



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

“Extracción de compuestos bioactivos a partir de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) y naranja (*Citrus sinensis*), para aplicarlos en el jabón de tocador base”

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Autora:

Heidy Samantha López Miranda

Directora:

Gladys Rebeca Webster Coello

CUENCA – ECUADOR

2020

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a las personas más importantes en mi vida, a mis estimados padres Antonio y Nelly, por ser una guía y mi fortaleza para lograr mis sueños, a mi hijo Nicolás por ser mi motor y mi fuerza para luchar todos los días y no dejarme vencer por nada y a mi esposo Paulo por ser mi apoyo durante mis años de estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para no dejarme vencer por nada y culminar con mis estudios universitarios.

A Antonio, mi papá quien me ha brindado todo el apoyo emocional y financiero por verme convertirme en una profesional.

A Nelly, mi mamá por ser la mujer que me guio y aconsejo para que alcanzara mis metas.

A Nicolás, mi pequeño hijo por ser mi motor y fuerza para luchar por mis sueños.

A la Dra. Rebeca Webster, mi directora de tesis por brindarme sus conocimientos y guiarme durante mi proceso de titulación.

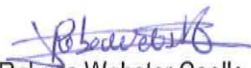
De manera especial a los docentes y laboratoristas de la Universidad del Azuay por ser una guía durante los años de formación dentro de la institución.

“Extracción de compuestos bioactivos a partir de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) y naranja (*Citrus sinensis*), para aplicarlos en un jabón de tocador base”

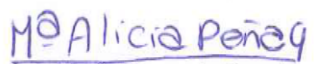
RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue extraer polifenoles y determinar la capacidad antioxidante de residuos de la industria alimenticia como las cortezas de naranja y mango. Las variables consideradas fueron: tiempo, temperatura y relación muestra/solvente, manteniendo fija la concentración de etanol. Se realizó un diseño factorial 2^3 ; con tres réplicas y 2 puntos centrales. Las mejores condiciones de extracción de polifenoles para corteza de naranja fueron 40°C, relación muestra/solvente 1/30 y 2 horas; 20°C, relación 1/20 y 4 horas para capacidad antioxidante. En la corteza de mango las condiciones para polifenoles y capacidad antioxidante fueron 40°C, 1/30 y 2 horas.

Palabra clave: residuos, industria alimenticia, polifenoles, capacidad antioxidante, diseño factorial, variables.


Dra. Rebeca Webster Coello

Directora de Tesis


x Ing. María Fernanda Rosales

Coordinadora Escuela

Ingeniería en Alimentos


Samantha López Miranda

Autora

“Extraction of bioactive compounds from mango (*Mangifera indica*) and orange (*Citrus sinensis*) peels to be applied in a base toilet soap”

ABSTRACT

The objective of this research was to extract polyphenols and determine the antioxidant capacity of residues of the food industry, such as orange and mango peels. The variables considered were: time, temperature and sample/solvent ratio, keeping a constant ethanol concentration. A 2³ factorial design was made with three replicas and 2 central points. The best conditions for the extraction of polyphenols for orange peel were 40°C, sample/solvent ratio 1/30 and 2 hours; 20°C, 1/20 ratio and 4 hours for antioxidant capacity. In the mango peel the conditions for polyphenols and antioxidant capacity were 40°C, 1/30 and 2 hours.

Keywords: waste, food industry, polyphenols, antioxidant capacity, factorial design, variables.

Dra. Rebeca Webster Coello

Thesis Director

Ing. María Fernanda Rosales

Food Engineering

Faculty Coordinator

Samantha López Miranda

Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by
Ing. Paúl Arpi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS	3
1.1Materia prima.....	3
1.1.1 Deshidratación por aire caliente	3
1.2 Diseño De Experimentos.....	3
1.3 Extracción de polifenoles	3
1.3.1 Determinación de polifenoles	4
1.3.2 Determinación de capacidad antioxidante	4
CAPÍTULO II	5
RESULTADOS	5
CAPÍTULO III.....	15
DISCUSIÓN	15
CONCLUSIÓN	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ANEXOS	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Tabla diseño experimental y resultados obtenidos de las cortezas de naranja.	5
Tabla II	Tabla diseño experimental y resultados obtenidos de las cortezas de mango.	6
Tabla III	Análisis del diseño experimental en la corteza de naranja.	7
Tabla IV	Análisis del diseño experimental en la corteza de mango.	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I Diagrama de Pareto de los efectos para Polifenoles en cortezas de naranja.	8
Figura II Gráficas de residuos para Polifenoles en cortezas de naranja.	8
Figura III Diagrama de Pareto de los efectos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de naranja.	9
Figura IV Diagrama de Pareto de los efectos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en cortezas de naranja.	9
Figura V Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de naranja.	10
Figura VI Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en cortezas de naranja.	10
Figura VII Diagrama de Pareto de los efectos Polifenoles en corteza de mango.	12
Figura VIII Gráficas de residuos para Polifenoles en cortezas de mango.	12
Figura IX Diagrama de Pareto de los efectos de Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en corteza de mango.	13
Figura X Diagrama de Pareto de los efectos de Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en corteza de mango.	13
Figura XI Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de mango.	14
Figura XII Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml.	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I Obtención de corteza de mango y naranja	21
Anexo II Extracción de polifenoles	21
Anexo III Lectura de concentración de polifenoles y capacidad antioxidante.	22
Anexo IV Jabón elaborado con extracto de mango y naranja	22
Anexo V Análisis de la varianza para polifenoles en corteza de naranja.	22
Anexo VI Análisis de la varianza para capacidad antioxidante en corteza de naranja.	23
Anexo VII Análisis de la varianza para polifenoles en corteza de mango.	23
Anexo VIII Análisis de la varianza para capacidad antioxidante en corteza de mango.	23

Heidy Samantha López Miranda

Trabajo de graduación

Dra. Gladys Rebeca Webster Coello

Septiembre 2019

“Extracción de compuestos bioactivos a partir de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) y naranja (*Citrus sinensis*), para aplicarlos en un jabón de tocador base”

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los desechos generados en la industria alimentaria es una preocupación a nivel mundial, debido a que son causantes de un fuerte impacto en el medio ambiente. Los residuos de los productos hortofrutícolas comprenden porciones que no son bien aprovechadas para el consumo humano o animal; tal es el caso de cáscaras y semillas, los cuales no tienen ningún uso posterior (Vega, 2011); es por ello que, para contribuir con el medio ambiente, aportando a la responsabilidad social empresarial del sector agroindustrial, estos desechos son usados en alimentación animal y humana, abonos, obtención de biogás, en la extracción de aceites esenciales, pectinas, compuestos bioactivos, entre otros (Carmona, 2013).

En los procesos industriales donde se utilizan frutas, las cáscaras y las semillas suelen ser consideradas desperdicios. Estos residuos son una fuente muy importante de compuestos bioactivos, en particular fibra dietaria, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, antioxidantes, entre otros (Sumaya et al, 2012).

Las cáscaras y semillas del mango, considerados desechos, constituyen una fuente importante de compuestos bioactivos tales como la pectina, polifenoles y otros compuestos presentes en las cortezas, ácidos grasos poliinsaturados presentes en la semilla que tienen una importante actividad microbiana y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria (Jibaja, 2014). Londoño (2011), menciona que las cortezas de los cítricos como la de naranja poseen altas cantidades de flavonoides cuya capacidad antioxidante aporta beneficios en la salud. Estos extractos pueden constituir, además, un valor agregado para diferentes productos tanto alimenticios como cosméticos.

Los compuestos bioactivos también conocidos como nutraceuticos o fitoquímicos, son componentes químicos que ejercen efectos benéficos en diversas enfermedades; los efectos beneficiosos se deben a compuestos polifenólicos, su poder antioxidante y actividades de captación de radicales libres que pueden retrasar o inhibir la oxidación del ADN, proteínas y lípidos (Hurtado & Ortiz, 2018).

Los antioxidantes son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas (Hilzingerl y Quezada 2015). Los compuestos fenólicos pueden actuar como antioxidantes mediante dos mecanismos principales: como captadores de radicales libres y como donantes de hidrógeno o electrones en reacciones de terminación que rompen el ciclo de generación de nuevos radicales libres, deteniendo las reacciones en cadena en las que están implicados (Guerrero, 2012).

Entre las aplicaciones de los compuestos bioactivos como los polifenoles y antioxidantes naturales está su uso en la industria cosmética, con el propósito de prevenir la acción de los radicales libres en la piel humana, es por ello que se ofertan productos cosméticos de uso tópico que utilizan componentes de acción antioxidante para tratar problemas de la piel tales como el acné y daños causados por el sol (Robalino & Guarderas, 2015). Dichos compuestos, tienen la capacidad de combatir y reducir el estrés oxidativo, así como el foto envejecimiento causado por los rayos uva provenientes del sol, se trata de un proceso multifactorial y la exposición solar potencia este proceso mediante la radiación UVA y UVB; los rayos UVB alteran los componentes celulares y extracelulares directamente, mientras los rayos UVA provocan daños ya que dan lugar a la formación de radicales libres, los cuales destruyen lípidos y proteínas de las células de la piel (Uguña, 2017).

El objetivo de esta investigación fue utilizar los residuos de la industria alimenticia como cáscaras de mango y naranja, realizando una extracción de compuestos bioactivos tales como los polifenoles y determinando su capacidad antioxidante, mediante un diseño factorial completo de dos niveles con tres variables (2^3), el cual tuvo tres réplicas y dos puntos centrales, es decir se realizaron 26 experimentos tanto para las cortezas de naranja como para el mango; las variables fueron: el tiempo, temperatura y la relación muestra/etanol, manteniéndose fija la concentración de etanol.

Se propone el uso de los extractos en la fórmula base de jabones elaborados por la empresa Aquamarina, como un valor agregado al producto. Aquamarina es una empresa que está ubicada en el Valle de Yunguilla en la provincia del Azuay, que se dedica a realizar productos cosméticos y de limpieza, siendo uno de ellos el jabón artesanal obtenido a partir de aceite reciclado que recibe como donación de diferentes industrias. El Valle de Yunguilla posee un clima semitropical, por lo cual se da una gran diversidad de frutas como la naranja y el mango, cuyos residuos no son aprovechados, razón por la cual se propuso realizar esta investigación.

CAPITULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de extracción de compuestos bioactivos como polifenoles y antioxidantes tuvo varias etapas: obtención de la materia prima, deshidratación de las cortezas de mango y naranja, extracción y determinación de la concentración de polifenoles y de la actividad antioxidantes en los extractos obtenidos.

1.1 Materia prima

La materia prima utilizada fue: corteza de mango y naranja recolectados en el Valle de Yunguilla. La variedad del mango no se logró determinar, la naranja fue de variedad dulce.

1.1.1 Deshidratación por aire caliente

Las cáscaras del mango y la naranja fueron separadas de las pulpas, las cortezas fueron deshidratadas mediante un deshidratador marca Tecnopast modelo ES.24 con aire caliente, el cual mantuvo una temperatura de 40°C durante 4 horas, luego fueron triturados con un molino manual marca corona hasta obtener un polvo fino. Seguido se realizó un análisis de humedad de la materia prima deshidratada, teniendo 8,83% de humedad en la corteza de naranja y 8,09% de humedad en la corteza de mango.

1.2 Diseño De Experimentos

Después de que la materia prima se encontraba con una humedad relativa adecuada, se realizaron diversas pruebas en el laboratorio con el fin de determinar los rangos aproximados para la extracción de polifenoles y antioxidantes. Las variables establecidas fueron: tiempo (2 y 4 horas), temperatura (40 y 60°C) y la relación muestra/etanol (1:20 y 1:30 ml), manteniendo fija la concentración de etanol al 60%. Se procedió a realizar un diseño factorial completo de dos niveles con tres variables (2^3), se analizaron las muestras por triplicado y con dos puntos centrales; es decir, se realizaron 26 experimentos tanto para las cáscaras de naranja como para las del mango (ver tabla I y II), midiendo las variables de salida que fueron: el contenido de polifenoles y antioxidantes. Los resultados se evaluaron en función a la deseabilidad y análisis factorial, siguiendo un estudio experimental estadístico exploratorio para determinar cuál de los experimentos posee la mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante.

1.3 Extracción de polifenoles

En la extracción de los polifenoles se utilizó etanol al 60% (20 y 30ml) con un 1 gramo de muestra deshidratada, se sometió a un termo vibrador a 300 r.p.m marca Vibrotherm Laberte y temperaturas de 40 y 60°C, durante un tiempo de 2 y 4 horas. Los extractos obtenidos fueron guardados en frascos ámbar protegidos de la acción de la luz utilizando papel de aluminio y

en refrigeración a 4°C, hasta la determinación de la concentración de polifenoles y la actividad antioxidante

1.3.1 Determinación de polifenoles

Para la determinación de polifenoles totales, se utilizó el método de Folin Ciocalteu (Pérez et al., 2013) con algunas modificaciones:

- Se tomó 25 μ l de cada extracto filtrado y se colocó en tubos de ensayo, se adicionó 250 μ l del reactivo de Folin Ciocalteu, se mezclaron y se dejaron reposar 8 minutos. Se agregaron 750 μ l de Na₂CO₃ al 20% y 3,95 ml de agua destilada, se dejó en obscuridad durante 30 minutos y se leyó la absorbancia a 765nm en un espectro fotómetro marca Epoch. Se realizó una curva de calibración partiendo de una solución madre de 1000 ppm de ácido gálico, se prepararon patrones de: 50, 100, 200, 300, 400, 500 y 700 ppm de ácido gálico. Los resultados obtenidos se reportan como mg de ácido gálico/g de muestra.

1.3.2 Determinación de capacidad antioxidante

El método para medir la actividad inhibidora de DPPH fue el descrito por Brand Williams et al., (1995), con algunas modificaciones:

- Preparación del radical DPPH: se pesó 0.0079 g de 2,2-difenil-1-picrihidrazilo (DPPH) y se colocó en un balón de aforo ámbar, se disolvió en 200 ml de metanol al 80%.
- Preparación de la curva de calibración: se preparó una solución patrón disolviendo 0.005g de ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico (Trolox) en 25 ml de metanol al 80%. Se prepararon diluciones de: 100, 300, 400, 500, 600, 700 y 800 ppm.

La muestra utilizada se diluyó 250 veces para el caso del extracto de la corteza del mango, luego se colocó 0.1 ml de cada extracto diluido en tubos de ensayo y se adicionó 2.9 ml de la solución DPPH previamente preparada, se dejó en reposo durante 30 minutos en obscuridad y se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro a 515nm para todas las soluciones. En la corteza del naranja no se realizó diluciones. Los resultados se expresaron en % de inhibición.

La actividad antioxidante de las muestras se calculó en función de la siguiente expresión:

$$AA(\%) = \frac{At_0 - At_{30}}{At_0} \times 100$$

Dónde:

AA: porcentaje de inhibición

At0: es la absorbancia inicial del DPPH (sin muestra)

At30: es la absorbancia de la muestra después de 30 minutos.

Una vez determinadas las mejores condiciones de extracción de compuestos polifenólicos (tiempo, temperatura y relación muestra/solvente), se aplicaron estos extractos en la elaboración de los jabones base utilizando la formulación con la cual se trabaja en Aquamarina.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

En las tablas I y II se describen los resultados obtenidos de polifenoles expresados en mg de ácido gálico/ g de muestra, capacidad antioxidante expresado como porcentaje de Inhibición como también en mg trolox/100ml de los 26 experimentos realizados tanto en las cortezas de naranja y las de mango.

Tabla I Tabla diseño experimental y resultados obtenidos de las cortezas de naranja.

Experimento	Tiempo Horas	Temperatura °C	Etanol ml	Polifenoles (mg ácido gálico/g)	Capacidad antioxidante	
					% de Inhibición	mg trolox/ 100ml
1	2	40	20	11.68	58.65	824.72
2	4	40	20	11.63	60.27	848.41
3	2	60	20	15.42	68.03	961.74
4	4	60	20	12.33	68.67	971.01
5	2	40	30	12.72	29.50	399.23
6	4	40	30	12.58	51.16	715.51
7	2	60	30	15.86	34.02	465.16
8	4	60	30	19.18	45.02	625.88
9	2	40	20	12.16	64.50	910.23
10	4	40	20	15.03	64.36	908.17
11	2	60	20	15.13	71.70	1015.3
12	4	60	20	14.24	68.31	965.86
13	2	40	30	19.82	68.03	961.74
14	4	40	30	17.67	54.48	763.93
15	2	60	30	15.98	54.83	769.08
16	4	60	30	19.65	48.91	682.54
17	2	40	20	12.85	56.67	795.87
18	4	40	20	13.88	84.54	1202.8
19	2	60	20	13.85	44.46	617.64
20	4	60	20	14.50	66.62	941.13
21	2	40	30	14.47	44.67	620.73
22	4	40	30	14.40	40.86	565.10
23	2	60	30	13.55	44.25	614.55
24	4	60	30	14.19	36.98	508.43
25	3	50	25	12.10	35.92	492.98
26	3	50	25	13.70	49.12	685.63

Tabla II Tabla diseño experimental y resultados obtenidos de las cortezas de mango.

Experimento	Tiempo Horas	Temperatura °C	Etanol ml	Polifenoles (mg ácido gálico/g)	Capacidad antioxidante	
					% de Inhibición	mg trolox/100ml
1	2	40	20	36,52	16,30	41314.30
,2	4	40	20	34,20	19,12	49556.24
3	2	60	20	33,95	15,46	38841.71
4	4	60	20	36,50	13,48	33072.35
5	2	40	30	38,44	11,22	26478.80
6	4	40	30	38,32	18,98	49144.14
7	2	60	30	39,40	10,37	24006.22
8	4	60	30	38,91	19,41	50380.43
9	2	40	20	30,15	16,58	42138.49
10	4	40	20	36,73	12,63	30599.77
11	2	60	20	35,10	15,17	38017.52
12	4	60	20	33,48	8,68	19061.05
13	2	40	30	36,34	20,40	53265.11
14	4	40	30	33,35	16,87	42962.69
15	2	60	30	34,26	10,66	24830.41
16	4	60	30	36,70	18,42	47495.75
17	2	40	20	31,38	13,34	32660.26
18	4	40	20	33,14	17,01	43374.78
19	2	60	20	33,48	16,44	41726.39
20	4	60	20	34,51	9,39	21121.54
21	2	40	30	39,09	25,05	66864.32
22	4	40	30	37,46	23,08	61094.96
23	2	60	30	38,35	14,47	35957.03
24	4	60	30	38,12	20,25	52853.02
25	3	50	25	36,24	13,90	34308.65
26	3	50	25	35,09	15,03	37605.42

En los anexos IV, V y en la tabla III se presenta los resultados del análisis del diseño experimental en la corteza de naranja obtenidos mediante el programa Minitab.

Tabla III Análisis del diseño experimental en la corteza de naranja.

Variable	Normalidad (P valor)	Desviación estándar	R ²	Ecuación final
Polifenoles (mg ácido gálico/g)	0,821	1,865	36,22%	mg. ác.gálico/g = 14,698 + 1,140 Et + 0,715 t*T*Et
% de Inhibición	0,868	9,177	55,22%	% Inhibición = 66,6 + 11,8 t - 0,70 Et - 0,389 t*Et

La ecuación que relaciona los polifenoles expresados en mg de ácido gálico/g con la cantidad de etanol, tiempo, temperatura es:

$$\text{mg ác.gálico/g} = 14,698 + 1,140 \text{ Etanol} + 0,715 \text{ Tiempo*Temperatura*Etanol}.$$

En la que el intercepto es 14,7 unidades porcentuales, la cantidad de etanol incrementa a los mg de ácido gálico/g en 1,14 unidades porcentuales y la interacción del tiempo de extracción con la temperatura y cantidad de etanol da un incremento de 0,72%. Asimismo, Los datos son normales obteniendo un *p* valor de 0.821; la deseabilidad tiene un valor 0,60, por consiguiente, tiene probabilidad alta de ser reproducible.

La ecuación de regresión que relaciona el porcentaje de inhibición con el tiempo, cantidad de etanol es:

$$\% \text{ Inhibición} = 66,6 + 11,8 \text{ Tiempo} - 0,70 \text{ Etanol} - 0,389 \text{ Tiempo*Etanol}.$$

El intercepto es de 66,6 unidades porcentuales, el tiempo de extracción incrementa al porcentaje de inhibición en 11,8 unidades porcentuales, existiendo una disminución de 0,7 y 0,39 debido a la cantidad de etanol y la interacción de tiempo y etanol respectivamente. El valor *p* de la normalidad es de 0,868 indicando que los datos son normales y con la deseabilidad de 0,71 se demuestra que el experimento tiene probabilidad alta de ser reproducible.

En la tabla V también se puede observar que, la desviación estándar de menor valor fue el de polifenoles, lo que indica que hubo menor error durante la experimentación.

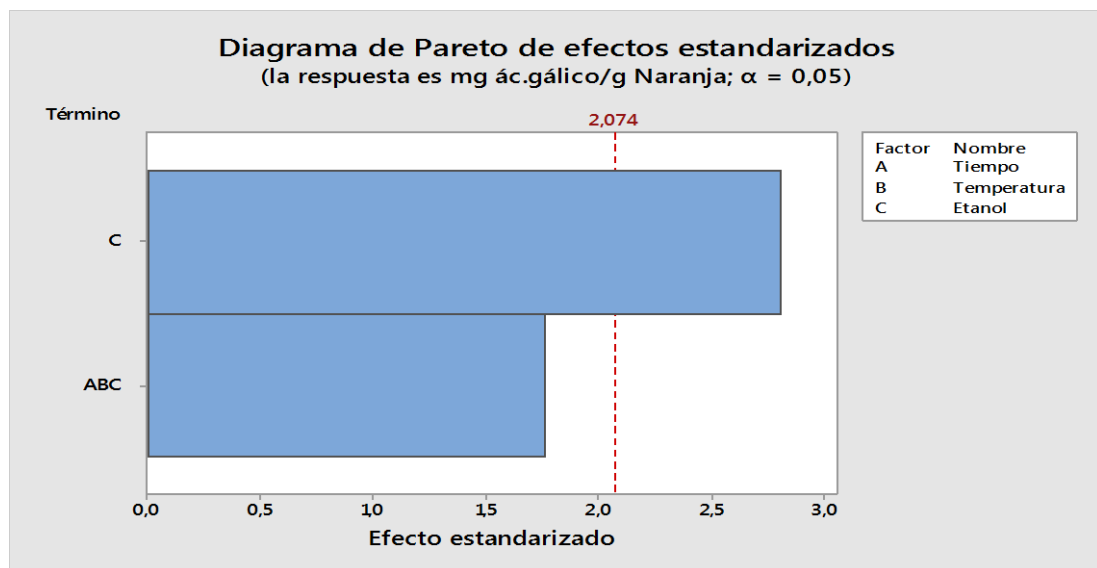


Figura I Diagrama de Pareto de los efectos para Polifenoles en cortezas de naranja.

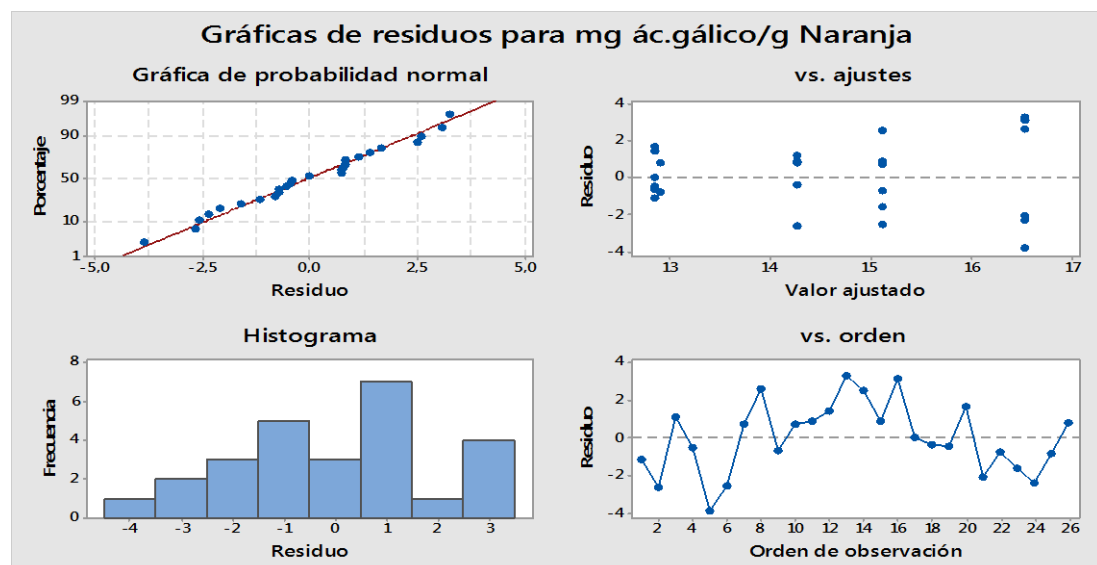


Figura II Gráficas de residuos para Polifenoles en cortezas de naranja.

En la figura I se eliminaron algunos términos no significativos como el tiempo, temperatura y sus interacciones con el fin de obtener resultados más confiables, quedando como término relevante el etanol con un p valor de 0,01. El análisis se realizó con un nivel de significancia del 5%.

En la figura II se observa que los datos son normales en cuanto se refiere a la concentración de polifenoles (mg de ácido gálico/g), en la gráfica de ajuste se puede apreciar que no hay valores relevantes. No obstante, se podría hacer más experimentación con el fin de obtener confiabilidad, esto se ve reflejado en el valor R^2 , que indica que hay un 36,22% de la varianza modelada a través del experimento. Sin embargo, para la modelación de los polifenoles el experimento indica que es necesario considerar otras variables pudiendo ser estado de madurez, variedad del fruto, concentración de etanol, entre otros.

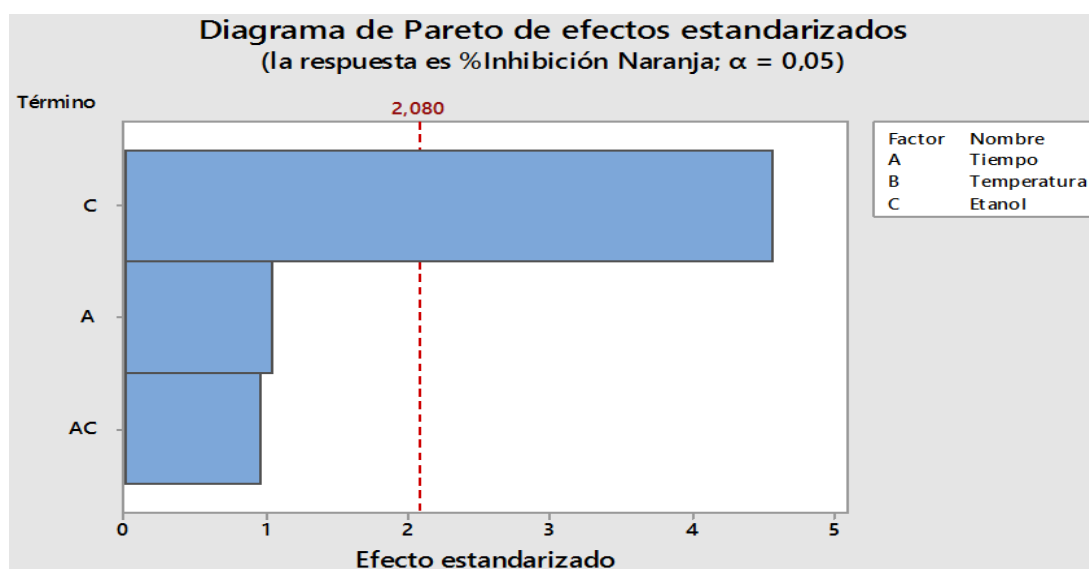


Figura III Diagrama de Pareto de los efectos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de naranja.

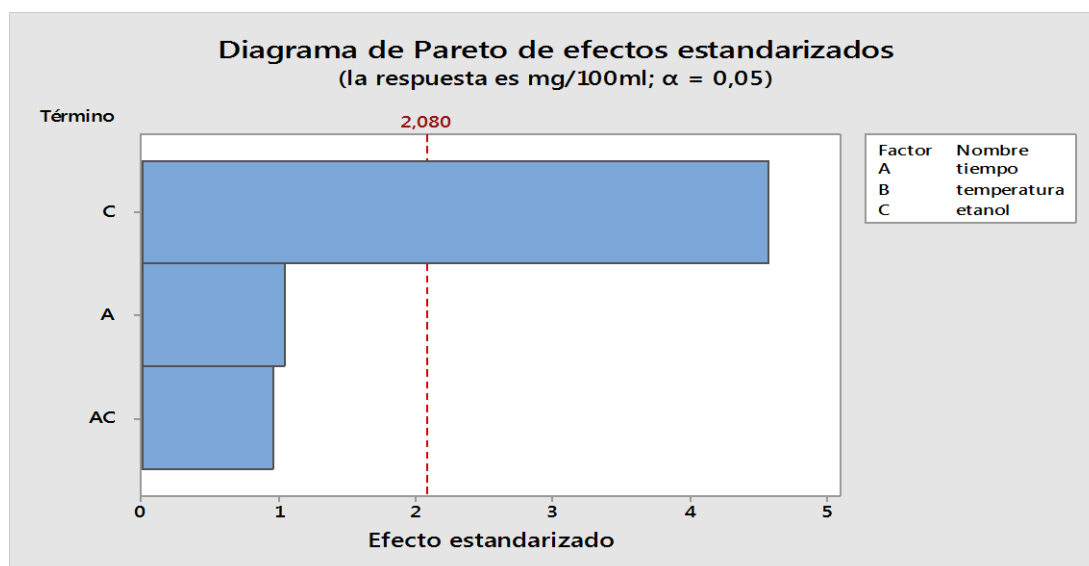


Figura IV Diagrama de Pareto de los efectos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en cortezas de naranja.

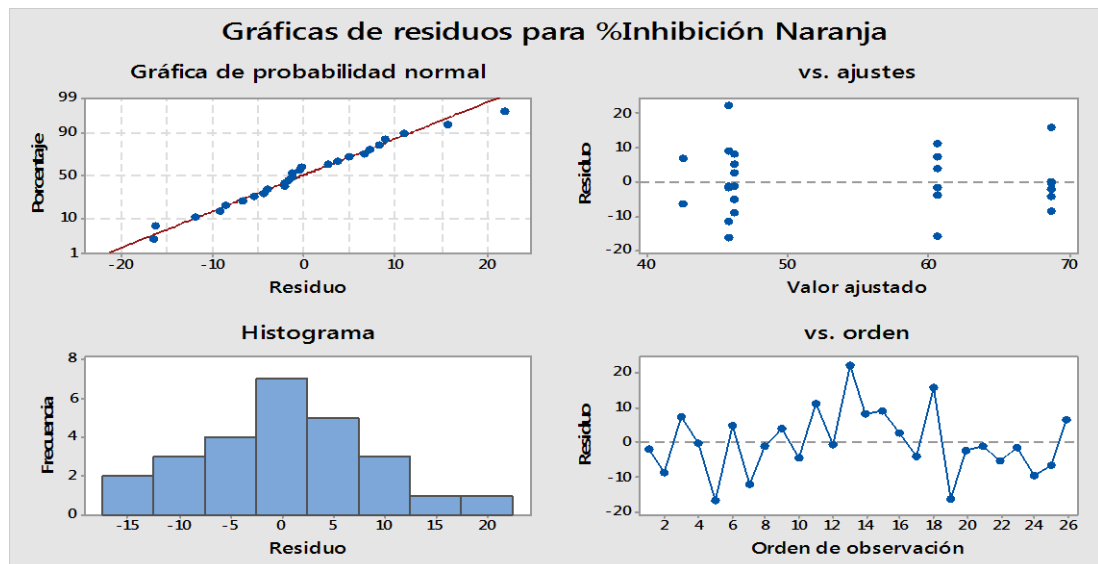


Figura V Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de naranja.

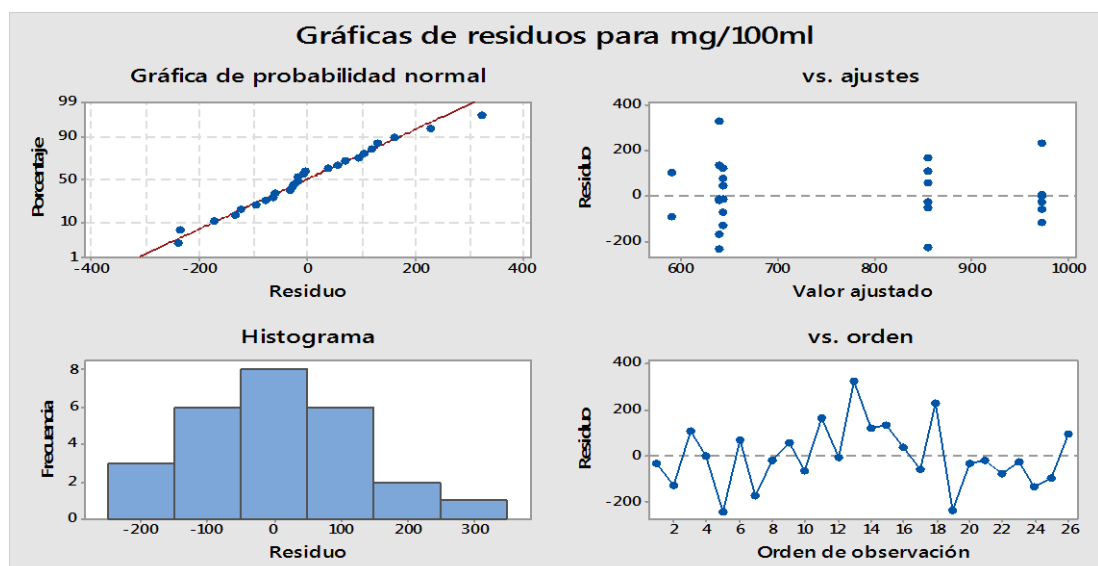


Figura VI Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en cortezas de naranja.

En las figuras III y IV muestran el diagrama de Pareto para efectos de capacidad antioxidante, expresados tanto en porcentaje de inhibición y mg trolox/100ml, los análisis se realizaron con un nivel de significancia del 5%, siendo la variable C relación muestra/etanol el más significativo con un p valor de 0.

En las figuras V y VI en las gráficas de residuos para capacidad antioxidante expresado como porcentaje de inhibición como mg trolox/100ml se observa que los datos son normales, debido a que no se observan patrones, el R^2 es de 55,22% de la varianza modelada a través del experimento.

En los anexos VI, VII y en la tabla IV se presenta los resultados del análisis del diseño experimental en la corteza de mango obtenidos mediante el programa Minitab.

Tabla IV Análisis del diseño experimental en la corteza de mango.

Variable	Normalidad (P valor)	Desviación estándar	R ²	Ecuación final
Polifenoles (mg ácido gálico/g)	0.151	1.794	46.70%	mg ác.gálico/g = 35,746 + 1,651 Et- 0,458 t*Et
% de Inhibición	0.18	2.697	56.81%	% Inhibición = 15,949 - 1,600 T + 1,482 Et+ 1,576 t*Et + 1,600 t*T*Et

En la tabla VIII se puede observar que, la desviación estándar de menor valor fue el de polifenoles en corteza de mango, lo que indica que hubo menor error durante la experimentación. Realizado el diseño experimental, y teniendo como respuesta del mismo la presencia de polifenoles y actividad antioxidante en las cortezas de mango, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla VIII.

La ecuación que relaciona los polifenoles expresados en mg de ácido gálico/g con la cantidad de etanol, tiempo es:

$$\text{mg ác.gálico/g} = 35,746 + 1,651 \text{ Etanol} - 0,458 \text{ Tiempo*Etanol.}$$

Se observa que su intercepto es de 35,75 unidades porcentuales, la cantidad de etanol incrementa a los mg de ácido gálico/g en 1,65 unidades porcentuales, existiendo un decremento de 0,46 unidades de mg de ácido gálico/g con la interacción del tiempo y cantidad de etanol. Los datos son normales obteniendo un *p* valor de 0,151. La deseabilidad tiene un valor 0,83, se demuestra que el experimento tiene probabilidad alta de ser reproducible.

La ecuación de regresión que relaciona el % de inhibición con el tiempo, cantidad de etanol es:

$$\begin{aligned} \% \text{ Inhibición} = & 15,949 - 1,600 \text{ Temperatura} + 1,482 \text{ Etanol} + 1,576 \text{ Tiempo*Etanol} \\ & + 1,600 \text{ Tiempo*Temperatura*Etanol.} \end{aligned}$$

El valor p de la normalidad es de 0,180 indicando que los datos son normales, se observa que su intercepto es de 15,95 unidades porcentuales, la temperatura disminuye al porcentaje de inhibición en 1,6 unidades porcentuales, la cantidad de etanol incrementa al porcentaje de inhibición en 1,48 unidades, la interacción del tiempo y cantidad de etanol incrementan en 1,58 unidades al porcentaje de inhibición y existiendo un incremento en el porcentaje de inhibición en 1,6 unidades con la interacción del tiempo, temperatura y cantidad de etanol. La deseabilidad tiene un valor de 0,63, se demuestra que el experimento tiene probabilidad alta de ser reproducible.

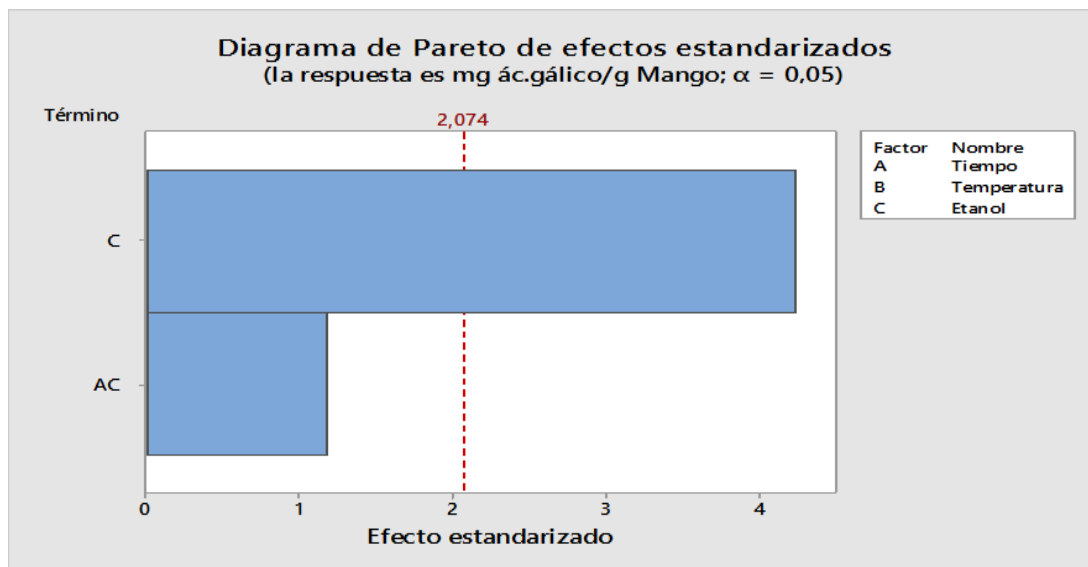


Figura VII Diagrama de Pareto de los efectos Polifenoles en corteza de mango.

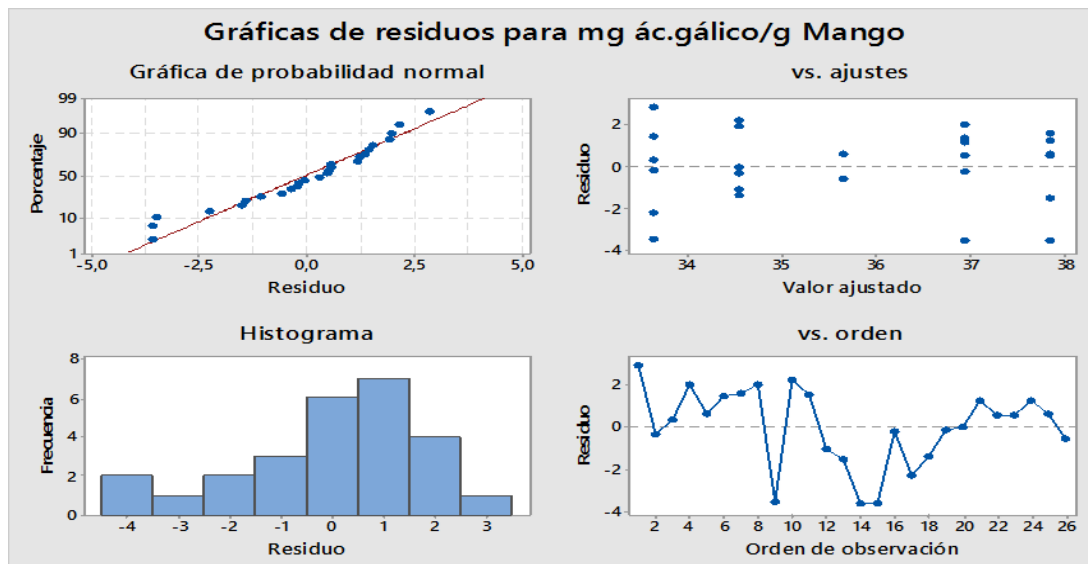


Figura VIII Gráficas de residuos para Polifenoles en cortezas de mango.

En la figura VII Diagrama de Pareto para los efectos de Polifenoles, el análisis se realizó con un nivel de significancia del 5% obteniendo un p valor de 0 para el etanol, cuando p está por debajo del nivel de significancia nos asegura que los valores son estadísticamente correctos.

En la figura VIII de gráfica de residuos para Polifenoles expresado en mg de ácido gálico/g se observa que los datos son normales, debido a que no se observan patrones, el R2 es de 46.7% de la varianza modelada a través del experimento.

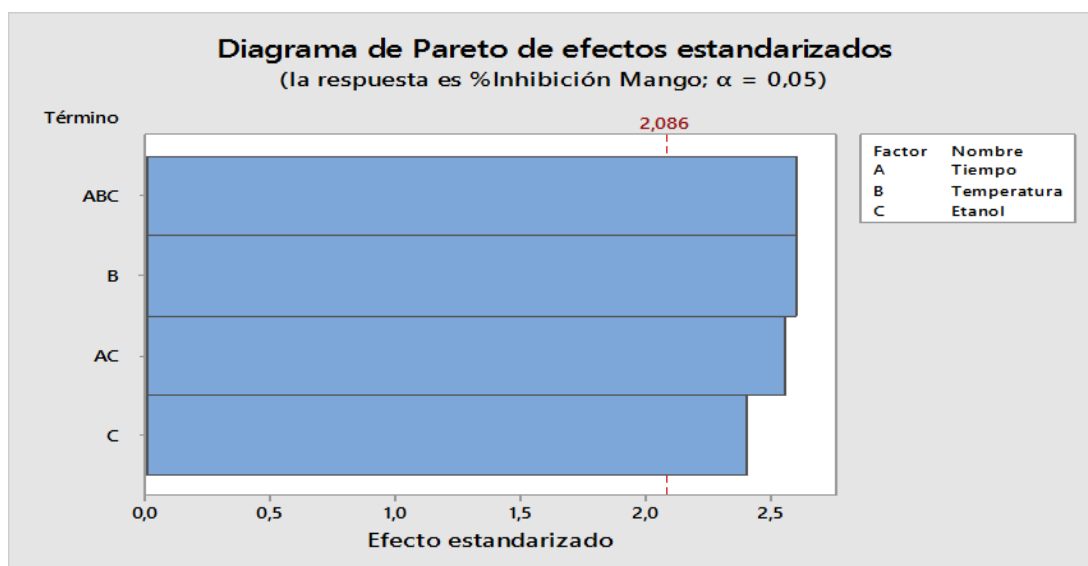


Figura IX Diagrama de Pareto de los efectos de Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en corteza de mango.

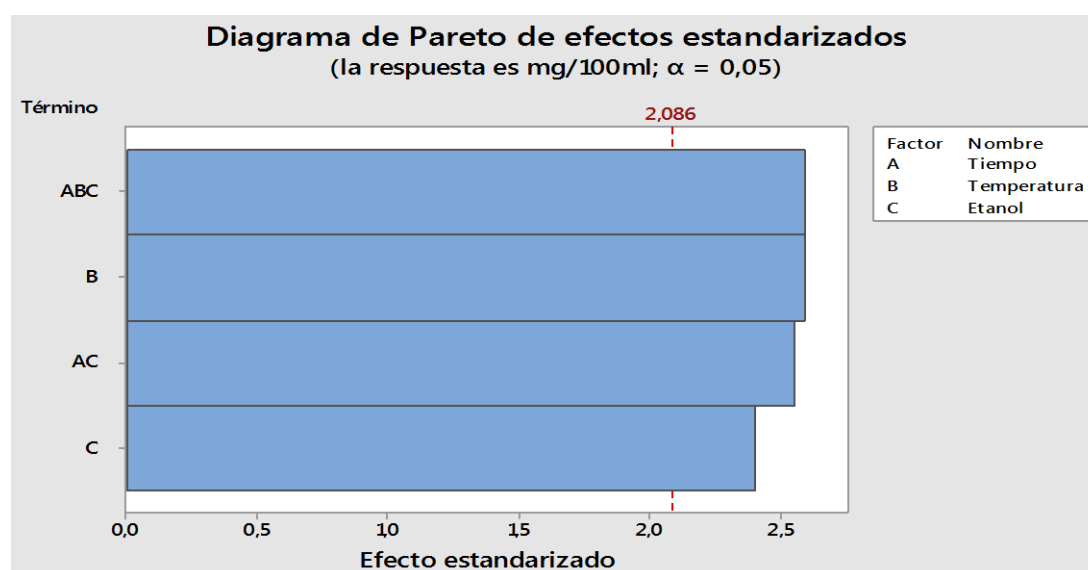


Figura X Diagrama de Pareto de los efectos de Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml en corteza de mango.

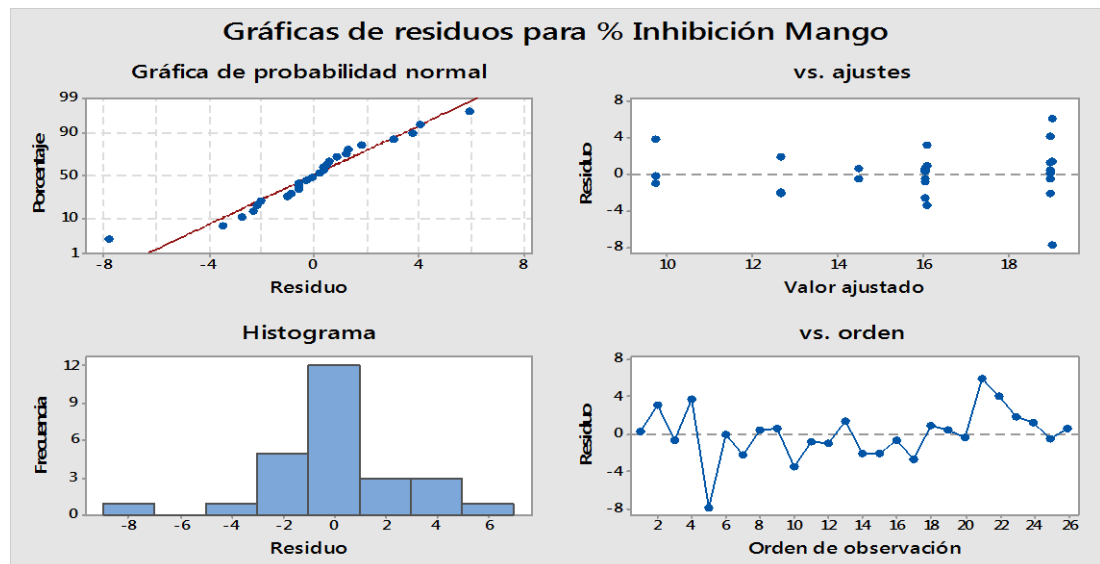


Figura XI Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en % de inhibición en cortezas de mango.

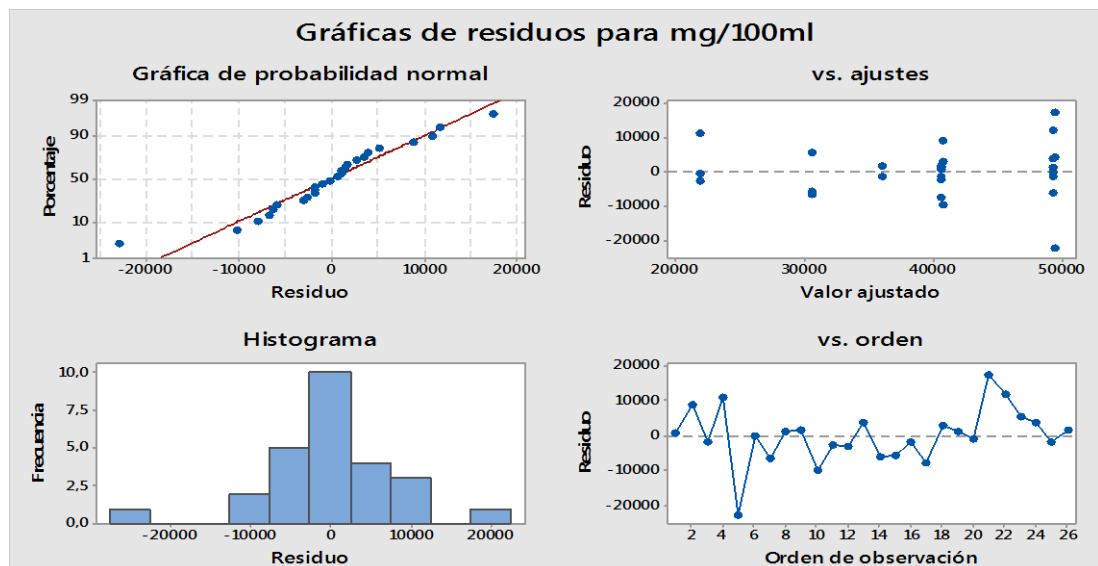


Figura XII Gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en mg trolox/100ml.

En las figuras IX y X Diagrama de Pareto para los efectos de capacidad antioxidante expresado como porcentaje de inhibición como mg trolox/100ml, se observa que todos los factores son significativos tanto los independientes como sus interacciones, el análisis se realizó con un nivel de significancia del 5%, cuando p valor está por debajo del nivel de significancia nos asegura que los valores son estadísticamente correctos.

En las figuras XI y XII gráficas de residuos para Capacidad Antioxidante expresado en porcentaje de inhibición como mg trolox/100ml se observa que los datos son normales, debido a que no se observan patrones, el R^2 es de 56.81% de la varianza modelada a través del experimento.

Se obtuvo como resultado que las mejores condiciones para la extracción de compuestos bioactivos como polifenoles y capacidad antioxidante en corteza de naranja: siendo de 2 horas, a 40°C y 30 mililitros por gramo de muestra; para la capacidad antioxidante se requiere 4 horas con 20 mililitros de etanol por gramo de muestra. Así también para la corteza de mango las condiciones para la extracción de polifenoles y capacidad antioxidante son: 30 mililitros de etanol al 60% en 1 gramo de muestra, con un tiempo de 2 horas y 40°C.

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

Ordóñez et al. (2018) realizaron su estudio utilizando un método de extracción sólido - líquido en naranja valencia con una solución metanol: agua, relación muestra solvente de 1,5g/30ml, con 24 horas de agitación, obteniendo un resultado 1,40mg de ácido gálico/100g; mientras que Escobar (2010) en su experimentación ocupa etanol al 80%, a 25°C y tiempo de una semana, reportando en la cáscara de naranja un contenido de polifenoles de 27,5mg de ácido gálico/g de muestra en naranja valencia. El resultado obtenido en esta investigación es de 16,55mg de ácido gálico/g de muestra se, utilizó etanol al 60%, relación muestra solvente de 1/30, con agitación de 2 horas, a 40°C. La diferencia con los resultados de las investigaciones puede estar asociada a distintas condiciones como el solvente a utilizar, la concentración del solvente, la variedad de naranja, el tiempo de contacto de la muestra con el solvente, temperatura e incluso la relación muestra/solvente.

Ordóñez et al. (2018) obtuvieron 339 mg trolox/100ml de capacidad antioxidante en la cáscara de naranja valencia. Los resultados obtenidos en la presente investigación son de 972,96 mg trolox/100ml. Comparando la bibliografía con la investigación realizada, se podría decir que la cantidad de capacidad antioxidante expresado en mg trolox/100ml se debe a la concentración del solvente, tiempo de agitación y la relación muestra solvente; diferencia asociada también a las condiciones de extracción de los compuestos bioactivos.

Jabri y Marzouk (2013) presentaron resultados en porcentaje de inhibición extraídos del jugo de naranja agria teniendo un resultado de 97,05%, usando 1ml de jugo con metanol al 80%, centrifugando por 10 minutos; mientras que el resultado obtenido en esta investigación con cortezas de naranja fue de 68,8% expresados en porcentaje de inhibición, en un tiempo de 4 horas con 20ml de etanol al 60%. De acuerdo a estos resultados, la cáscara de naranja posee capacidad antioxidante menor que el jugo de naranja; no obstante, se podría asociar al tipo de variedad de naranja, al solvente utilizado y el tiempo de contacto muestra/solvente.

Serna y Torres (2014) realizaron su investigación utilizando cáscara de mango liofilizada, obteniendo un resultado de 35,88 mg ácido gálico/g de muestra, usando relación muestra

solvente de 1/20, etanol al 80% y tiempo de centrifugado de 30 minutos; mientras que en este trabajo se obtuvieron valores de 37,86 mg ácido gálico/g de muestra utilizando cáscara deshidratada a 40°C, etanol al 60%, relación muestra solvente 1/30 y tiempo de 2 horas. A pesar de que la concentración de etanol utilizada por Serna y Torres (2014) fue superior y que se realizó sobre cáscara de mango liofilizada, lo cual ayuda a reducir la degradación de compuestos, los valores de polifenoles encontrados son muy similares al de este trabajo. el mango utilizado por estos investigadores fue de la variedad Keitt, en este trabajo en este trabajo no se logró obtener información de la variedad de mango, no obstante, los valores obtenidos son muy parecidos, por lo que se podría suponer que se trata de la misma variedad.

Maldonado et al. (2016) demuestran en su investigación que en la pulpa de mango variedad Ataulfo obtuvieron 14,48% de capacidad antioxidante, con 1 gramo de muestra en 25 ml de etanol, agitación durante 24 horas en obscuridad; mientras que en esta investigación en la corteza de mango la capacidad antioxidante es de 19,05% en 2 horas, a una temperatura de 40°C y 30 ml de etanol al 60%.

Esta investigación al igual que las de Melgarejo (2018); Siller et al. (2013); Serna y Torres (2014) y Anali (2014) coinciden y confirman que los polifenoles y la capacidad antioxidante a partir de residuos de las frutas, son una opción para restringir los daños al medio ambiente, al mismo tiempo obtener compuestos beneficios para la salud y generar productos que aporten beneficios, cerrando de esta manera, círculos de procesamiento de alimentos.

CONCLUSIÓN

Las cortezas de mango y naranja consideradas un desecho de las industrias alimenticias, son una fuente importante de compuestos bioactivos como polifenoles y capacidad antioxidante, tal como se demuestra en la experimentación y análisis realizado.

Las variables que maximizan la extracción de compuestos bioactivos a partir de residuos de naranja y mango son: tiempo, temperatura y relación corteza/solvente. Siendo 40°C, relación corteza/etanol 1/30ml y 2 horas obteniendo 16,55 mg de ácido gálico/g de muestra en corteza de naranja dulce. En cuanto a la capacidad antioxidante las condiciones que maximizan son: 4 horas y relación materia prima/solvente 1/20ml obteniéndose un valor de 68,8%.

En la corteza de mango las condiciones que maximizan la cantidad de polifenoles fueron: 40°C para la temperatura, tiempo de 2 horas y relación materia prima/solvente 1/30 logrando un valor de 39,86 mg de ácido gálico/g de muestra. De igual manera, se requieren las mismas condiciones de extracción de polifenoles para obtener 19,05% de capacidad antioxidante en la corteza de mango. Finalmente, podemos concluir que, debido a la concentración más elevada de polifenoles totales, y por ende a una mayor capacidad antioxidante que presenta la corteza de mango, el aprovechamiento de la corteza de esta fruta resulta más conveniente que la de naranja; sin embargo, sería recomendable realizar más estudios sobre estas

cortezas incluyendo otras variables que permitan ampliar su uso en la industria alimentaria y farmacéutica.

El uso de residuos como fuente de polifenoles y antioxidantes puede tener un considerable beneficio económico para los procesadores de alimentos y constituir un valor agregado en la elaboración de productos cosméticos, tales como jabones de tocador con propiedades benéficas para el cuidado de la piel.

Se utilizaron los extractos de mango y naranja en la elaboración de jabón base de tocador de la empresa Aquamarina; encontrándose que el porcentaje de extracto de mango conveniente para conseguir un jabón que mantenga las características obtenidas con la fórmula base, es 0,8%, en cuanto al porcentaje de extracto de naranja ideal es 1,98%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anali, M. M. (2014). *Evaluación Antibacteriana y Antioxidante de Extractos de la Cáscara de naranja (Citrus sinensis) variedad Valencia*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Ciencia y tecnología de alimentos, Mexico.
- Cárdenas, B. G., Arrazola, P. G., & Villalba, C. M. (2014). *Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos*. Universidad de Córdoba, Procesos y Agroindustria de Vegetales.
- Carmona, I. (2013). Utilización de los residuos de la industria del tomate para la obtención de compuestos bioactivos. *Agrimundo*.
- Carrillo, T. C., Díaz, T. R., Zambrano, S. J., García, Á. A., & Triana, R. E. (18 de agosto de 2017). Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de hojas de tres variedades de Mangifera indica L. *Cumrnes*.
- Cofré, M. A. (2015). *Determinación de Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante y Antocianinas de Jugo de Murtilla (Ugni molinae Turcz) Obtenido por Condensación de Vapor*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS Y AGRARIAS ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS, Valdivia.
- Escobar, B. M. (2010). *Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Estrada, J. R., Ruiz, O. F., & Martínez, C. H. (2012). Extracción de compuestos fenólicos totales de residuo de mango común (Mangifera indica L.) empleando ultrasonido. *Acta Agronómica*.
- G, R., & P., A. (2010). C uantifi cación de fl avonoides (Catequinas) en cáscara de naranja variedad criolla (Citrus sinensis) producida en Norte de Santander. *LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, 8(2).
- Guerrero, C. C. (2012). *DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN FIBRA DIETÉTICA EXTRAÍDA DE CULTIVOS ANCESTRALES ANDINOS PARA SU UTILIZACIÓN COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS, Ambato.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Otterdijk, R. v., & Meybeck, A. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Roma.
- Hilzingerl, M. N., & Quezada, M. N. (2015). *DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO TOTAL EN LA CORTEZA DE LA PASSIFLORA EDULIS*. Universidad de Guayaquil, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, Guayaquil.
- Hurtado, V. R., & Ortiz, R. L. (2018). *COMPONENTES FITOQUÍMICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CÁSCARAS DE FRUTAS DE MAYOR CONSUMO EN EL PERÚ*. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, Lima.
- Jabri, karoui, Iness y Brahim Marzouk. «Characterization of Bioactive Compounds in Tunisian Bitter Orange (Citrus aurantium L.) Peel and Juice and Determination of Their Antioxidant Activities.» *BioMed Research International* 2013.345415 (2013): 12. <<https://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/345415/citations/>>.
- Jibaja, E. L. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANÁLISIS COMPOSICIONAL DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO, MANGÍFERA INDICA, VARIEDAD "CRIOLLO"*. Universidad César Vallejo, Ingeniería Agroindustrial.

- Kukoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). APLICACIÓN DE DIVERSOS MÉTODOS QUÍMICOS PARA DETERMINAR ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE FRUTOS. *La Ciencia y Tecnología de los Alimentos*.
- Lazcano, S. E. (2015). *CONTENIDO DE FENOLES, CAFEINA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE GRANOS DE CAFÉ VERDES Y TOSTADOS DE DIFERENTES ESTADOS DE MÉXICO*. Obtenido de Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha: <http://www.redalyc.org/pdf/813/81343176021.pdf>
- Lizárraga, V. C., & Hernández, G. C. (2018). Polifenoles de la cáscara de mango para la acuicultura. *Ciencia*, 69(1).
- Londoño, J. L. (2011). Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides. En *Perspectivas y Avances de Investigación de la serie Lasallista Investigación y Ciencia* (pág. 395). Corporación Universitaria Lasallista.
- Maldonado, A. Y., Navarrete, G. H., Ortiz, M. Ó., Jiménez, H. J., Salazar, L. R., Alia, T. I., & Álvarez, F. P. (2016). PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y ANTIOXIDANTES DE VARIEDADES DE. *Revista Fitotecnía Mexicana*, 39.
- Melgarejo, C. S. (2018). *“USO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL CAMU CAMU (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) PARA LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS”*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES, Lima.
- Mosquera, M. O., Niño, O. J., Correa, Y. M., & Buitrago, B. D. (2005). “ESTANDARIZACION DEL METODO DE CAPTURA DE RADICALES LIBRES PARA LA EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS VEGETALES”. *Scientia et Technica*(27).
- Ochoa, M. C., & Ayala, A. A. (2004). *Los Flavonoides: Apuntes Generales y suAplicación en la Industria de Alimentos*. Universidad del Vall, Ingeniería en Alimentos, Cali.
- Ordoñez, G. E., Reátegui, D. D., & Villanueva, T. J. (4 de marzo de 2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*.
- Ozda, T., Sela, D. A., Xiao, J., Boyacioglu, D., Chen, F., & Capanoglu, E. (2016). *The Reciprocal Interactions between Polyphenols and Gut Microbiota and Effects on Bioaccessibility*. MDPI. Obtenido de <http://www.mdpi.com>
- Pérez, N. V., Lugo, C. E., Gutiérrez, L. M., & Del-Toro-Sánchez, C. (17 de enero de 2013). EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA CÁSCARA DE LIMA (Citrus limetta Risso) Y DETERMINACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XV (3).
- Periche, A., Martínez-Las Heras, R., Heredia, A., Espert, M., Escriche, I., Castelló, M., & Andrés, A. (2012). CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN INFUSIONES DE HOJA DE ESTEVIA.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. Obtenido de Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf
- Reyes, A. L. (2014). *Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (Mangifera indica L.)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Agroindustria Alimentaria, Honduras.
- Robalino, A. E., & Guarderas, P. M. (2015). *Eficiencia cosmética “In vivo”de una emulsión formulada a partir del extracto seco de hojas de “Ficus citrifolia”*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS COSMÉTICAS, Quito.

- Sánchez, R. M., Acosta, M. A., & Minor, P. H. (2018). *Compuestos bioactivos con actividad antioxidante en cáscaras de toronja (Citrus paradisi), naranja (Citrus sinensis) y limón persa (Citrus latifolia)*. México.
- SÁNCHEZ, W. F., MURILLO, E., & MÉNDEZ, J. J. (2010). POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE TRES FRUTAS DE ALTO CONSUMO EN EL TOLIMA. *Scientia et Technica* (46).
- Segovia, G. F., Corral, J. J., & Almajano, M. P. (2013). *Estudio cinético de la extracción Sólido-Líquido de los compuestos polifenólicos del Residuo del Aguacate*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Serna, C. L., & Torres, L. C. (Julio de 2015). Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) variedades Keitt y Tommy Atkins. *Acta Agronómica*, 64(2).
- Serna, C. L., Torres, L. C., & Ayala, A. A. (2015). *Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (Mangifera indica) como fuente de Ingredientes Funcionales*. Colombia.
- Siller, S. A., Alvarez, P. O., Aguilar, C. N., & Rojas, R. (2013). Polifenoles de Cáscara de Mango (*Mangifera caesia* var. Ataulfo): Una Alternativa Antioxidante y Antimicrobiana. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(10).
- Sumaya, M. M., Sánchez, H. L., Torres, G. G., & García, P. D. (2012). RED DE VALOR DEL MANGO Y SUS DESECHOS CON BASE EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30.
- Tenorio, D. M. (2016). Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 7.
- Uguña, R. V. (2017). *EVALIACIÓN IN VIVO DE LA EFICIENCIA COSMÉTICA DE DOS FORMULACIONES ELABORADAS CON ACEITE ESENCIAL DE MATICO (ARISTEGUIETIA GLUTINOSA)*. Proyecto de investigación y desarrollo previo a la obtención del Grado de Magister en Ciencias y Tecnologías Cosméticas, CUENCA.
- Vargas y Vargas, M. d., Figueroa, B. H., Tamayo, C. J., Toledo, L. V., Moo Huchin, V. M., & Moo, H. V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Ciencia ergo-sum*.
- Vega, V. V. (2011). *Enriquecimiento de la capacidad antioxidante y proteccion antimicrobiana del mango fresco cortado aplicando compuestos fenolicos a sus subproductos*. Centro de investigación en alimentos y desarrollo, Tecnología de alimentos de origen vegetal, Sonora.

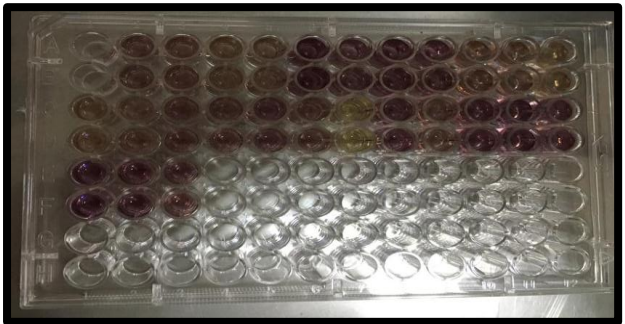
ANEXOS



Anexo I Obtención de corteza de mango y naranja



Anexo II Extracción de polifenoles



Anexo III Lectura de concentración de polifenoles y capacidad antioxidante.



Anexo IV Jabón elaborado con extracto de mango y naranja

Anexo V Análisis de la varianza para polifenoles en corteza de naranja.

Término	Efecto	Coef	coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		14,698	0,406	(13,856; 15,540)	36,21	0,000	
Etanol	2,280	1,140	0,406	(0,298; 1,982)	2,81	0,010	1,00
Tiempo*Tempe- ratura*Etanol	1,429	0,715	0,406	(-0,127; 1,557)	1,76	0,092	1,00
Pt Central		-1,80	1,46	(-4,83; 1,24)	-1,23	0,232	1,00

Anexo VI Análisis de la varianza para capacidad antioxidante en corteza de naranja.

Término	Efecto	Coef	coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		55,40	2,04	(51,15; 59,65)	27,10	0,000	
Tiempo	4,24	2,12	2,04	(-2,13; 6,37)	1,04	0,311	1,00
Etanol	-18,67	-9,34	2,04	(-13,59; -5,09)	-4,57	0,000	1,00
Tiempo*Etanol	-3,89	-1,94	2,04	(-6,19; 2,31)	-0,95	0,352	1,00
Pt Central		-12,88	7,37	(-28,20; 2,45)	-1,75	0,095	1,00

Anexo VII Análisis de la varianza para polifenoles en corteza de mango.

Término	Efecto	Coef	coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		35,746	0,390	(34,936; 36,555)	91,58	0,000	
Etanol	3,302	1,651	0,390	(0,842; 2,461)	4,23	0,000	1,00
Tiempo*Etanol	-0,917	-0,458	0,390	(-1,268; 0,351)	-1,17	0,253	1,00
Pt Central		-0,08	1,41	(-3,00; 2,84)	-0,06	0,955	1,00

Anexo VIII Análisis de la varianza para capacidad antioxidante en corteza de mango.

Término	Efecto	Coef	coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		15,949	0,616	(14,665; 17,233)	25,91	0,000	
Temperatura	-0,3199	-1,600	0,616	(-2,884; -0,316)	-2,6	0,017	1,00
Etanol	2,964	1,482	0,616	(0,198; 2,766)	2,41	0,026	1,00
Tiempo*Etanol	3,152	1,576	0,616	(0,292; 2,860)	2,56	0,019	1,00
Tiempo*Temperatura*etanol	3,199	1,600	0,616	(0,316; 2,884)	2,60	0,017	1,00
Pt Central		-1,48	2,22	(-6,11; 3,15)	-0,67	0,512	1,00