



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

### DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### INGENIERÍA PETROQUÍMICA

**“ESTUDIO PARA LA EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE SAPONINAS A PARTIR DEL MOJUELO DE QUINUA COMO UNA POSIBLE ALTERNATIVA A LA DISPONIBILIDAD DE TENSOACTIVOS DE ORIGEN NATURAL.”**

CARLOS EDUARDO VILLACIS SEGOVIA





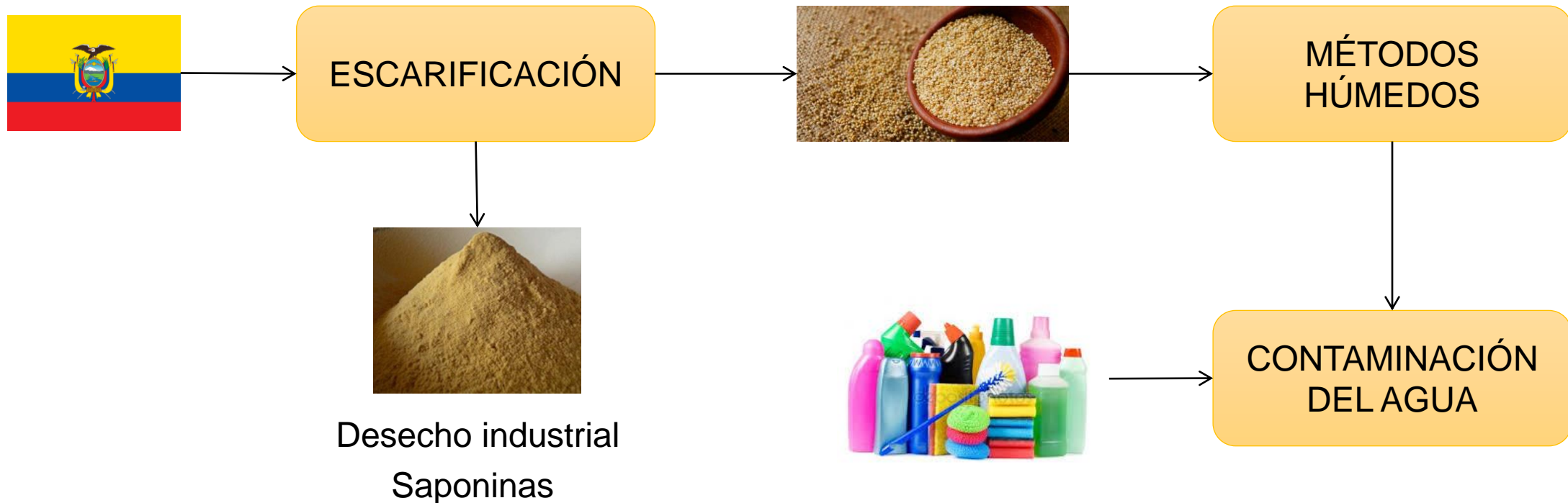
**INTRODUCCIÓN.**

**DESARROLLO EXPERIMENTAL.**

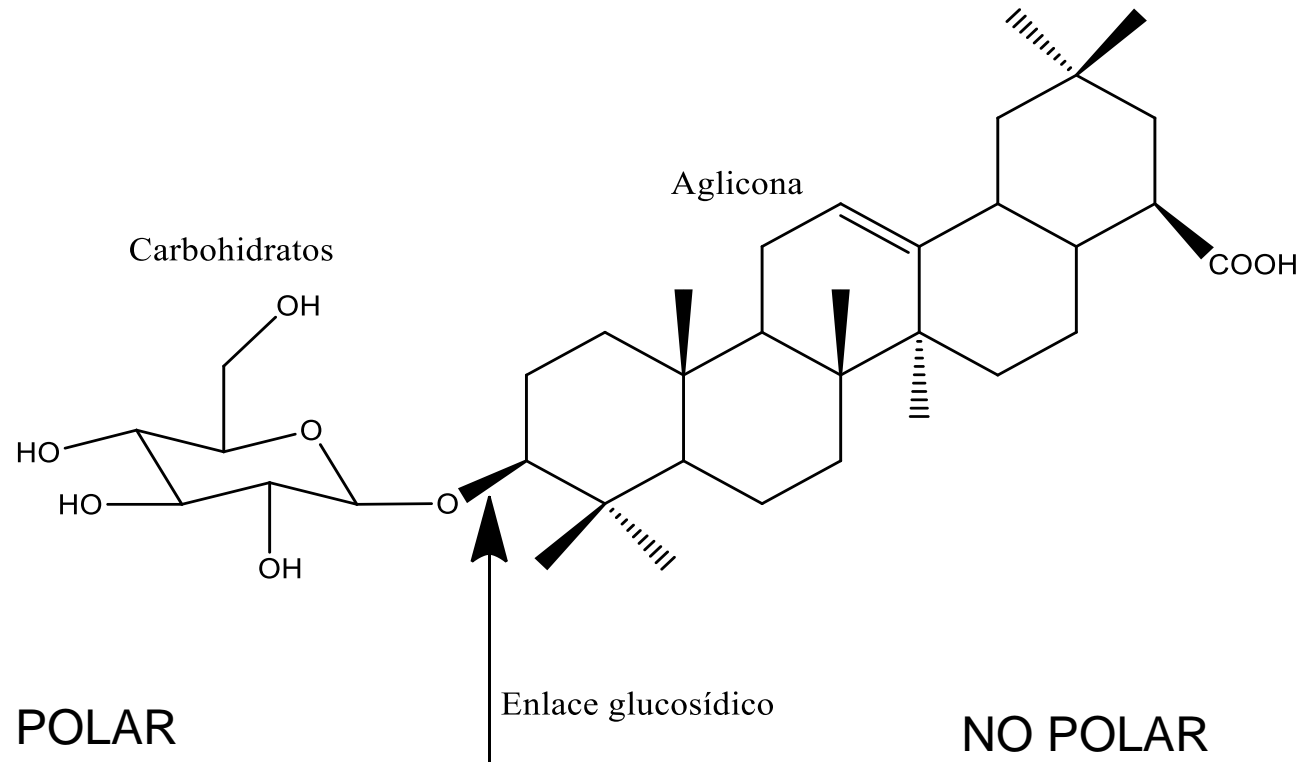
**RESULTADOS.**

**CONCLUSIONES.**

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# Estructura general de saponinas de quinua





# OBJETIVOS

## Objetivo General:

- Extraer y purificar saponinas del mojuelo de quinua.

## Objetivos Específicos:

- Extraer y purificar las saponinas del mojuelo de quinua utilizando extracción asistida por microondas y maceración.
- Establecer las condiciones que presentan la mayor influencia en el rendimiento de extracción de saponinas.
- Cuantificar el contenido de saponinas utilizando espectroscopia UV-VIS.



**INTRODUCCIÓN**

**DESARROLLO EXPERIMENTAL.**

**RESULTADOS**

**CONCLUSIONES.**



# METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

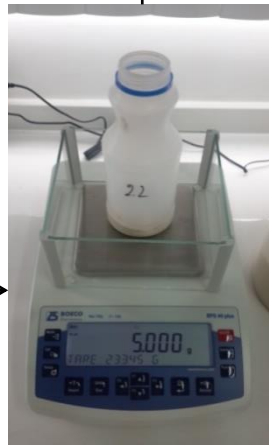
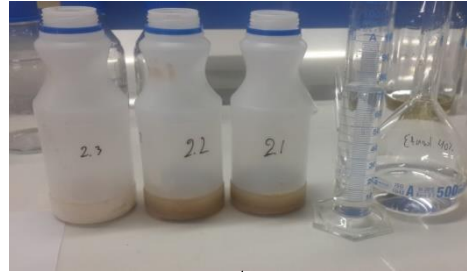
## Extracción por maceración



Tamiz numero 20



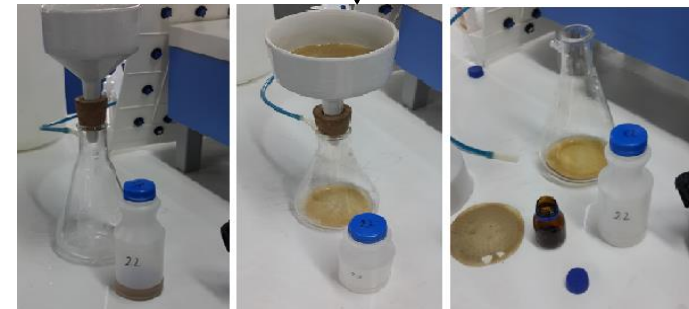
4 horas  
40 °C



s/m= 10,15,20  
Concentración  
(40,50 y 60) %



24,48,72 horas



# METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

## Extracción asistida por microondas



Tamiz número 20



4 horas  
40 °C

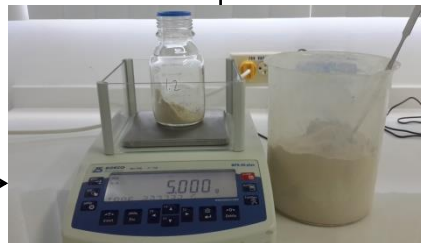


s/m= 10,15,20  
Concentración  
(20,40 y 60) %



Medición de  
temperatura

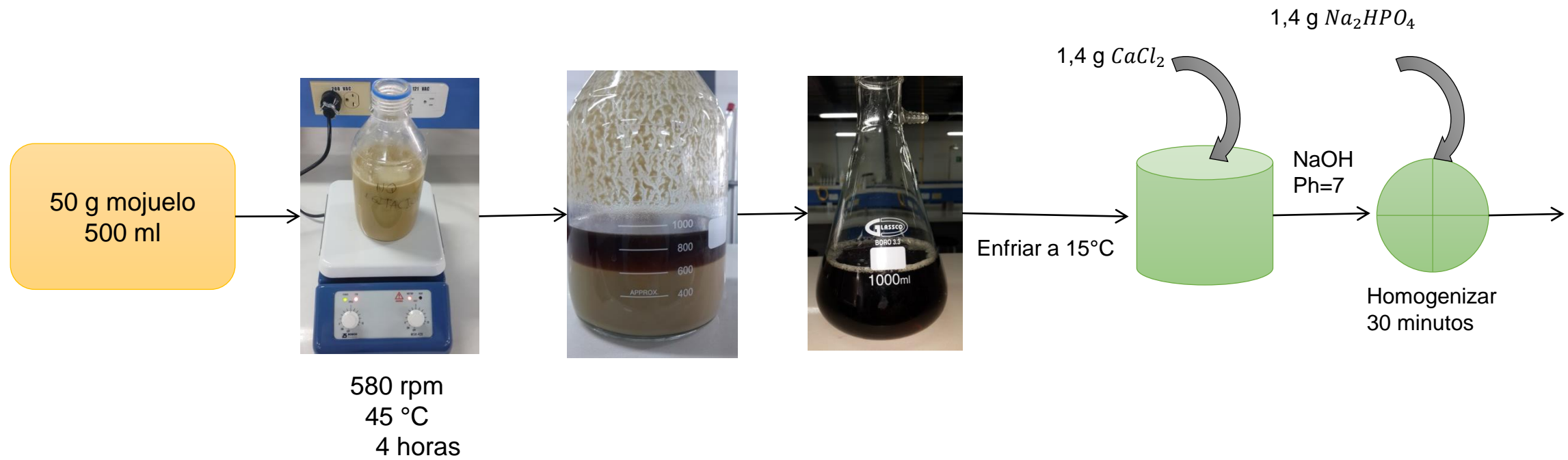
Ciclos de extracción: 3,5,7  
Potencia de extracción:  
495,630,900 W





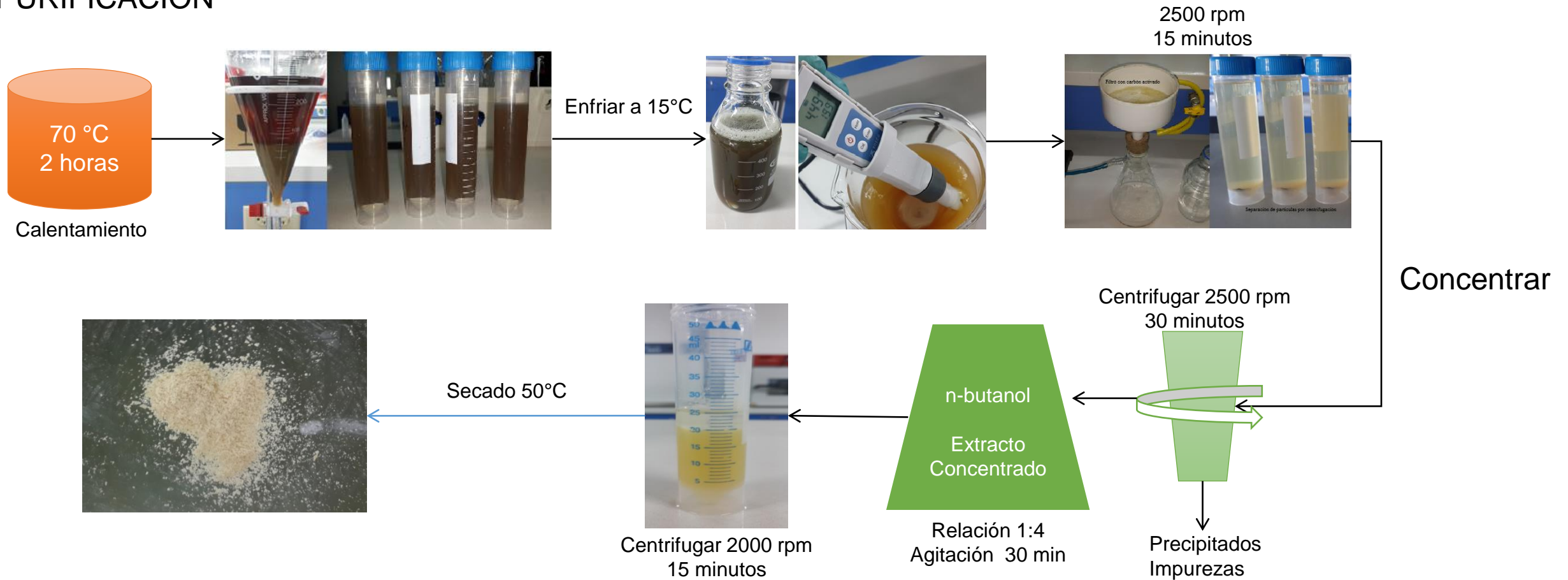
# METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

## PURIFICACIÓN



# METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

## PURIFICACIÓN





**INTRODUCCIÓN.**

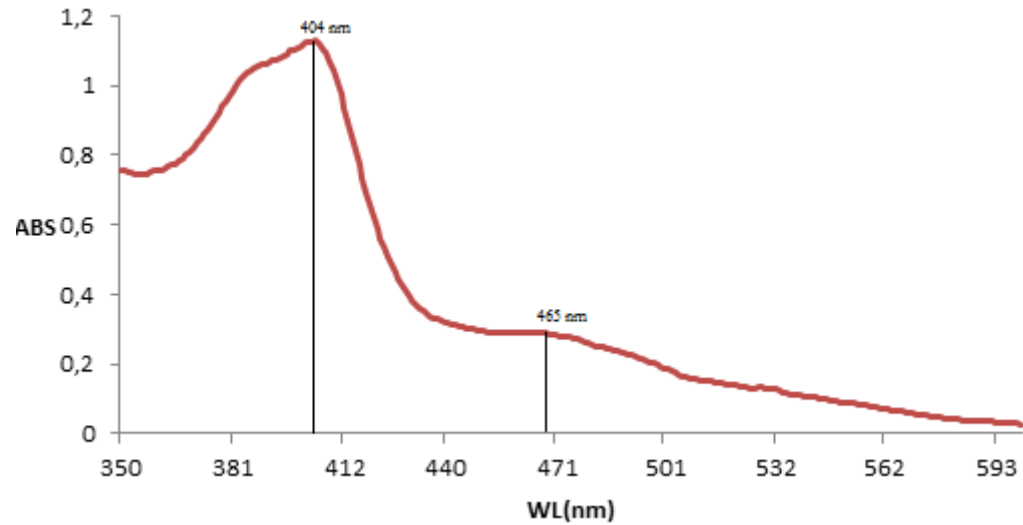
**DESARROLLO EXPERIMENTAL.**

**RESULTADOS.**

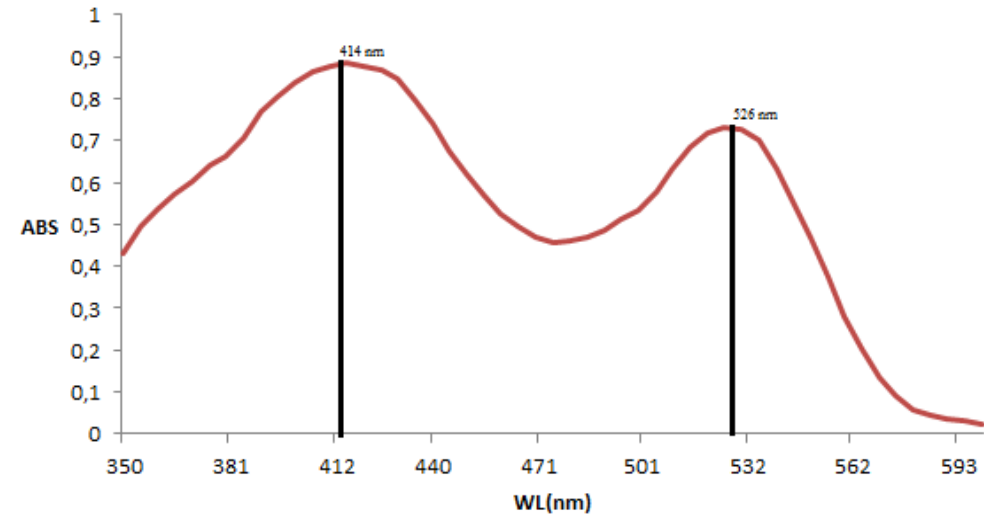
**CONCLUSIONES.**

# RESULTADOS

## Espectros de absorción



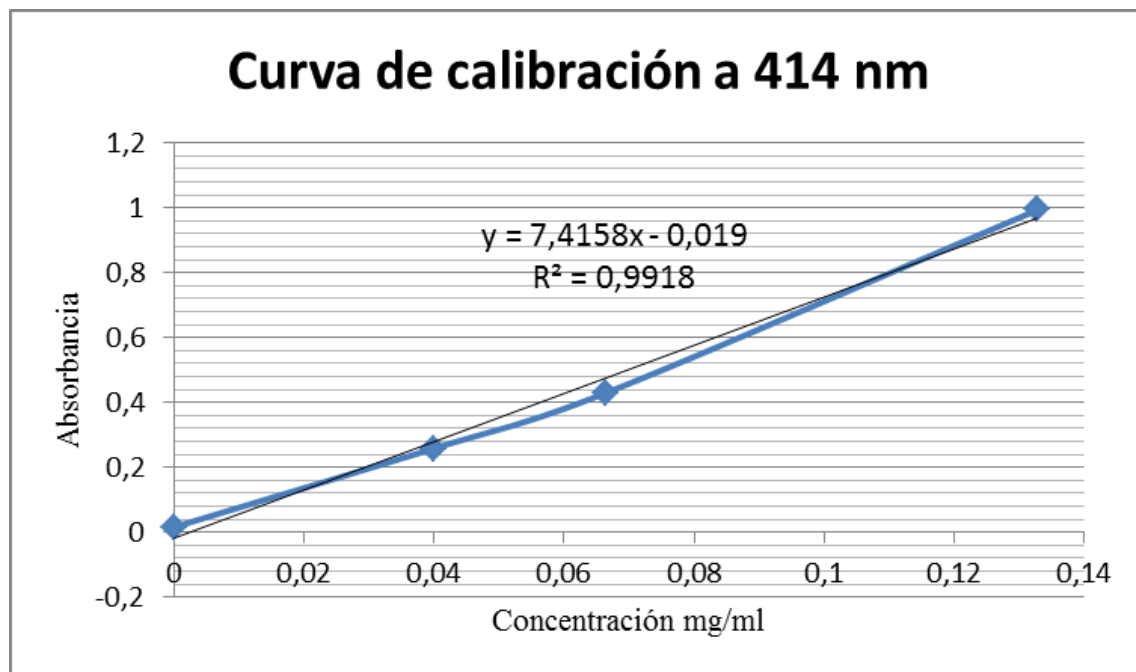
Patrón saponinas de quillaia



Saponina de quinua purificada

# RESULTADOS

## Curva de calibración



El coeficiente de correlación lineal simple ( $r=0,9958$ ), muestra una asociación lineal significativa entre ambas variables (absorbancia “y”; concentración “x”).

# RESULTADOS

*Diseño experimental de Taguchi L9 (3<sup>3</sup>). Para maceración*

Ensayo N°	FACTOR A % etanol	FACTOR B Tiempo de extracción	FACTOR C Relación solvente /masa	Rendimiento de saponinas extraídas (%)	Desviación estándar relativa (%)
1	I(40)	I(24)	I(10)	4,56	0,441
2	I	II(48)	II(15)	5,07	0,677
3	I	III(72)	III(20)	3,24	2,295
4	II(50)	I	II	3,35	0,910
5	II	II	III	3,70	0,965
6	II	III	I	2,33	0,494
7	III(60)	I	III	3,41	1,423
8	III	II	I	2,60	1,604
9	III	III	II	4,92	0,847

Aproximación al valor real

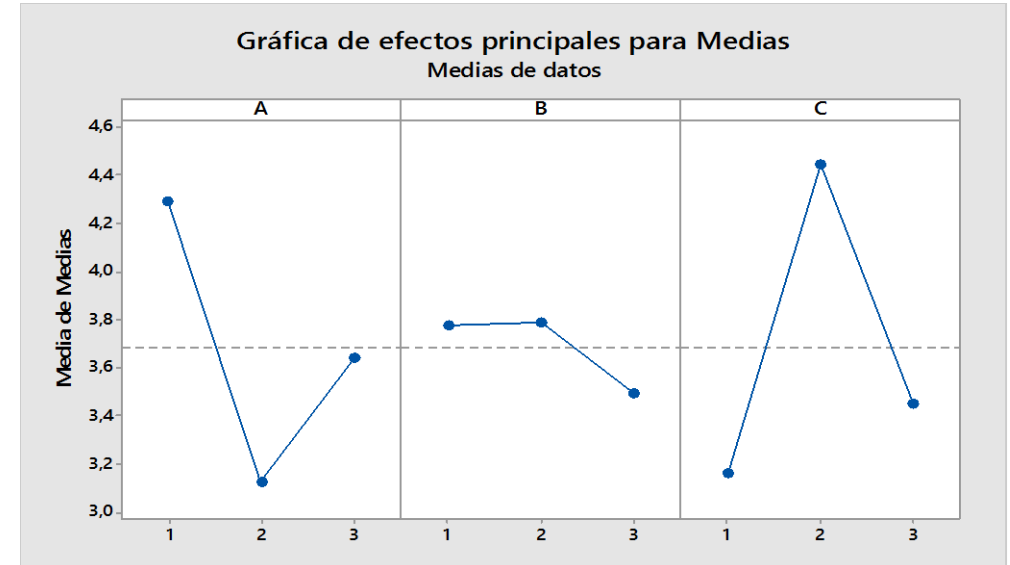


# RESULTADOS

## ANOM para maceración

Nivel	Etanol/Agua (%)	Tiempo de extracción	Relación solvente/masa
1	<b>4,29</b>	3,755	3,166
2	3,1290	<b>3,79</b>	<b>4,446</b>
3	3,646	3,5	3,453
Delta	1,161	0,29	1,28
Rango	2	3	1

La variable que afecta en mayor proporción al rendimiento es la relación solvente/masa



Mejores condiciones: 60% – 48 horas – 15

# RESULTADOS

## *Diseño experimental de Taguchi L9 (3<sup>4</sup>). Para MAE*

Ensayo N°	F(A) Etanol/Agua (%)	F(B) Potencia	F(C) Ciclos de extracción	F(D) Relación solvente/masa	Rendimiento de saponinas extraídas (%)	Desviación estándar relativa (%)
1	I(20)	I(baja)	I(3)	I(10)	4.45	1.15
2	I	II(media)	II(5)	II(15)	3.44	1.04
3	I	III(alta)	III(7)	III(20)	5.25	0.89
4	II(40)	I	II	III	4.83	1.97
5	II	II	III	I	9.28	0.62
6	II	III	I	II	2.19	2.29
7	III(60)	I	III	II	6.24	1.09
8	III	II	I	III	5.76	1.73
9	III	III	II	I	5.58	0.89

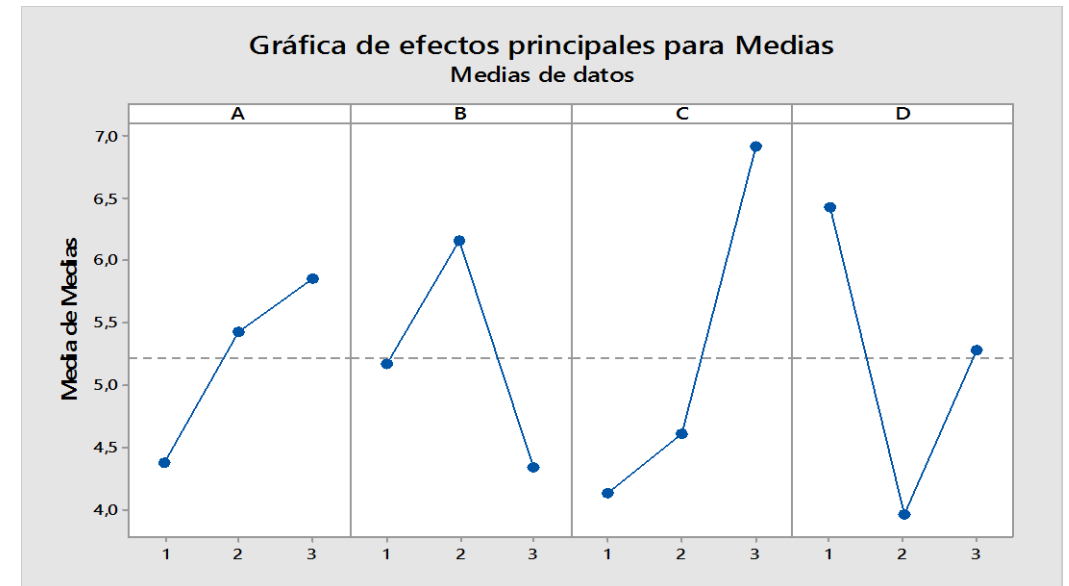
Aproximación al valor real

# RESULTADOS

## ANOM para la extracción asistida por microondas

Nivel	Etanol/Agua (%)	Potencia	Ciclos de extracción	Relación solvente/masa
1	4,38	5,173	4,133	<b>6,437</b>
2	5,433	<b>6,16</b>	4,617	3,957
3	<b>5,86</b>	4,34	<b>6,923</b>	5,28
Delta	1,48	1,82	2,79	2,48
Clasificar	4	3	1	2

La variable que afecta en mayor proporción al rendimiento son los ciclos de extracción



Mejores condiciones: 60% – 630W – 7 ciclos– 10 ml/g

# Maceración vs Extracción por microondas

	Maceración	Microondas
Tiempo de extracción	24 h	7 min
Cantidad de solvente	15 ml / g	10 ml / g
Rendimiento	5,07 %	9,7 %
Costo	-	+



# PURIFICACIÓN



→ Saponina al 64%



**INTRODUCCIÓN**

**DESARROLLO EXPERIMENTAL**

**RESULTADOS**

**CONCLUSIONES**



## CONCLUSIONES

- Las condiciones más favorables de extracción que permitieron obtener el mejor rendimiento con la técnica de maceración fueron una concentración de etanol al 40%, 48 horas de tiempo de extracción y una relación solvente masa de 15. El mejor rendimiento de saponinas en una extracción asistida por microondas se logra con etanol al 60 %, un nivel de potencia de 630W, 7 ciclos de extracción y una relación solvente masa de 10. Estos resultados pueden considerarse útiles para desarrollar una extracción eficiente a gran escala de saponinas triterpenoides del polvo de escarificado de quinua en Ecuador.
- Al comparar las técnicas de MAE y maceración se encontró que MAE era el método más eficiente para la extracción de saponinas triterpenoides del mojuelo de quinua, lo cual fue verificado por los resultados experimentales presentados en este estudio. El método MAE empleado proporciona una alta eficiencia de extracción en poco tiempo, y menos uso de solvente. Además, se encontró que la relación masa solvente es la variable independiente que afecta mayoritariamente a la extracción de saponinas por maceración, mientras que los ciclos de extracción presentan la mayor influencia en la extracción asistida por microondas.

## CONCLUSIONES

- En función de la metodología desarrollada dentro de esta investigación se pueden extraer saponinas procedentes del polvo de escarificado de quinua y purificarlas hasta un grado de pureza del 64%, considerando como referencia un estándar comercial de saponina de quillaja debido a la no disponibilidad de un estándar de saponina de quinua
- El presente estudio permitió concluir que a partir del mojuelo de quinua, un residuo industrial infrutilizado, utilizando etanol y agua es posible extraer saponinas triterpénicas con la ayuda de técnicas simples como maceración y técnicas avanzadas como la extracción asistida por microondas.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**