	3,93	3564,14	7343,20
M4	1,06457	100	5	50	3,88	3644,66	
M5	1,065	100	5	50	3,95	3708,92	
DM3	1,03994	100	5	50	3,93	3779,06	