



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

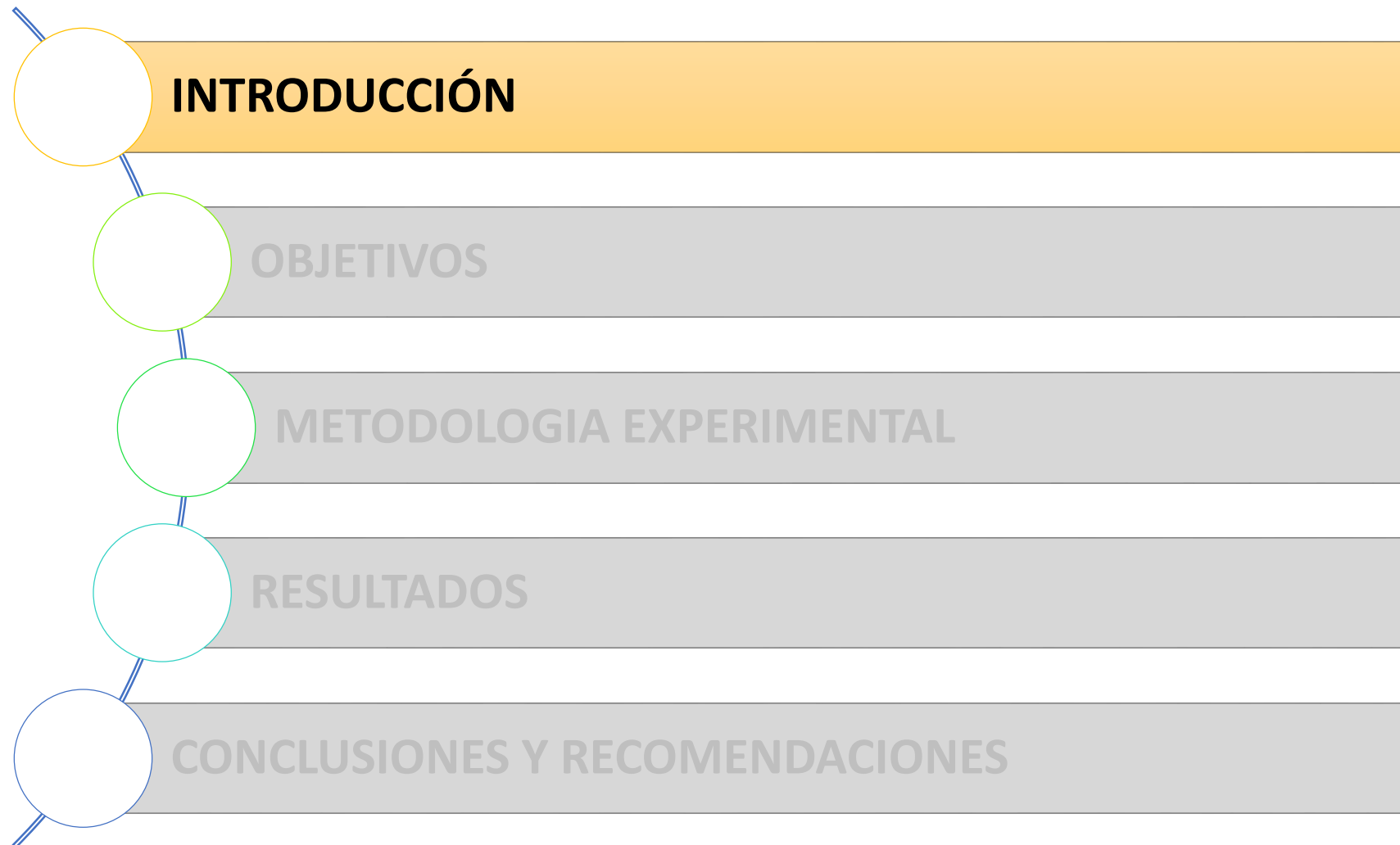
**OPTIMIZACIÓN DE VARIABLES INSTRUMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN
SISTEMÁTICA DE METALES MICRONUTRIENTES Y METALES PESADOS, EN
CULTIVOS ANDINOS INFRAUTILIZADOS**

AUTOR: MOLINA ESPIN, PAMELA ALEXANDRA

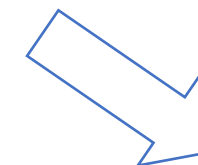
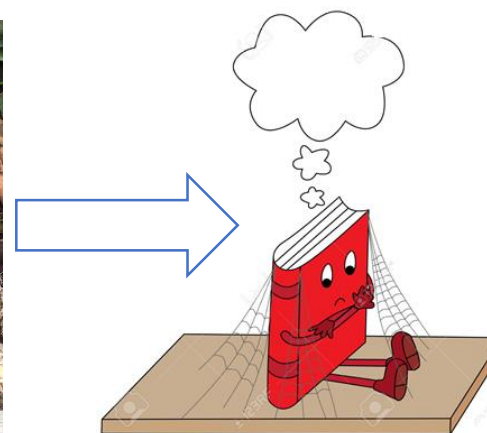
DIRECTOR: DR. PHD. RODRÍGUEZ MAECKER, ROMÁN NICOLAY





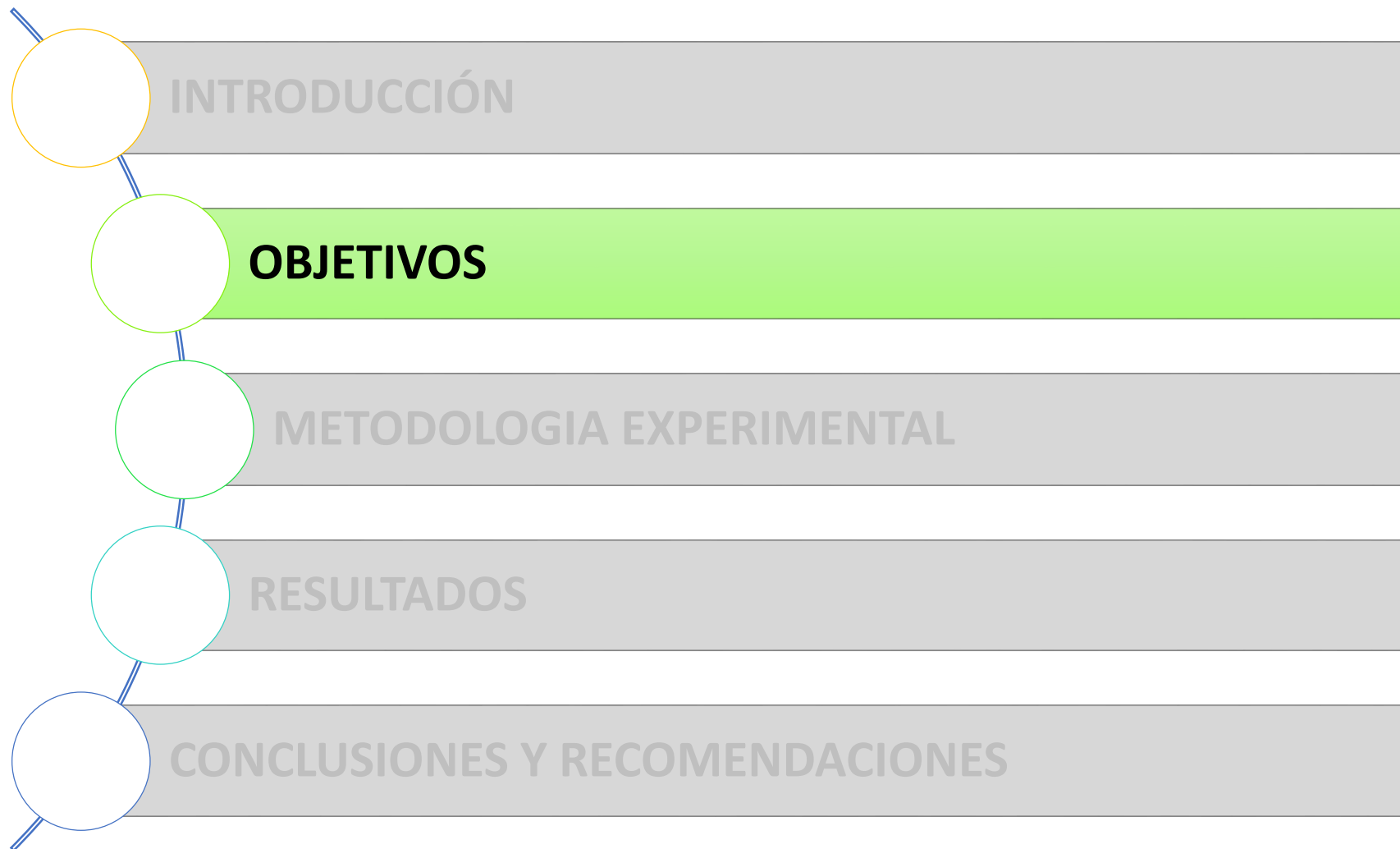


Productos andinos infrautilizados



Varios productos con valor agregado







Objetivo general

- ✓ Optimizar variables instrumentales para la determinación sistemática y en serie de metales micronutrientes y metales pesados presentes en cultivos andinos infrautilizados a través del método de espectrometría de absorción atómica.

Objetivos específicos

- ✓ Digerir las cenizas de: mashua, oca, zanahoria blanca, camote, achira, chocho, papa china, melloco, cáscara de banano, pulpa de banano, cascara + pulpa de banano para ser analizadas por espectrometría de absorción atómica.



Objetivos específicos

- ✓ Establecer las condiciones óptimas para las variables como: flujo de acetileno-aire y altura del mechero, para cada especie a ser analizada mediante curvas de calibración en el rango adecuado de los mismos.
- ✓ Analizar cada una de las muestras para cuantificar macronutrientes, micronutrientes y contaminantes como metales pesado

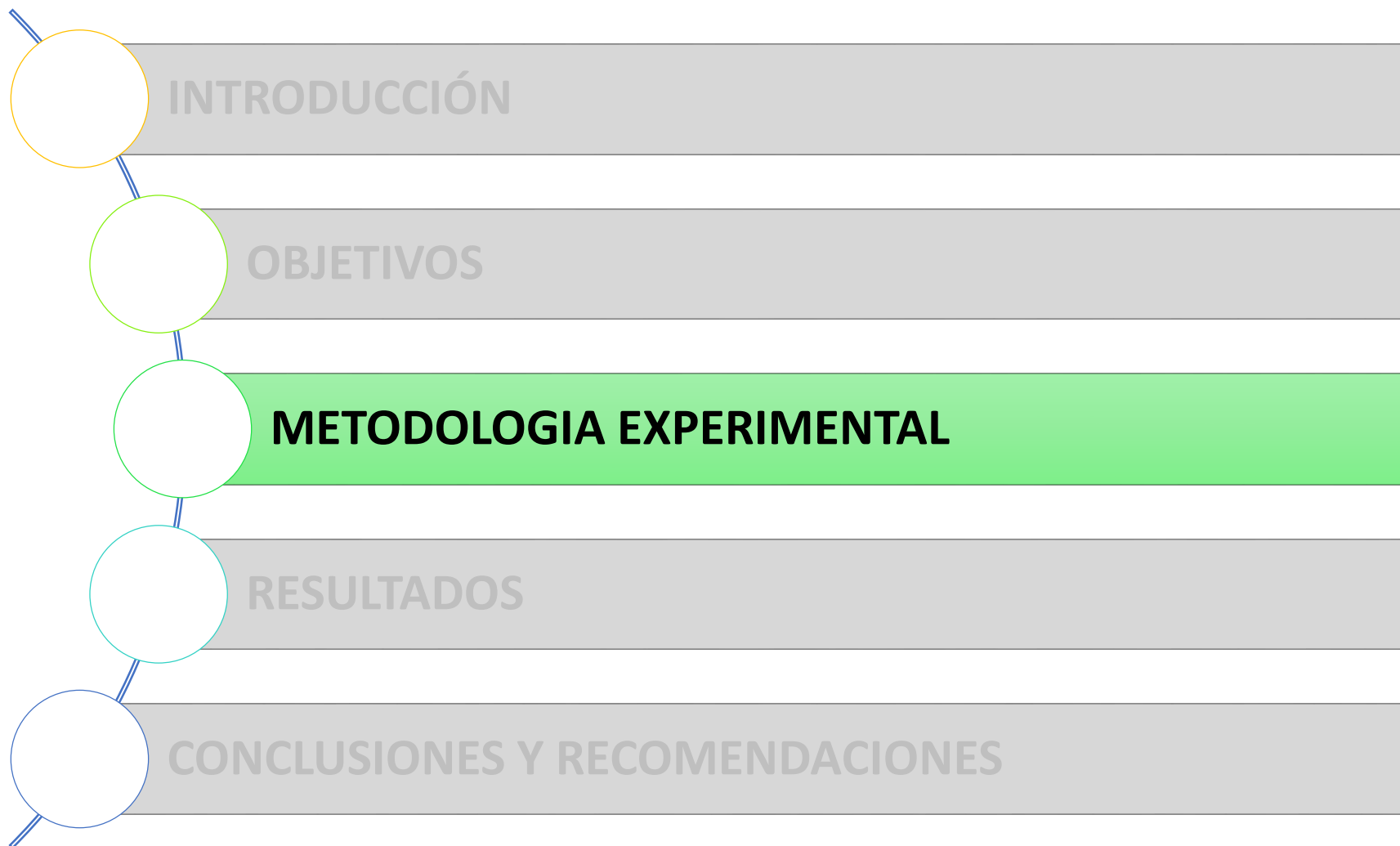


Figura 1. Cenizas de productos andinos infrutilizados



Figura 2. Trituración de Muestras

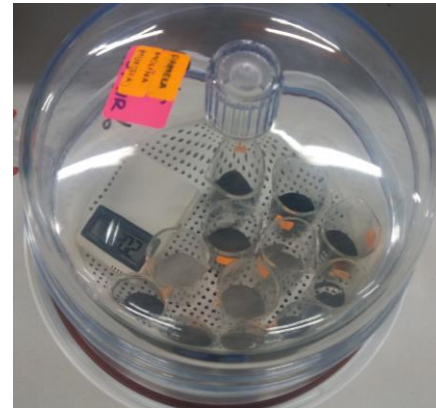


Figura 3. Muestras en desecador

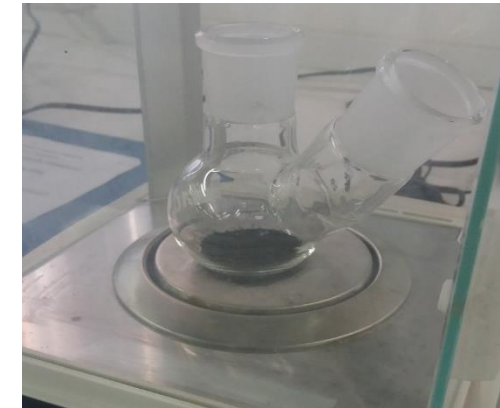


Figura 4. Peso de muestras

Digestión Ácida

Tabla 1. Muestras con sus respectivos pesos

Muestra	Peso (gr)	Muestra	Peso
Oca	1,004	Camote Amarillo	1,007
Mashua	1,003	Camote Morado	1,008
Melloco	1,006	Achira	1,003
Zanahoria Blanca	1,003	Harina de cáscara de banano	1,005
Papa china	1,006	Pulpa de banano	1,000
Chocho	1,002	Harina de cáscara de banano + pulpa de banano	1,002

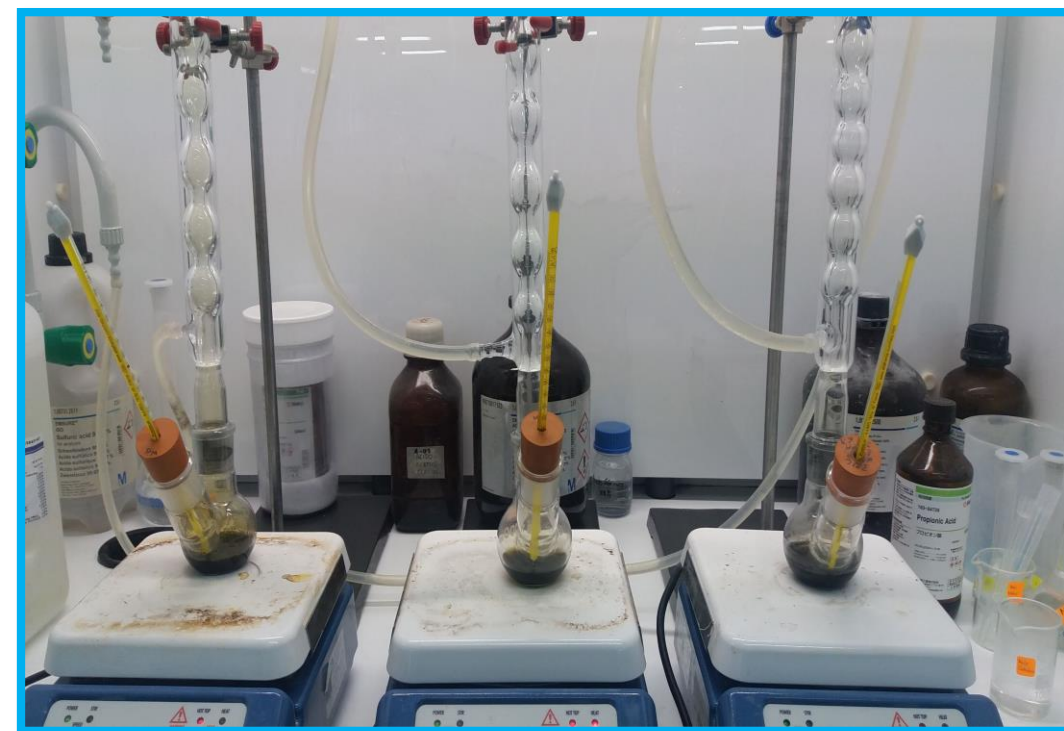


Figura 5. Equipo para digestión ácida

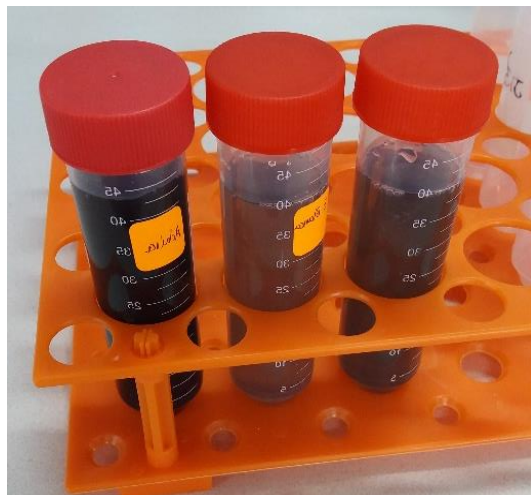


Figura 6. Digerido de Muestras



Figura 7. Centrifugación de muestras

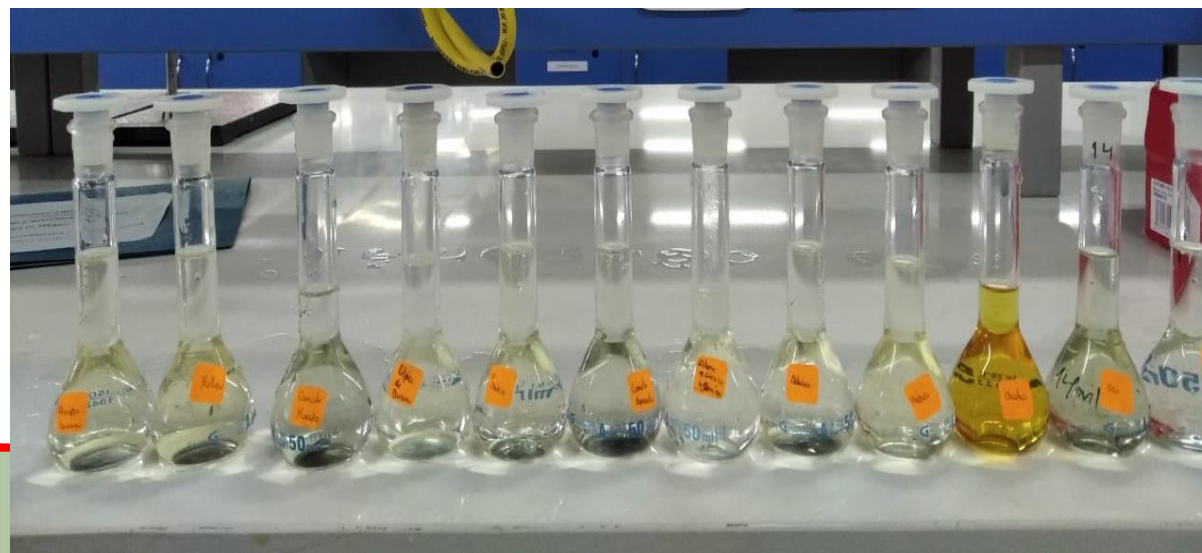


Figura 8. Muestras digeridas y aforadas

Figura 9. Espectrómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 300



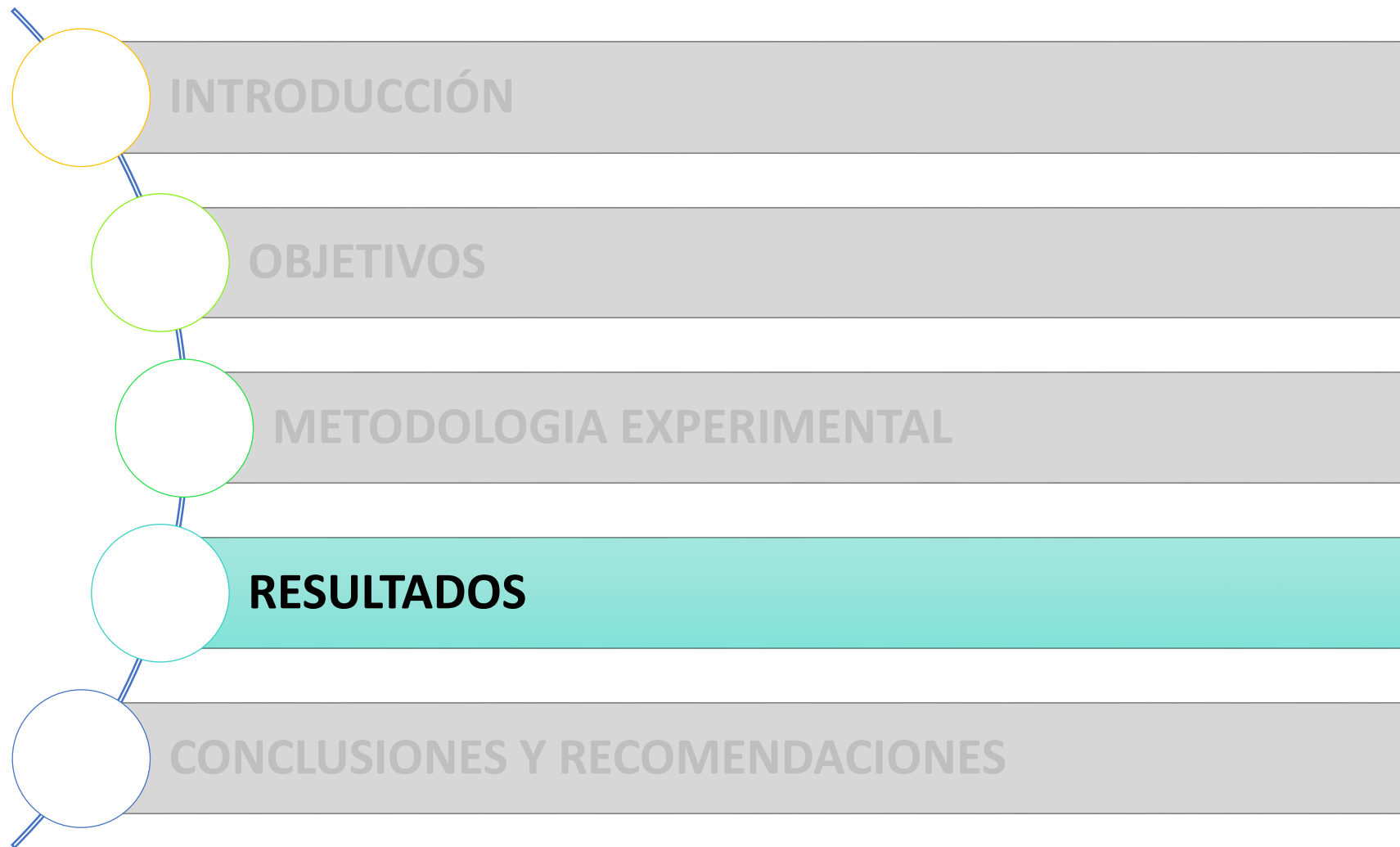
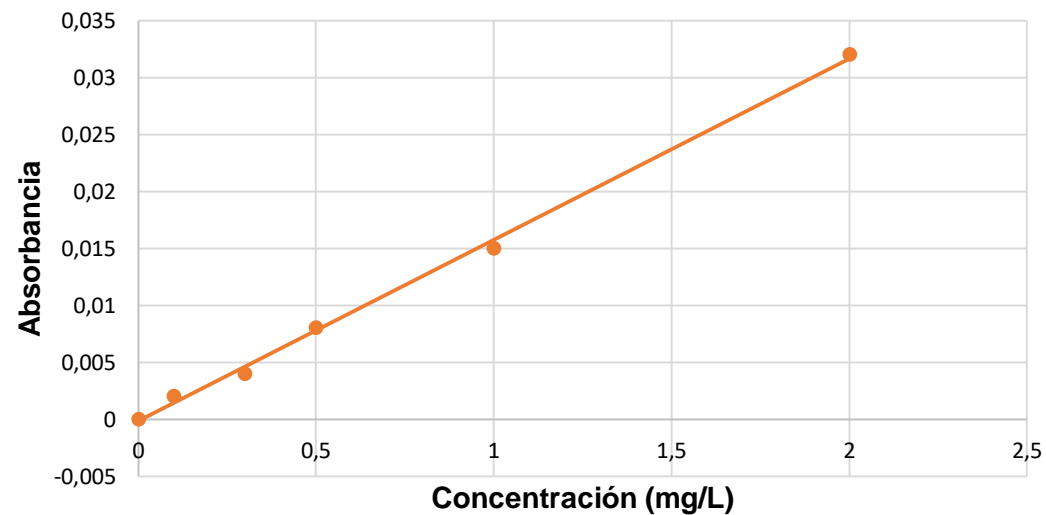




Tabla 1. Condiciones óptimas de longitud de onda y Flujo de combustible

Elemento	Longitud de onda (nm)	Flujo de combustible (L/h)
Hierro (Fe)	248,6	60
Manganeso (Mn)	279,5	72
Zinc (Zn)	213,9	66
Níquel (Ni)	232	60
Cromo (Cr)	357,9	120
Plomo (Pb)	217	108
Cadmio (Cd)	228,8	60

Curva de calibración Hierro (Fe)

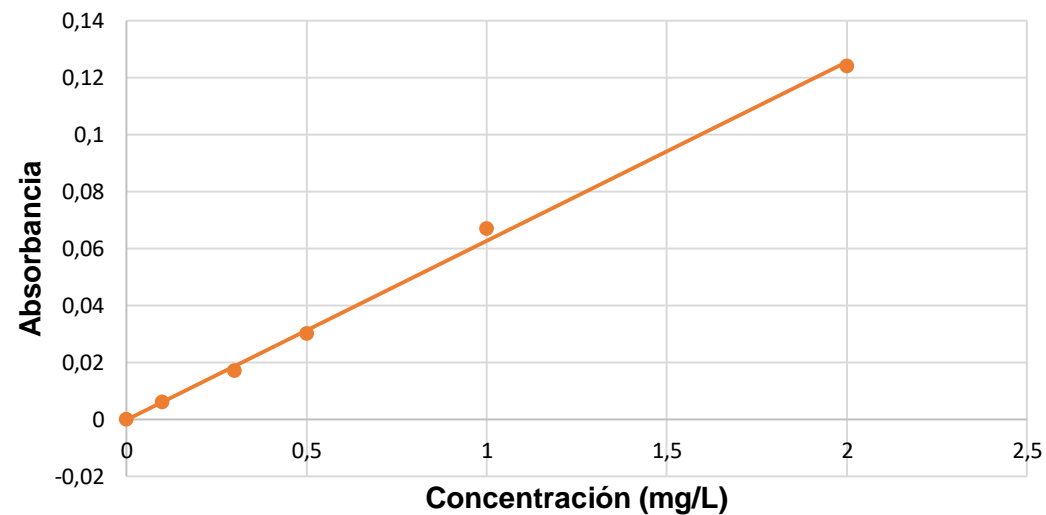


$$y = 0,01569x - 0.0002$$

Con un

$$R^2 = 0.998$$

Curva de calibración Manganeseo (Mn)

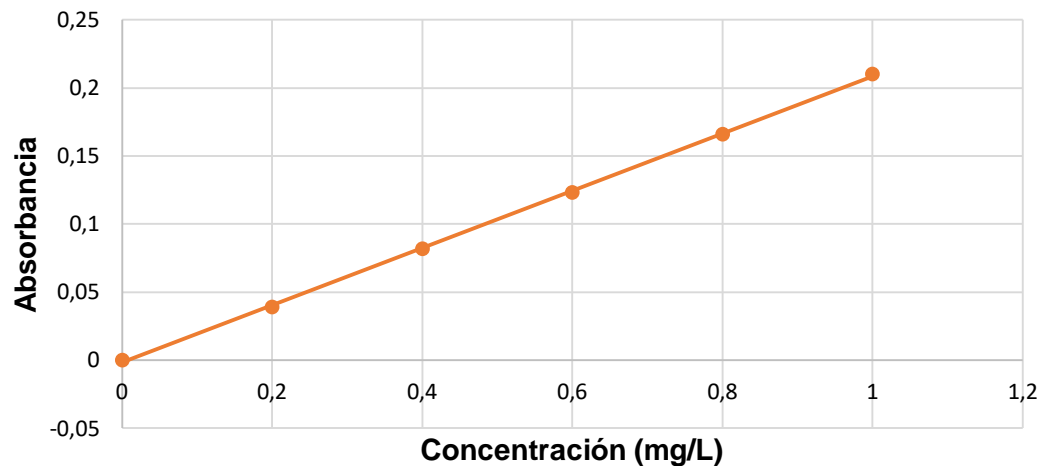


$$y = 0,0629x - 0.0002$$

Con un

$$R^2 = 0.9977$$

Curva de calibración Zinc (Zn)

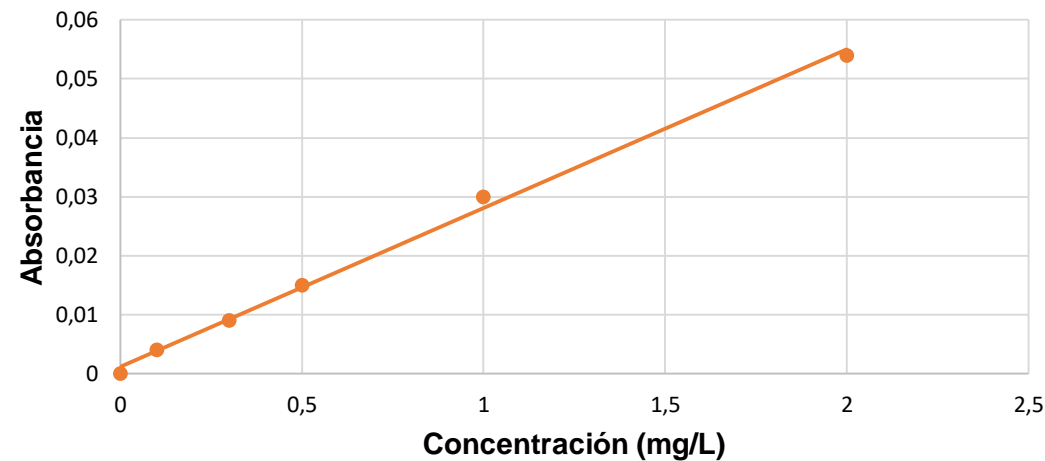


$$y = 0,2103x - 0.0018$$

Con un

$$R^2 = 0.9997$$

Curva de calibración Níquel (Ni)

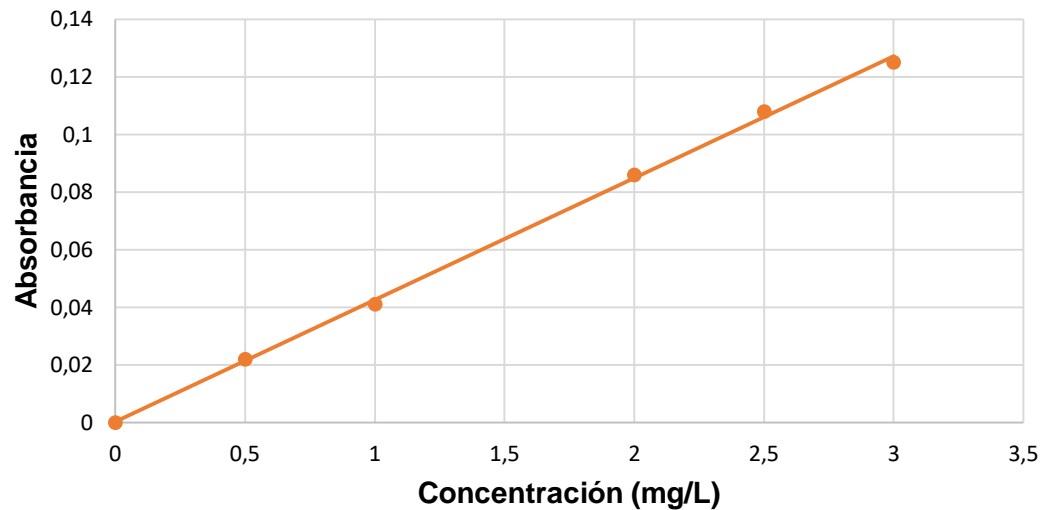


$$y = 0,0269x - 0.0012$$

Con un

$$R^2 = 0.9969$$

Curva de calibración Cromo (Cr)

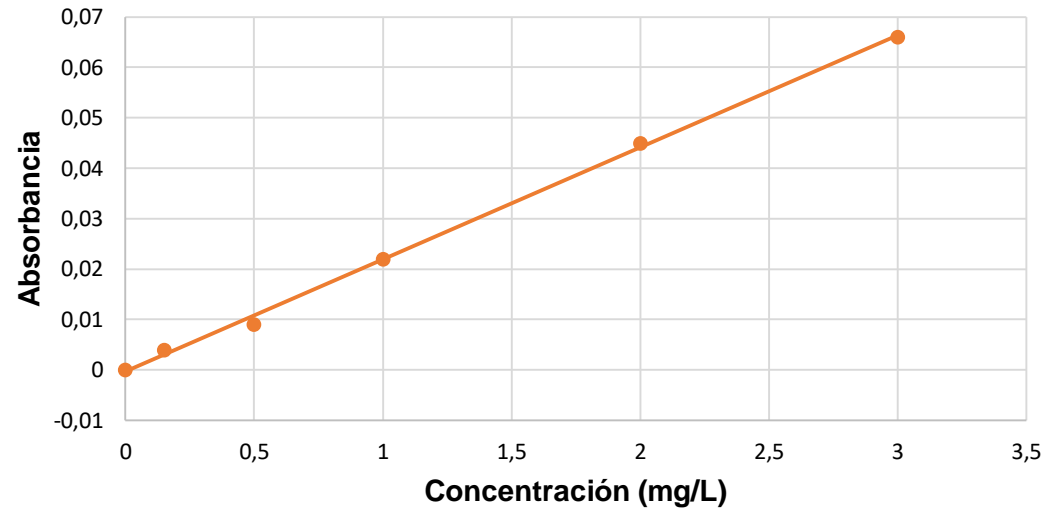


$$y = 0,0423x - 0.0002$$

Con un

$$R^2 = 0.999$$

Curva de calibración Plomo (Pb)

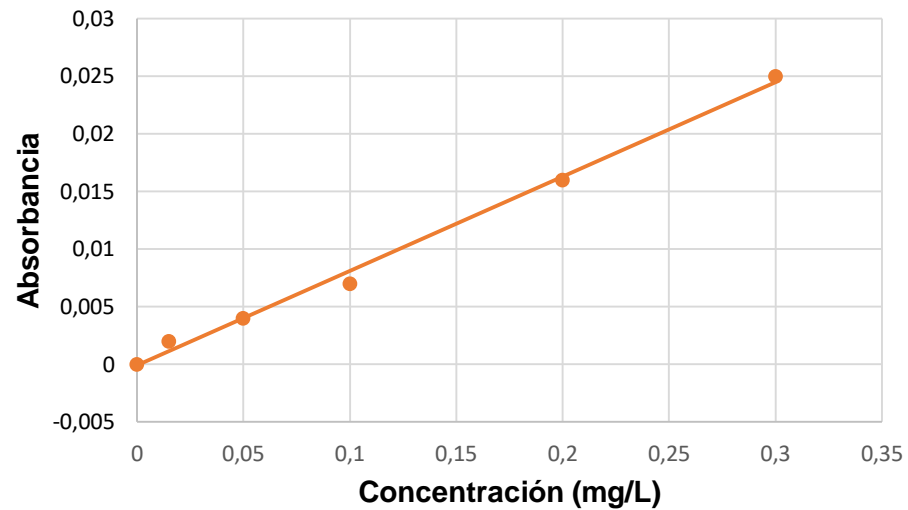


$$y = 0,0222x - 0.0003$$

Con un

$$R^2 = 0.9985$$

Curva de calibración Cadmio (Cd)

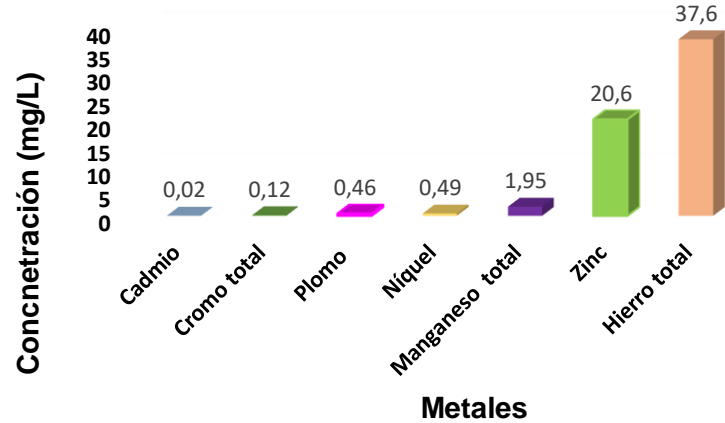


$$y = 0,0818x - 0.00006$$

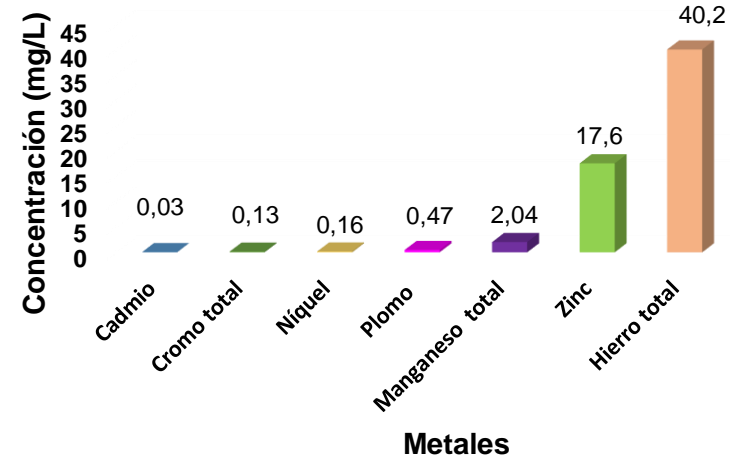
Con un

$$R^2 = 0.995$$

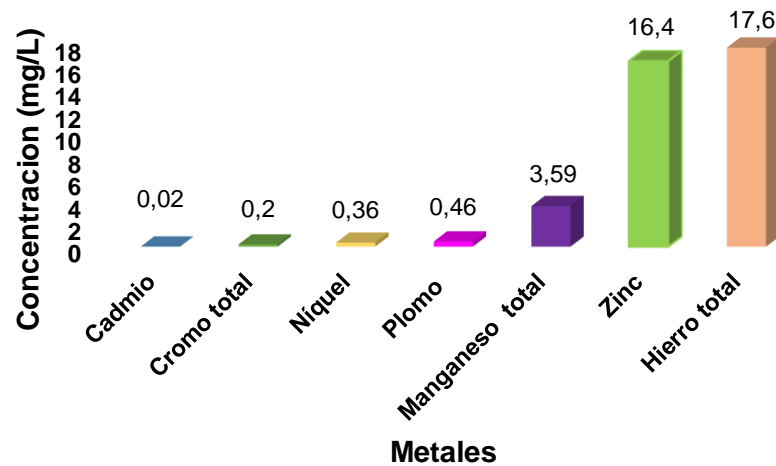
Metales en cenizas digeridas de Oca



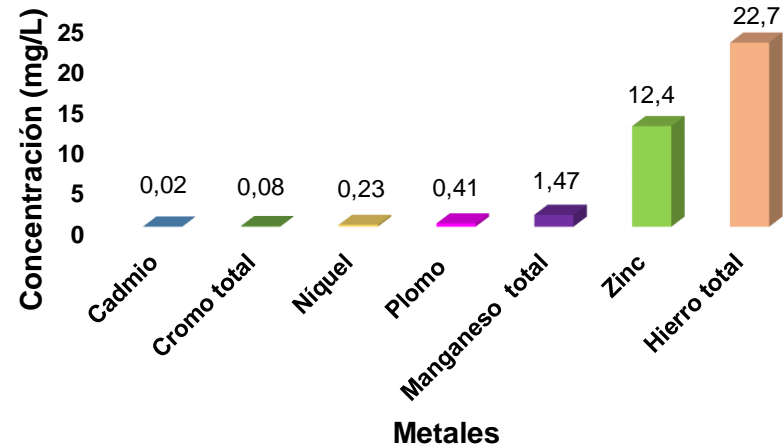
Metales en ceniza de Mashua



Metales en ceniza de Melloco

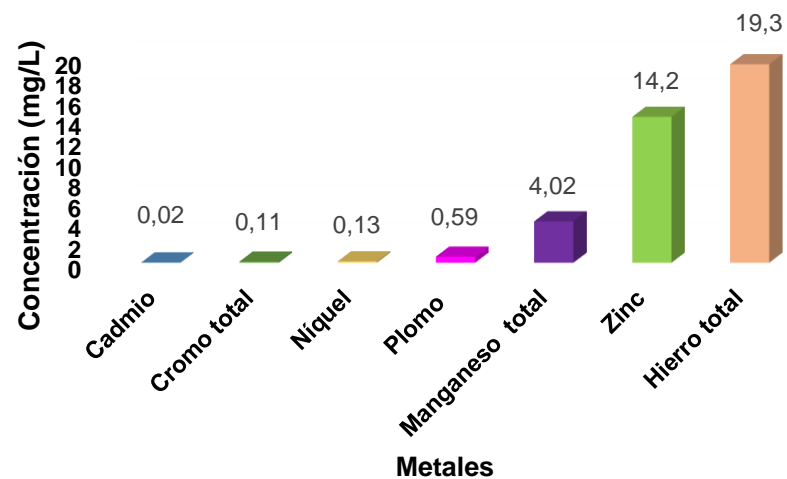


Metales en ceniza de Zanahoria Blanca

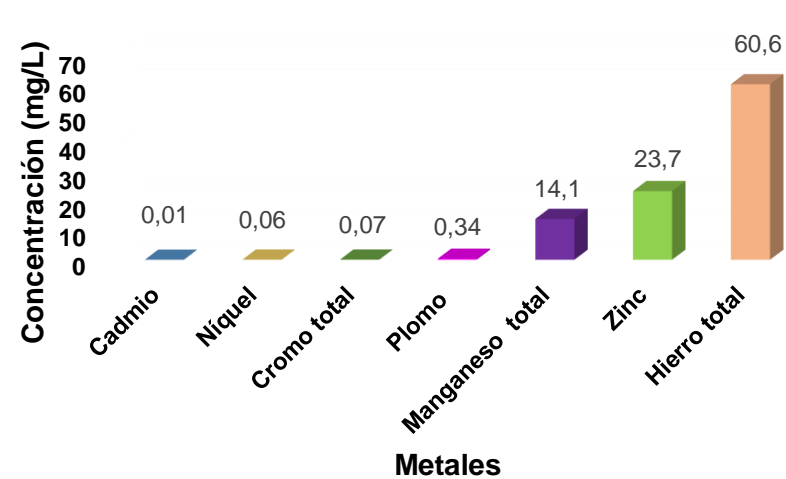




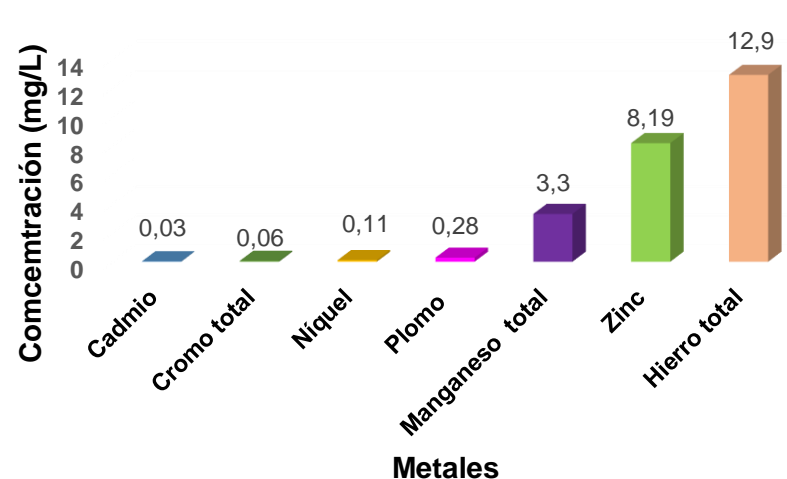
Metales en ceniza de Papa China



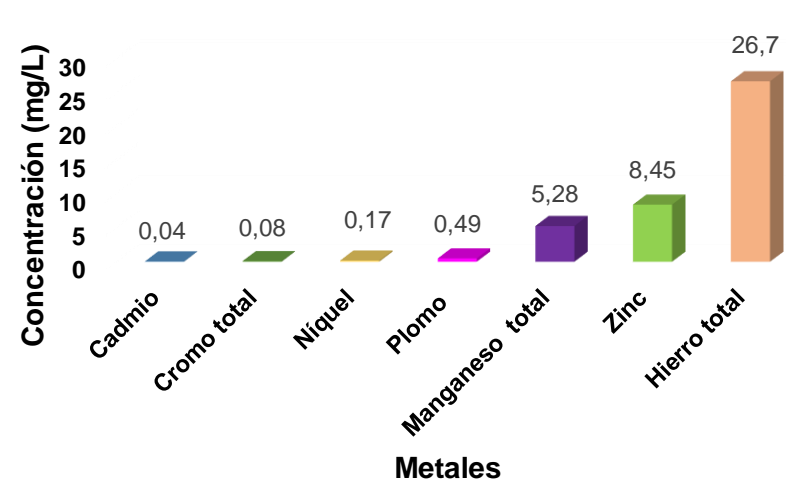
Metales en ceniza de Chocho



Metales en ceniza de Camote Amarillo



Metales en ceniza de Camote Morado

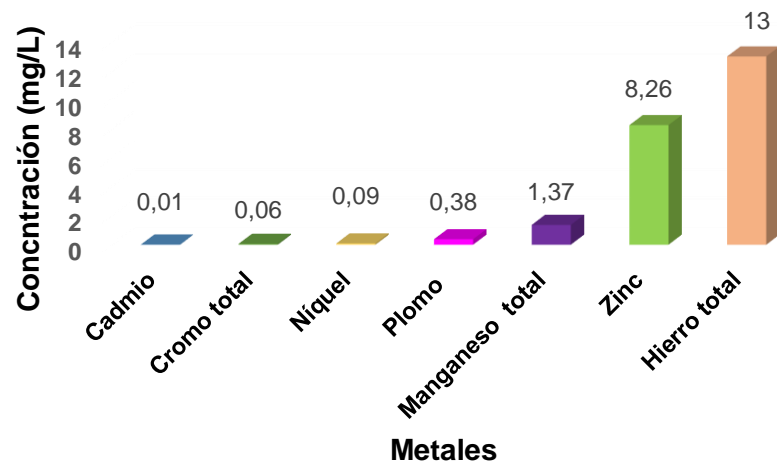




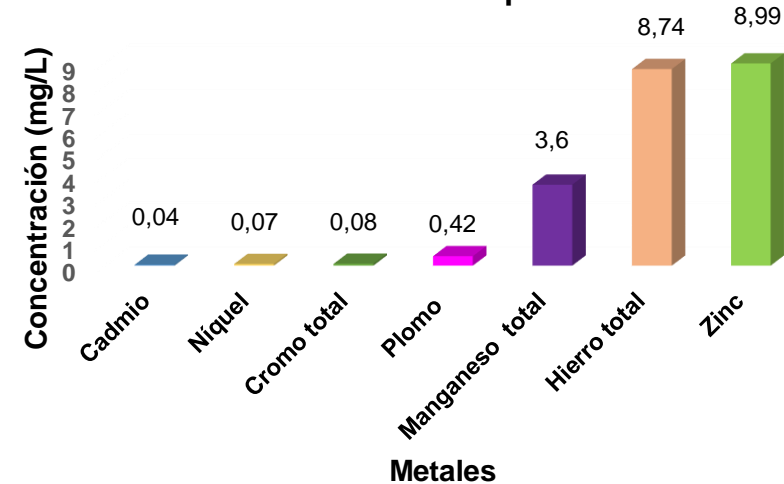
RESULTADOS



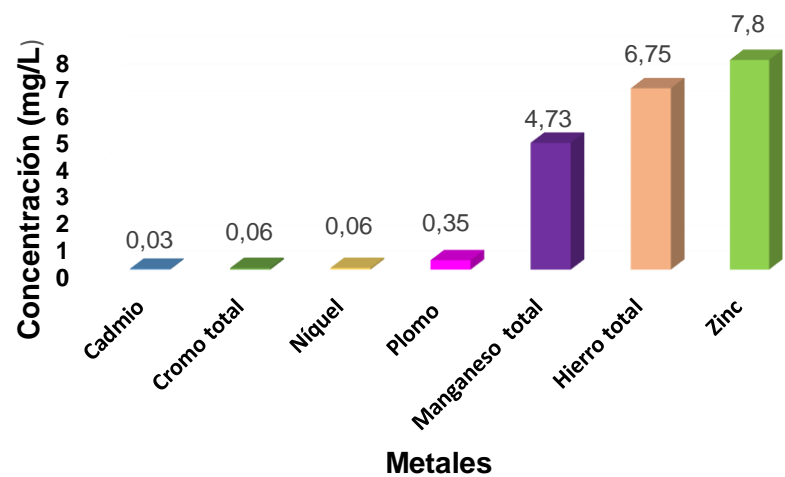
Metales en ceniza de Achira



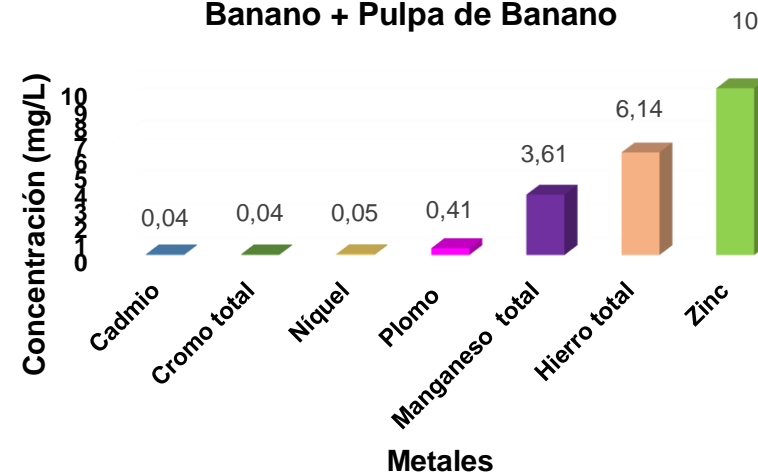
Metales en ceniza de Pulpa de Banana

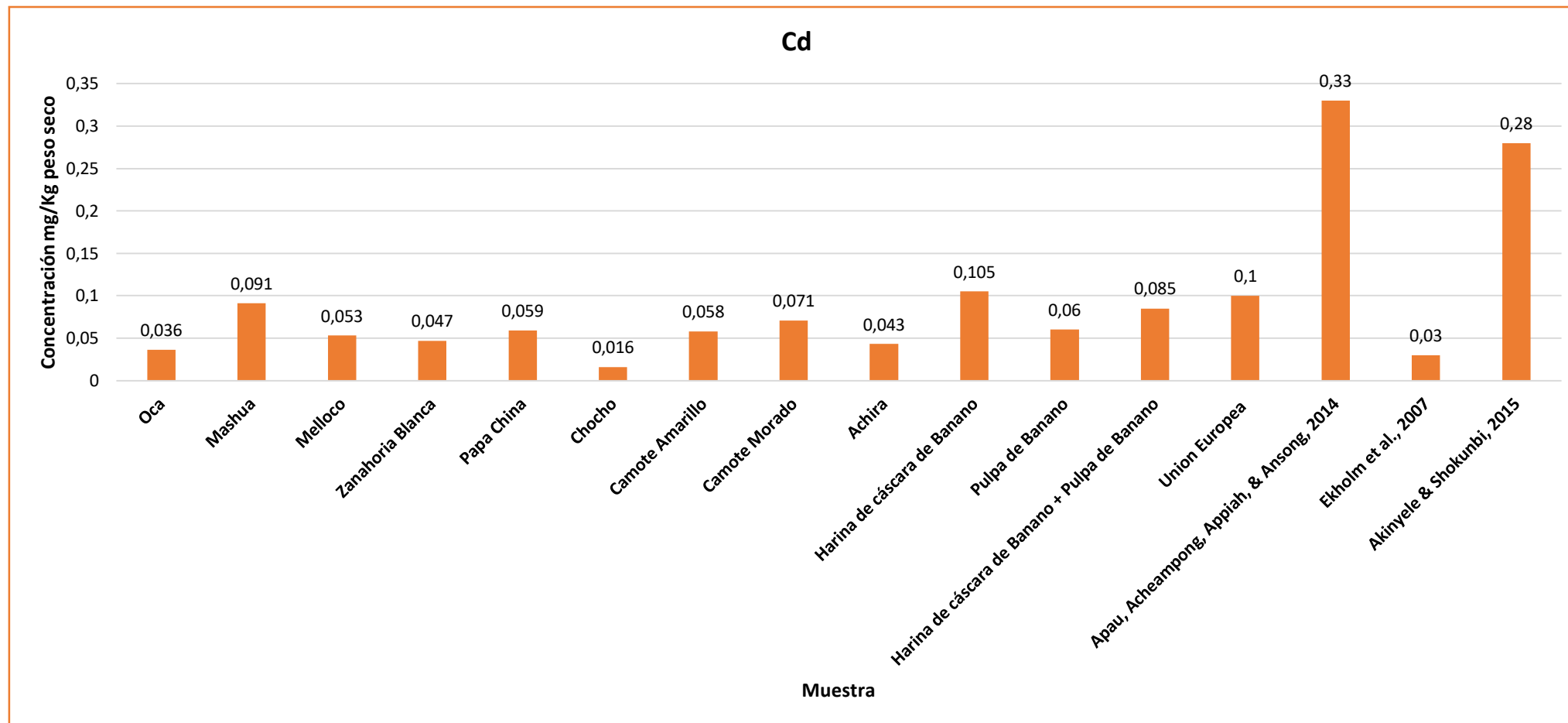


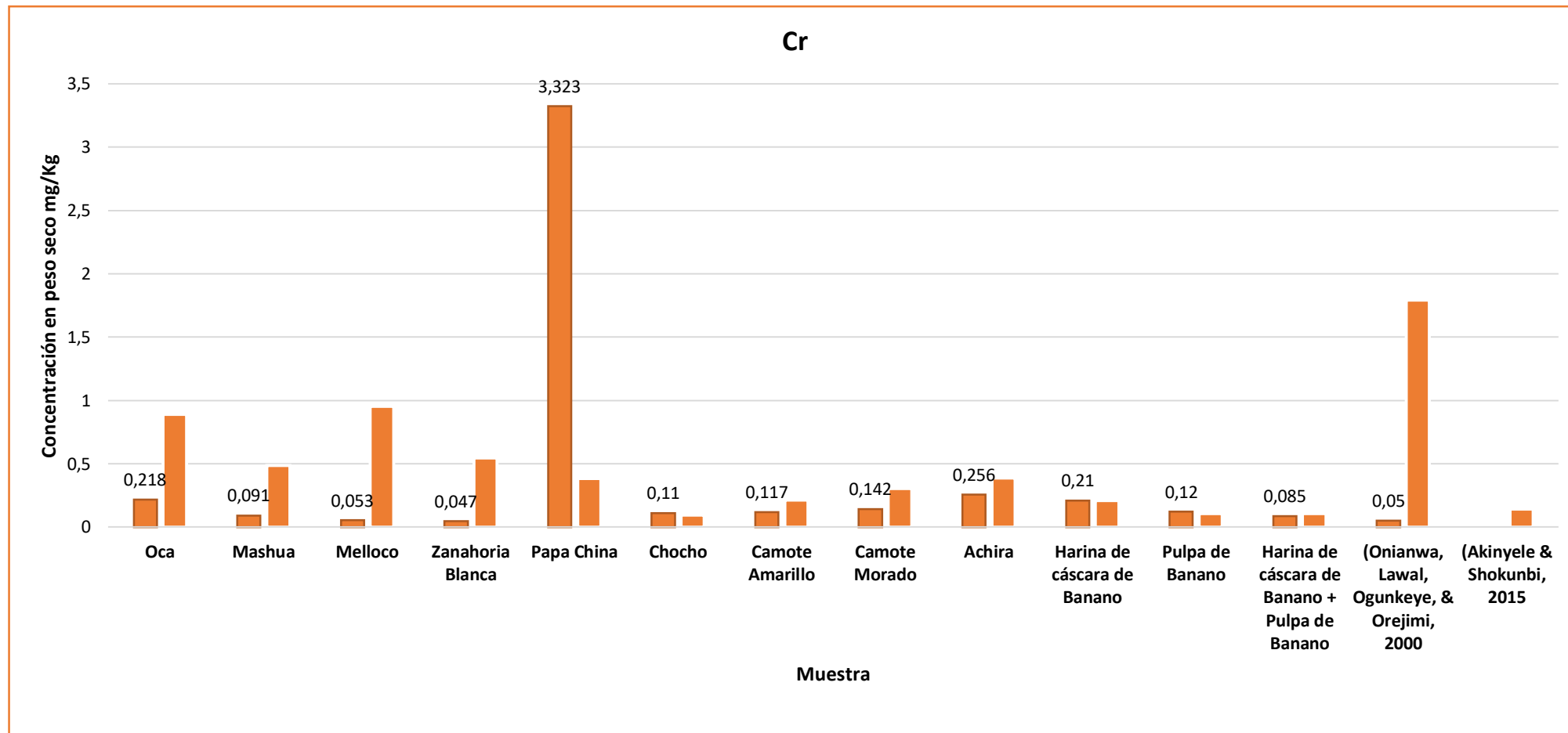
Metales en ceniza Harina de cáscara de Banano



Metales en ceniza de Harina de cáscara de Banano + Pulpa de Banano

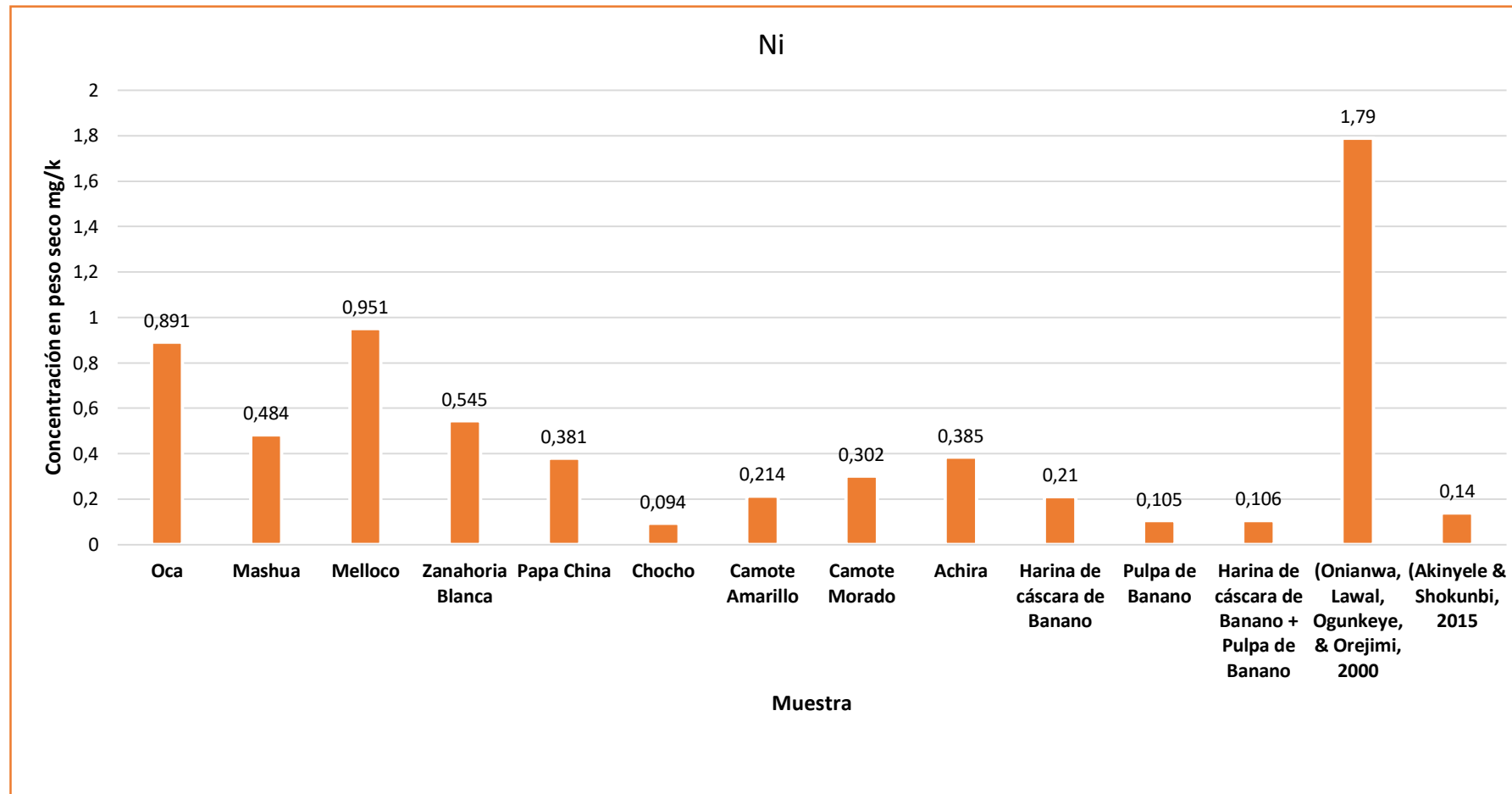






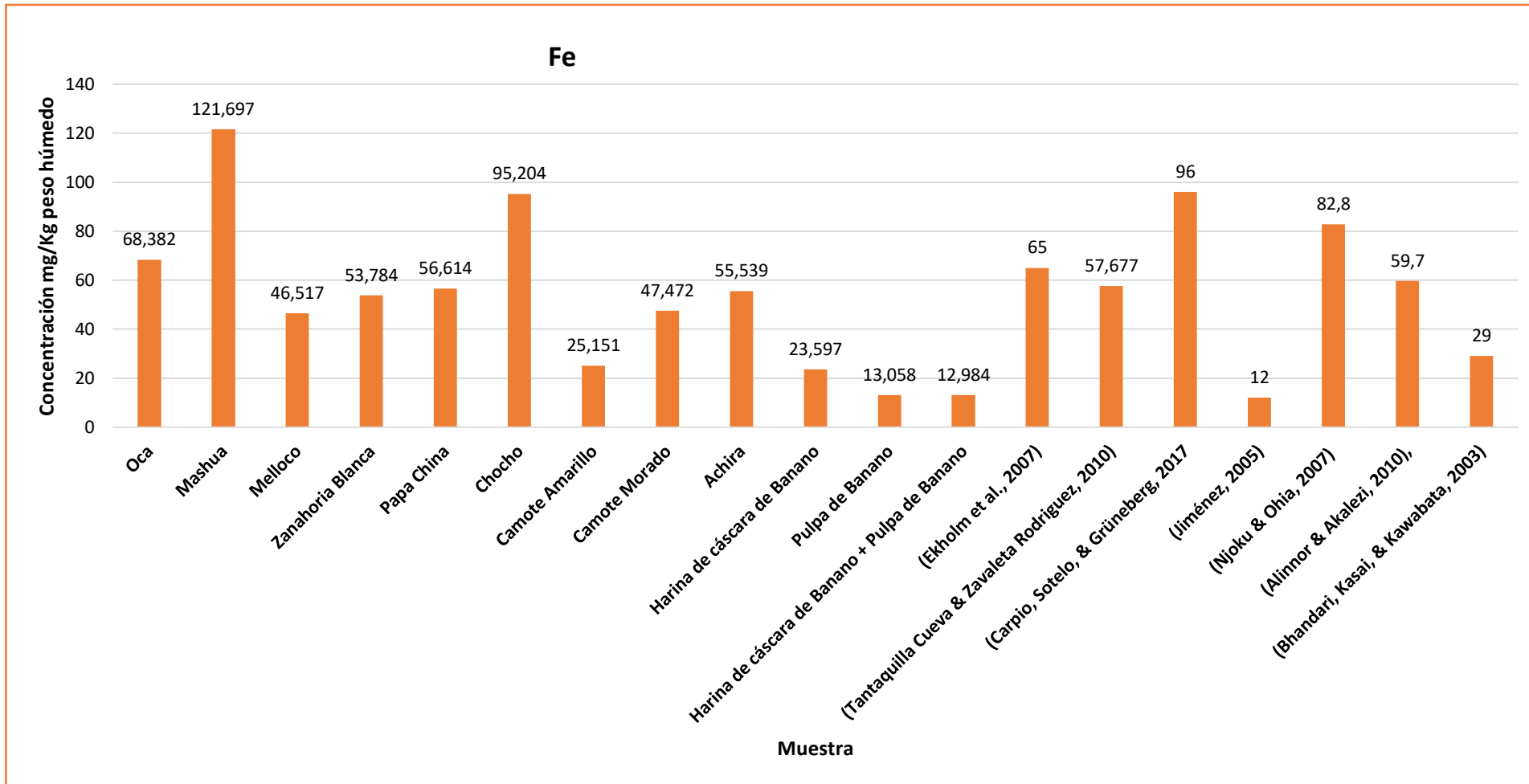


RESULTADOS



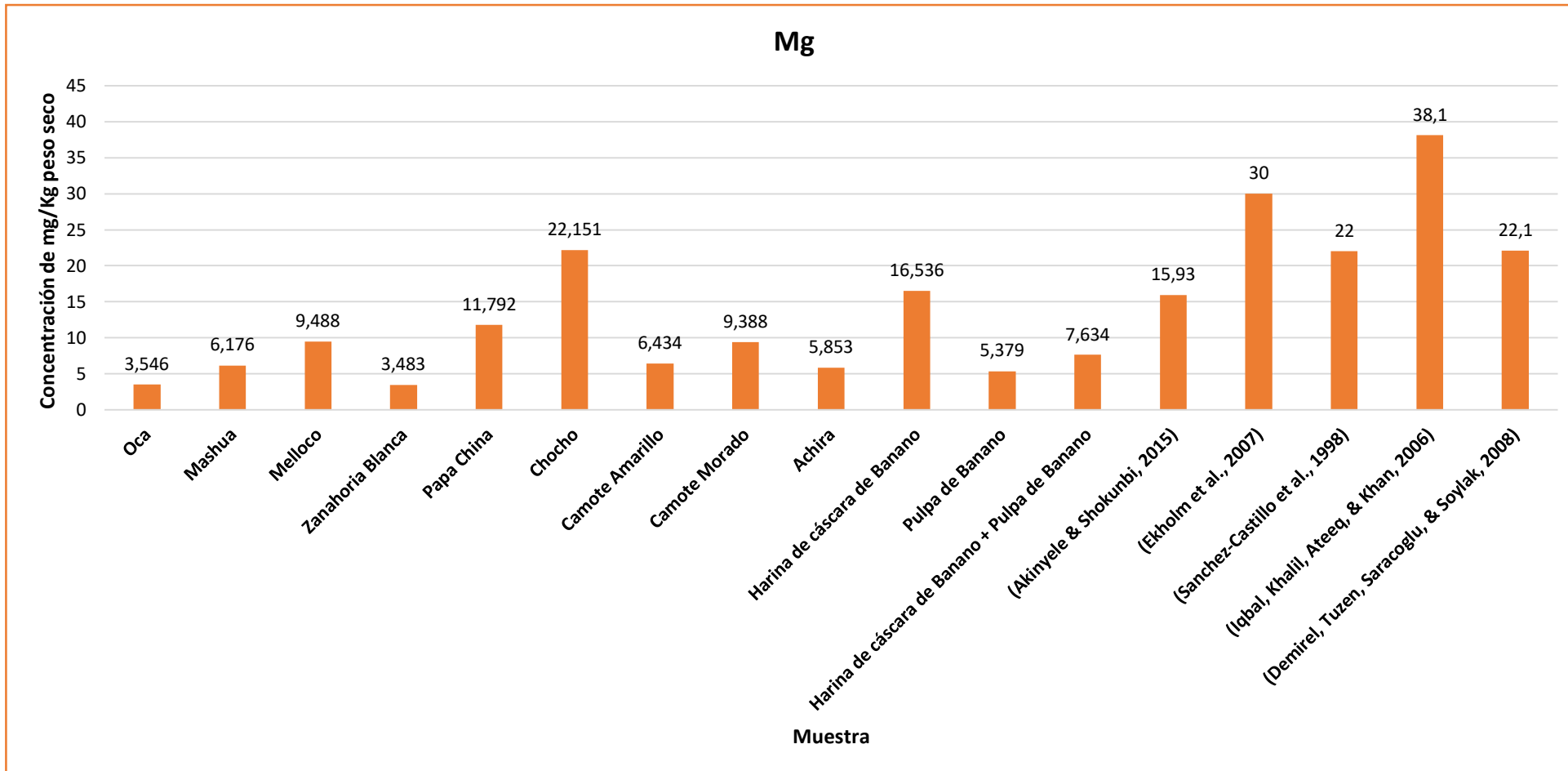


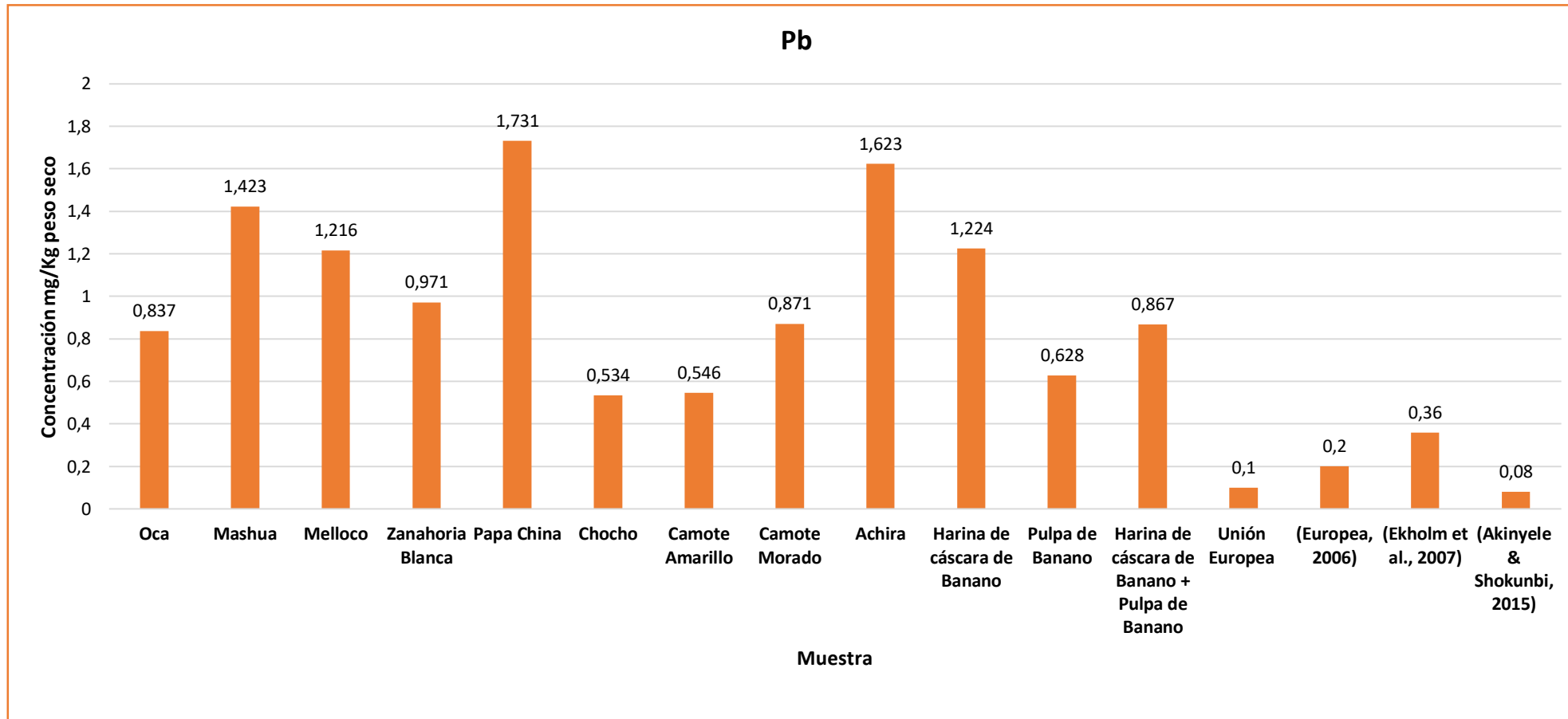
RESULTADOS





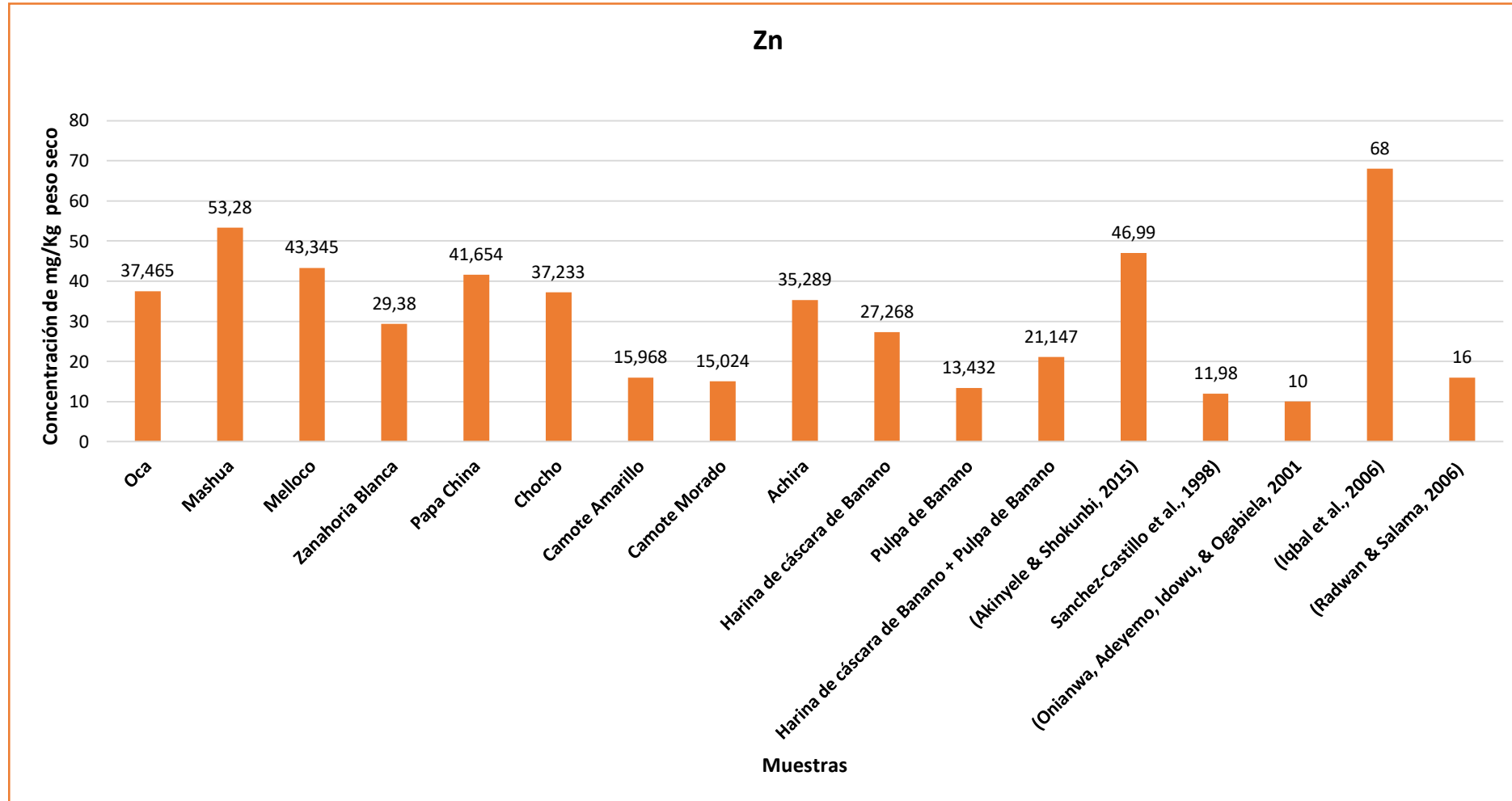
RESULTADOS

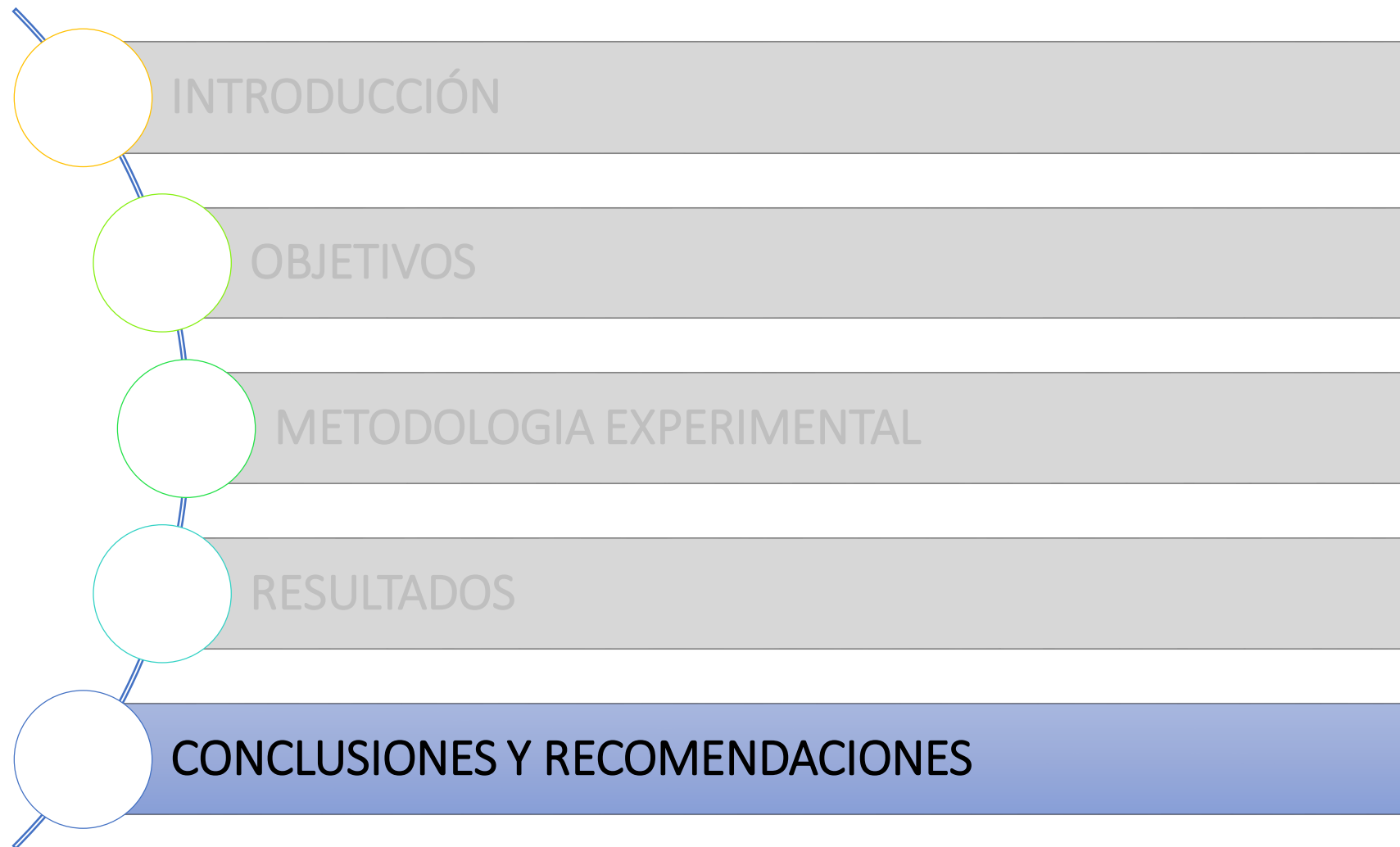






RESULTADOS







- ✓ Después de realizar la digestión acida de las muestras y observar que las mismas variaron de color, se concluye que las muestras de productos andinos infrautilizados pueden ser digeridas con agua regia y posteriormente analizadas por espectroscopia de absorción atómica.
- ✓ Después de realizar las curvas de calibración las cuales reflejan un $R^2 = 0,99$ para todas las muestras y de encontrar las condiciones óptimas de flujo de combustible mostradas en la tabla 10 para cada elemento, se concluye que las muestra analizada están optimizadas y dentro del rango adecuado
- ✓ Al realizar el análisis por espectroscopia de absorción atómica se obtuvo la concentración de micrometales dentro de los cuales tenemos el manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn) y cromo (Cr) y como metales pesados el cadmio (Cd), plomo (Pb) y níquel (Ni).



- ✓ El contenido de plomo en todas las muestras analizadas sobrepasa el 0,1 mg/kg peso seco que menciona la legislación europea como límite máximo de este metal en alimentos, por lo que las muestras analizadas no pueden utilizarse como materia prima para realizar productos alimenticios, esto puede deberse a que los productos son regados con descargas industriales.
- ✓ No se puede realizar un análisis sistemático y en serie de micronutrientes, macronutrientes y metales pesados presentes en cultivos andinos infrautilizados (mashua, oca, zanahoria blanca, camote morado, camote amarillo, achira, melloco, chocho, papa china) y residuos agroindustriales (cáscara de banano, pulpa de banano y cáscara + pulpa de banano) debido a que cada muestra necesita diferentes diluciones para ser analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica.



- ✓ Se recomienda la digestión ácida por microondas, ya que evita la generación y exposición a vapores, contaminación de la misma y representa un ahorro de tiempo y recursos al ser un sistema automatizado.
- ✓ Para obtener un $R^2 > 0,99$ se recomienda realizar la mayor cantidad de réplicas posibles para cada una de las muestras a ser analizadas.
- ✓ Se propone realizar un estudio del suelo donde cultivan los productos andinos y del agua que se utilizan para regarlos, con la finalidad de determinar la causa de la alta concentración de plomo presente en dichos cultivos, mismos que exceden los límites permitidos.

- ✓ Los productos andinos infrautilizados son una materia prima potencial tanto en la industria alimentaria como petroquímica, debido a la cantidad de almidón micronutrientes y macronutrientes que posee, por lo tanto, se recomienda realizar más estudios que permitan determinar nuevos procesos para la obtención de productos con un valor agregado.

GRACIAS