

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



SECADO POR LECHO FLUIDIZADO DE HOJAS DE MÁTICO (*Piper aduncum L.*) Y MALVA (*Malva sylvestris*), EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE SUS FILTRANTES

TESIS

Para optar el título de

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESPINOZA LUNA MARYORY KETTY

Promoción 2018-II

Tingo María-Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Título de Tesis : SECADO POR LECHO FLUIDIZADO DE HOJAS DE MÁTICO (*Piper aduncum L.*) Y MALVA (*Malva sylvestris*), EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE SUS FILTRANTES

Autor : ESPINOZA LUNA, Maryory Ketty

Asesores de Tesis : Ing. Msc. Ramírez Trujillo, Yolanda Jesús
Ing. Msc. Tafur Pereda, Hans Joan

Escuela Profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias

Programa de Investigación : Ingeniería de alimentos

Línea (s) de Investigación : Ingeniería de Alimentos

Eje temático de investigación : Propiedades termo físicas y reológicas

Lugar de Ejecución : Laboratorios FIIA-UNAS

Duración :

Fecha de Inicio : marzo 2021

Término : agosto 2021

Financiamiento : FEDU : -----

Propio : S/. 4604,40



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail: fia@unas.edu.pe

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2021

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 12:00 horas del día 22 de setiembre del 2021, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS en la Plataforma Ms Teams, para calificar la tesis presentada por la Bach. **ESPINOZA LUNA, Maryory Ketty**, titulada:

“SECADO POR LECHO FLUIDIZADO DE HOJAS DE MATICO (*Piper aduncum* L.) Y MALVA (*Malva sylvestris*), EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE SUS FILTRANTES”

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45^o numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 22 de setiembre del 2021

Dr. Roberto Dávila Trujillo
Presidente

Ing. Jaime Eduardo Basilio Atencio
Miembro

Ing. Luz Milagros Follegatti Romero
Miembro

Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
Asesora

Ing. Hans Joan Tafur Pereda
Asesor

DEDICATORIA

A **Dios** por darme el don de la vida, por brindarme sabiduría e iluminarme a diario, guiándome en el camino de mi formación profesional y por darme la fortaleza para luchar por mis metas.

A mi mamá **Primitiva Luna Justo** por ser mi motivación, por darme su apoyo incondicional en todo momento, por sus sacrificios y esfuerzo y mi papá **Francisco Espinoza Carranza** por su apoyo.

A mi querida abuelita **Priscila Justo Tafur** que descansa en la paz del Señor, quien me acompaña y guía siempre mi caminar desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres, esperando que se sientan orgullosos de mí y vean que todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron valió la pena, también a mis hermanos Eveling Espinoza Luna y Weninger Espinoza Luna.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y a la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, especialmente a los docentes quienes compartieron sus conocimientos, necesarios para mi desempeño profesional.
- A mis asesores de tesis por haberme acompañado en el desarrollo de la tesis: Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo por su apoyo constante también al Ing. Hans Joan Tafur Pereda, al Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio por haberme facilitado el laboratorio de Secado, Ing. Víctor Condori Roldán, Sr. Ariza Espinoza por el apoyo brindado en el laboratorio y al Ing. José Loayza Torres por la materia prima facilitada.
- A todos mis amigos por acompañarme en el desarrollo de la tesis, que brindaron parte de su tiempo; Brayan y Karla gracias por la ayuda desinteresada y valiosa en el desarrollo de esta investigación.
- A los miembros del Jurado: Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio, Dr. Roberto Dávila Trujillo e Ing. Luz Milagros Follegatti Romero por las correcciones del informe de tesis y consejos brindados.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Secado.....	3
2.1.1. Etapas del proceso de secado	4
2.1.2. Factores que intervienen en el proceso de secado	5
2.2. Secado de lecho fluidizado	6
2.3. Infusiones	7
2.4. Antioxidante	8
2.4.1. Capacidad antioxidante	8
2.4.2. Métodos de evaluación de capacidad antioxidante	9
2.5. Compuestos fenólicos	10
2.5.1. Propiedades fenólicas más comunes.....	10
2.5.2. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos.....	12
2.6. Evaluación sensorial.....	13
2.6.1. Tipos de pruebas sensoriales.....	13
2.7. Aspectos generales del mático (<i>Piper aduncum L.</i>).....	14
2.7.1. Descripción	14
2.7.2. Clasificación taxonómica.....	14
2.7.3. Hábitat	14
2.8. Aspectos generales de malva (<i>Malva sylvestris</i>)	15
2.8.1. Descripción	15
2.8.2. Clasificación taxonómica.....	16

2.8.3. Composición química.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.2. Materia prima.....	17
3.3. Materiales, equipos de laboratorio y reactivos.....	18
3.3.1. Materiales de laboratorio.....	18
3.3.2. Equipos de laboratorio.....	18
3.3.3. Reactivos.....	18
3.4. Métodos de análisis.....	18
3.5. Metodología experimental.....	19
3.5.1. Proceso de secado por lecho fluidizado de hojas de matico y malva.....	19
3.5.2. Evaluación de la capacidad antioxidante de hojas de matico y malva.....	21
3.5.3. Evaluación de contenido fenoles totales de las hojas de matico y malva.....	21
3.5.4. Formulación de los filtrantes.....	22
3.5.5. Elaboración de los filtrantes.....	22
3.5.6. Evaluación sensorial de las infusiones.....	23
3.5.7. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de la infusión con mayor puntaje de aceptación sensorial.....	24
3.5.8. Análisis estadístico.....	24
3.6. Diseño experimental.....	25

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Contenido de humedad de hojas de mático y malva secado por lecho fluidizado a temperaturas 45, 55 y 65°C.....	26
4.1.1. Humedad inicial de las hojas.....	26
4.1.2. Secado por lecho fluidizado de las hojas	27
4.1.3. Humedad final de las hojas de mático y malva	29
4.2. Evaluación de la capacidad antioxidante de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado.....	30
4.3. Evaluación del contenido de fenoles totales de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado.....	34
4.4. Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las infusiones de los filtrantes elaboradas con mezclas de hojas de mático y malva secada por lecho fluidizado con mayor capacidad antioxidante.....	36
4.5. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de las infusiones con mayor puntaje de la evaluación sensorial	41
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química de malva.	15
2. Ubicación de las muestras	17
3. Formulación de los filtrantes	22
4. Humedad final en base seca.....	29
5. Capacidad antioxidante de hojas de mático y malva.	30
6. Contenido de fenoles totales de hojas de mático y malva seco.....	34
7. Resultados de la evaluación sensorial de las infusiones	38
8. Capacidad antioxidante de las infusiones.	42
9. Contenido de fenoles totales de las infusiones	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curva de secado.....	4
2. Secador de lecho fluidizado.....	7
3. Mecanismo de actividad antioxidante	9
4. Estructuras químicas de los principales compuestos fenólicos	12
5. Flujograma de operaciones de secado por lecho fluidizado de hojas de mático y malva.....	20
6. Flujograma de elaboración de los filtrantes.	23
7. Diseño experimental de la evaluación de secado	25
8. Curvas de secado de hojas de mático a diferentes temperaturas	27
9. Curvas de secado de hojas de malva a diferentes temperaturas.	28
10. Resultado de capacidad antioxidante de mático y malva.	31
11. Resultado de contenido de fenoles totales de mático y malva.	35

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva con el objetivo de secar por lecho fluidizado hojas de mático y malva, evaluar su capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales y determinar la aceptación sensorial de sus filtrantes; se secaron las hojas a temperaturas de 45°C, 55°C y 65°C a velocidad del aire 2 m/s, para determinar la capacidad antioxidante se realizó mediante el radical ABTS y para fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu, las infusiones se prepararon en 250 mL de agua a temperatura 89°C, con diferentes formulaciones de mático y malva, que conservaron mejor capacidad antioxidante, a los infusiones con mayor puntaje sensorial, se determinó capacidad antioxidante y contenido de fenoles. Hallándose mayor capacidad antioxidante en malva secada a 55°C ($169,2 \pm 2,28$ $\mu\text{mol TE/g}$) y en mático secado a 45°C ($104,3 \pm 7,25$ $\mu\text{mol TE/g}$); mayor contenido de fenoles totales se encontró en mático y malva secadas a 45°C ($1,74 \pm 0,008$ y $1,08 \pm 0,010$ g EAG/100g). Las formulaciones de las infusiones: F3 (80% mático: 20% malva) y F8 (83,7% mático:16,3% malva) presentaron mejores puntajes de aceptación en los atributos color, olor y sabor, presentando una capacidad antioxidante de $15,58 \pm 0,65$ y $13,64 \pm 0,31$ ($\mu\text{mol TE/100mL}$) y contenido de fenoles totales $3,17 \pm 0,025$ y $3,25 \pm 0,030$ (mg EAG/100mL) respectivamente. El secado de las hojas mostró una relación, mayor temperatura: menor tiempo de secado; se concluye que las temperaturas de secado influyeron en la degradación y liberación de los compuestos bioactivos.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que cuenta con una gran diversidad de plantas medicinales, dentro de ellos se tienen al mático y la malva que son utilizados como medicina tradicional y crecen de manera silvestres por lo que es necesario su aprovechamiento en forma industrial conservando sus compuestos bioactivos en filtrantes como alternativa de uso. El secado por lecho fluidizado, proceso de remoción térmica de sustancias volátiles hasta obtener un producto seco que permite conservar, considerando condiciones externas como la temperatura, velocidad, humedad del aire, área superficial del material expuesta y presión del sólido (CAYRA, 2019).

Las hojas contienen compuestos con propiedades antioxidantes, son sustancias que tienen la propiedad de neutralizar los radicales libres, disminuir el daño oxidativo y así prevenir o retardar la aparición de diversas enfermedades de complejo diagnóstico. El daño oxidativo en las células se encuentra asociado al deterioro de los tejidos debido en especial a la afectación de las sustancias lipídicas, ácidos nucleicos y proteínas, los cuales son causados principalmente por reacciones con el oxígeno (MÁRQUEZ *et al.*, 2014).

Hoy en día, existe mayor interés por parte de los investigadores, las industrias y consumidores en alimentos, tener productos que brinden beneficios más allá de su valor nutricional. En este sentido, está aumentando el uso de

plantas medicinales. Además de las propiedades de las plantas se han asociado a la presencia de compuestos bioactivos, como vitaminas, minerales, polifenoles, antioxidante y esteroides vegetales. El regular consumo de infusiones de plantas puede ser valioso para los humanos debido a los beneficios relacionados con la salud. Por estas razones, es crucial caracterizar los compuestos bioactivos presentes en las infusiones de las plantas para comprender mejor sus beneficios para la salud (COELHO *et al.*, 2016).

Bajo este contexto se planteó la investigación considerando los siguientes objetivos:

- Determinar el contenido de humedad final de hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado a temperaturas de 45, 55 y 65°C a velocidad del aire 2 m/s.

- Determinar la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado a temperaturas de 45, 55 y 65°C a velocidad del aire 2 m/s.

- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las infusiones de los filtrantes elaboradas con mezclas de hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado con mayor capacidad antioxidante.

- Evaluar la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales del mejor tratamiento de las infusiones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Secado

Según JÁCOME (2015), el secado consiste en eliminar la humedad de una sustancia mediante la evaporación del agua superficial del producto, difundiéndose al aire. La rapidez del proceso va a depender de la velocidad con que el aire circula alrededor del producto, el grado de sequedad que presenta, así como la composición, el contenido de humedad, tamaño de las partículas, etc. Los objetivos de su empleo son:

- Hacer más fácil su manipulación en posteriores etapas.
- Reducir costos por el transporte
- Facilitar la conservación del producto.
- Dar un valor agregado al producto.
- Aprovechar los subproductos que se generan.
- Reducir el volumen de los productos, así como el de aumentar la capacidad de aparatos para otras etapas del proceso, etc.

El secado es la forma más común utilizada para conservar los alimentos, involucra procesos de transferencia de masa (agua y otros compuestos químicos) y de energía (temperatura), cuya fuerza impulsora son los gradientes de humedad y temperatura, respectivamente. La descripción de los mecanismos cuando se usa aire forzado o natural, así como la obtención de las

propiedades termo físicas de equilibrio y transporte de ambos sistemas, son cuestiones de importancia cuando se desea predecir las condiciones óptimas del proceso que permita la obtención de un producto seco con similares características fisicoquímicas y nutrimentales del alimento original (HERNÁNDEZ *et al.*, 2018).

2.1.1. Etapas del proceso de secado

El comportamiento del proceso de secado se puede visualizar midiendo pérdida de humedad del producto en función al tiempo o contenido de humedad promedio, con las que se construyen curvas de secado, que nos permiten distinguir el tipo de mecanismos de secado que predomina en ella. En la Figura 1 pueden distinguirse tres periodos de velocidad de secado (NOYOLA, 2017).

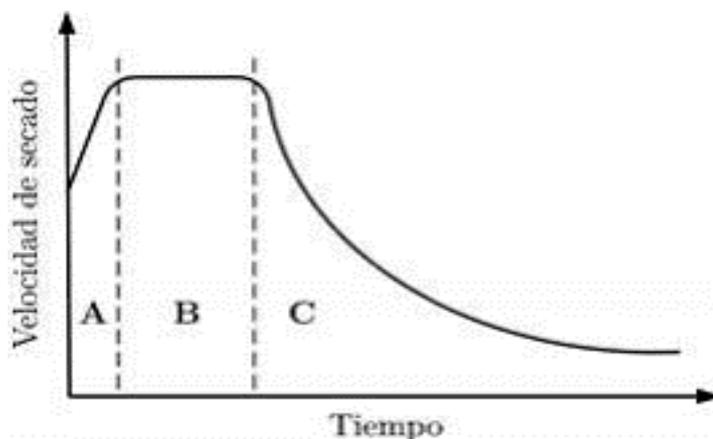


Figura 1. Curva de secado

A: Periodo de inducción: En éste, se produce el calentamiento del producto, se aumenta la temperatura de la inter fase y el material se adapta a las condiciones de operación.

B: Periodo de velocidad constante: En este periodo, la humedad que se transporta desde el interior del material hace que la superficie se mantenga saturada. La velocidad de secado viene a ser controlada por las condiciones externas que permiten la evaporación del agua y su traslado desde la superficie que se encuentra saturada hasta el aire de secado.

C: Periodo de velocidad decreciente: Cuando la superficie del sólido deja de estar saturada, disminuye la velocidad de secado con el tiempo hasta que el contenido de humedad del producto llega a su valor próximo a su equilibrio. En este periodo la velocidad de secado depende principalmente de la estructura interna que presenta el sólido y de los mecanismos de difusión de humedad.

2.1.2. Factores que intervienen en el proceso de secado

Los factores que intervienen en el proceso de secado según (JARAMILLO y NARVÁEZ, 2012) son:

- **Temperatura:** del valor de la temperatura depende la rapidez de secado y ésta está en función de la resistencia del material y de sus características internas.

- **Humedad:** viene a ser la relación en porcentaje entre la presión normal y la presión saturada del vapor del agua a la misma temperatura; al calentarse el ambiente aumenta también la capacidad de adsorción de humedad hasta que el aire ya no capte más agua.

- **Velocidad del aire:** este factor facilita la evaporación del agua del material y ayuda al transporte de la humedad, la forma de corriente de aire influye

en la rapidez de secado, el flujo turbulento será más eficaz que el laminar. En la primera etapa se produce la evaporación superior y el tiempo de proceso es menor mientras mayor es la velocidad por lo que es recomendable que ésta sea fuerte y regular.

2.2. Secado de lecho fluidizado

Es uno de los métodos que más se utilizan a nivel industrial para el secado de productos, consiste en hacer pasar una corriente de aire caliente a determinada velocidad a través de un lecho de partículas a presión constante. El aire, al tomar contacto con las partículas, las suspende. El aire actúa como un medio de calentamiento y como un acarreador de humedad (JÁCOME, 2015). El lecho fluidizado se caracteriza porque permite un elevado grado de mezcla, lo que hace que el lecho de partículas sólidas se comporte como un fluido (VALCÁRCEL, 2014)

Proporciona ventajas como una alta transferencia de calor y masa, alta velocidad de secado y uniforme reducción de la humedad en menos tiempo de secado. Se pueden mezclar productos sólidos de manera eficiente con aire desecado proporcionando uniforme temperatura de secado y un más prolongado período de velocidad de secado constante (ZHU *et al.*, 2020).

En la Figura 2 se presenta el secador por lecho fluidizado.

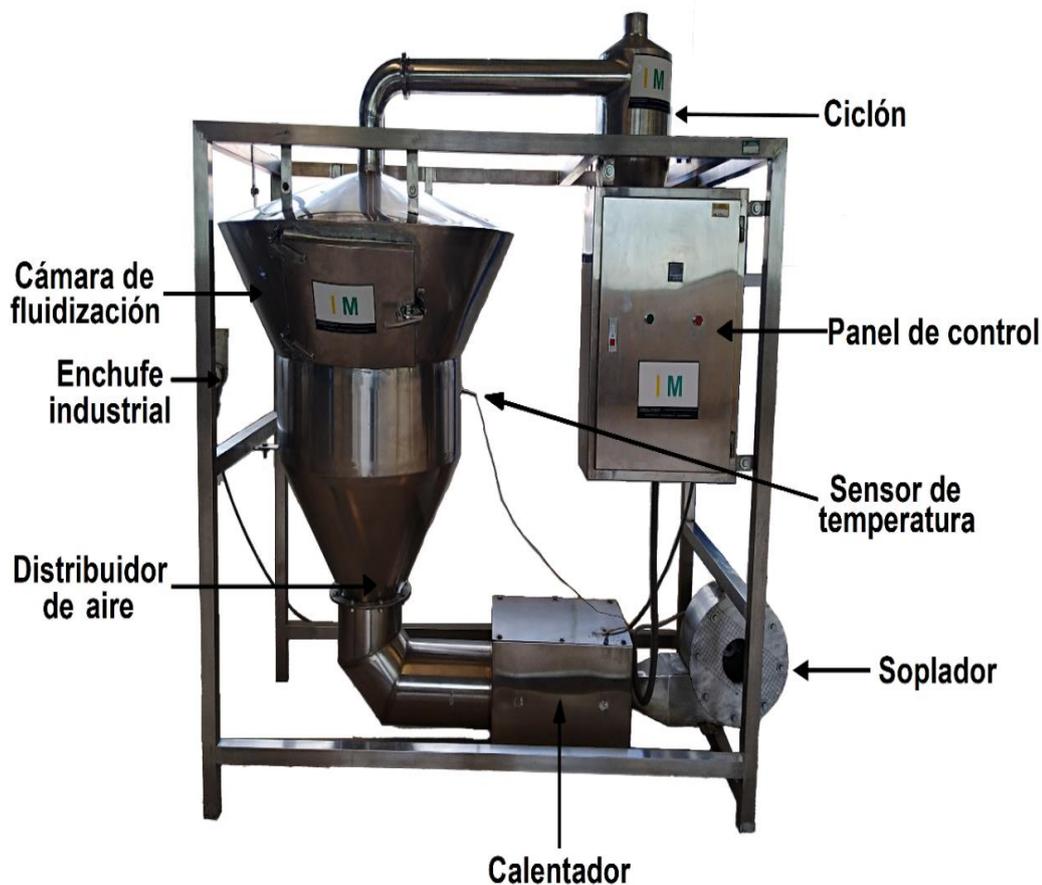


Figura 2. Secador de lecho fluidizado.

2.3. Infusiones

Las infusiones de hierbas y plantas se pueden elaborar de cualquier parte (hojas, flores, semillas o partes aéreas enteras), se utilizaron tradicionalmente en la medicina popular para curar dolencias de diferentes trastornos. En la actualidad, su consumo es muy popular debido a la variedad de sabores de té que se comercializan en todo el mundo y a los beneficios para la salud por los compuestos bioactivos que contienen. Además de polifenoles, asociados principalmente a la actividad antioxidante y captación de radicales libres dañinos, las infusiones contribuyen a la ingesta de minerales esenciales (IRAKLI *et al.*, 2018). Una infusión viene a ser una bebida obtenida de las partes

áreas (hojas secas, flores y frutos) de varias hierbas o plantas aromáticas a las cuales se agregan agua a punto de hervir, dejándose reposar por un tiempo (MUÑOZ *et al.*, 2012). En la infusión son extraídas gran cantidad de sustancias activas, con poca alteración de su estructura química, conservándose, por tanto, sus propiedades (GUEVARA, 2019).

La infusión es la forma más frecuente de complemento alimenticio utilizado por los peruanos desde la antigüedad para la protección de la salud y el tratamiento de enfermedades, puede decirse que la infusión es parte del día a día de los peruanos. Algunas infusiones de plantas pueden servir como buena fuente para el desarrollo de alimentos funcionales (WANG *et al.*, 2017).

2.4. Antioxidante

Es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, los cuales, al ser átomos o grupos de átomos con un electrón desapareado, son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. También se puede definir como cualquier sustancia que, cuando está presente en bajas concentraciones comparadas con un substrato oxidable, previene o retarda significativamente la oxidación de ese sustrato (COFRE, 2015).

2.4.1. Capacidad antioxidante

Medir la capacidad antioxidante de un alimento supone cuantificar todas las moléculas antioxidantes presentes en este. La mayor parte de los ensayos que se utilizan para determinar la actividad antioxidante de un alimento

se basan en medir la capacidad que tienen los compuestos antioxidantes para reaccionar con un determinado radical libre (COFRE, 2015).

En muchas infusiones de hierbas se han evaluado las capacidades antioxidantes encontrándose que algunas infusiones de hierbas poseen altas capacidades antioxidantes pudiendo ser importantes fuentes de antioxidantes naturales para prevenir las enfermedades debidas al estrés oxidativo (LI *et al.*, 2014).

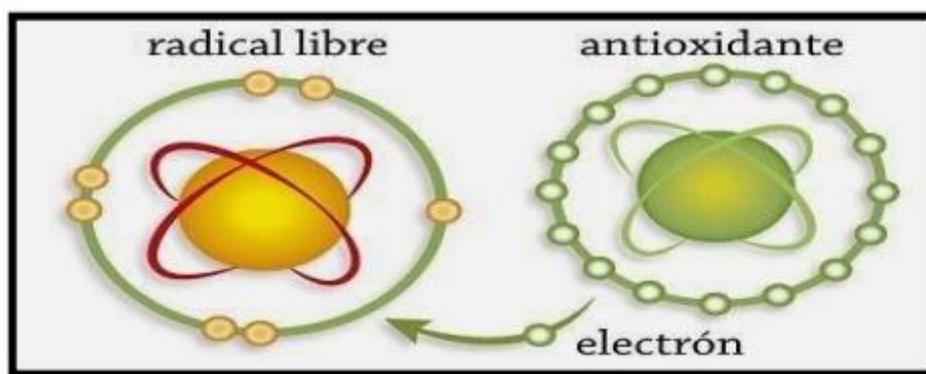


Figura 3. Mecanismo de actividad antioxidante (CAYRA, 2019).

2.4.2. Métodos de evaluación de capacidad antioxidante

- Radical 1'1 diphenyl -2- picrylhidrazyl (DPPH)

Es un radical libre estable que se utiliza como indicador para medir la capacidad de secuestro de cualquier compuesto que presente actividad antioxidante. El método DPPH tiene como principio sustraer un átomo de hidrógeno proveniente de un donador (por ejemplo, un compuesto fenólico) para producir un compuesto denominado difenil picrilhidrazina y un radical. En este proceso, el efecto de la reacción desarrolla cambio de color que pasa de violeta a amarillo o naranja pálido, a medida que disminuye la absorbancia detectable a 515 nm (ROJAS, 2019).

- Radical 2,2' azinobis -3- ethylbenzotiazolina -6- ácido sulfónico (ABTS)

El ABTS (verde - azul como catión ABTS), es un radical cromógeno estable, es fácil de utilizar y tiene elevado nivel de sensibilidad y permite analizar un gran número de muestras en un tiempo relativamente corto. La química de reacción del ABTS en las pruebas, involucra una disminución en la intensidad del color del ABTS de verde - azul a blanco-transparente, por efecto de la inhibición del antioxidante (ROJAS, 2019).

2.5. Compuestos fenólicos

Se encuentran muy distribuidos en el reino vegetal, en plantas medicinales, especias, en vegetales, rutas, granos, semillas, contribuyendo a sus propiedades sensoriales en color, aroma, pardeamiento, amargor, astringencia, etc. (LUQUE, 2016).

2.5.1. Propiedades fenólicas más comunes

La distribución de los compuestos fenólicos depende de la parte de la planta y tejido, es una amplia familia que incluye diferentes subfamilias de fenilalanina y la tirosina, tienen un anillo aromático que lleva uno o más sustituyentes hidroxilo y son metabolitos secundarios de las plantas, participa en la protección contra la acción dañina de especies reactivas (principalmente los radicales libres de oxígeno) por su alto potencial redox (COSTA *et al.*, 2015).

Se han descrito alrededor de 8 000 polifenoles que se pueden dividir en varios subgrupos: moléculas simples (ácidos fenólicos), o compuestos

polimerizados (taninos). Los polifenoles tienen actividad antioxidante, antimutagénico, anticancerígeno, antialérgico, antiinflamatorio, antiviral, antiulceroso, antidiarreico, antihelmíntico, molusquicida, antihepatóxico y antiproliferativo (COSTA *et al.*, 2015).

Según GALLO (2016), los compuestos fenólicos tienen un elemento común en sus estructuras moleculares y es un anillo benceno hidroxilado, las que incluyen grupos funcionales como ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc. Las familias de compuestos fenólicos se caracterizan principalmente por el número de átomos de carbono de su esqueleto básico molecular.

De acuerdo con su estructura, los compuestos fenólicos se clasifican en:

- Ácidos cinámicos
- Ácidos benzoicos
- Flavonoides
- Proantocianidinas o taninos condensados
- Estilbenos
- Cumarinas
- Lignanos
- Ligninas

En la Figura 4 se presenta las estructuras químicas de los principales compuestos fenólicos, según GALLEGO (2016)

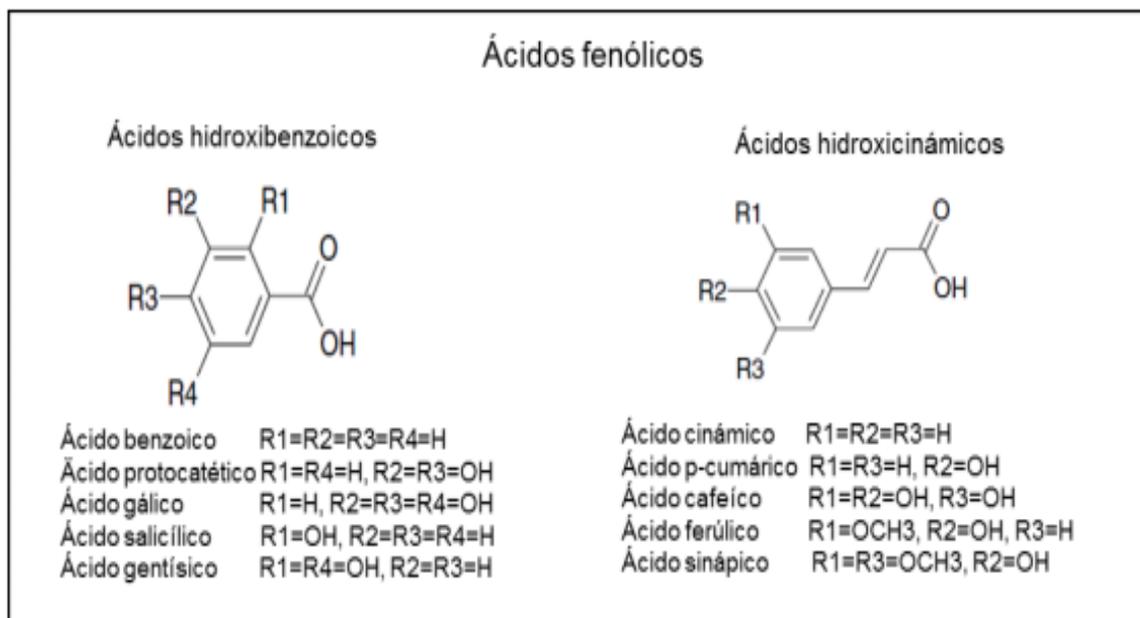


Figura 4. Estructuras químicas de los principales compuestos fenólicos.

2.5.2. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos se relaciona con su capacidad para quelar metales, inhibir la actividad de la lipoxigenasa y realizar la captación de los radicales libres, igualmente pueden promover reacciones de oxidación in vitro. Un compuesto fenólico para ser considerado un antioxidante debe de cumplir los siguientes requisitos (CRIOLLO y MOLINA, 2016):

- Cuando se encuentre en baja concentración en relación al sustrato que va a ser oxidado pueda lograr retrasar o prevenir la auto oxidación u oxidación que es mediada por un radical libre.
- Cuando el radical que se forma tras el secuestro es estable y no pueda actuar en otras oxidaciones.

2.6. Evaluación sensorial

Es una disciplina científica que se usa para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características organolépticas de los alimentos con el uso de uno o más de los sentidos humanos (MEJÍA, 2019).

2.6.1. Tipos de pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales se usan en las industrias alimentaria para desarrollar y evaluar productos, para modificar o cambiar la formulación de los productos, en el control de calidad, la comercialización de los productos; se clasifican en (MEJÍA, 2019):

- Pruebas discriminativas: diseñadas para determinar si dos o más muestras pueden distinguirse entre sí mediante análisis sensorial, se usa en control de calidad para verificar si el lote está siendo producido con calidad uniforme.

- Pruebas descriptivas: aquellas que dan a conocer la intensidad percibida de los atributos sensoriales de un producto, son aplicables en los cambios de formulación y desarrollo de nuevos productos, se clasifican en pruebas de escala y análisis descriptivo.

- Pruebas afectivas: intentan cuantificar el grado de gusto o disgusto de un producto, en base a la opinión personal, se clasifican en pruebas de preferencia, de comparación pareada y prueba de escala de clasificación.

2.7. Aspectos generales del mático (*Piper aduncum* L.)

2.7.1. Descripción

Piper aduncum L. es conocido como “mático” en diferentes lugares del Perú y muy utilizado en la medicina tradicional en América Latina como antiinflamatorio, para la curación de heridas, para aflicciones reumáticas, antihemorrágico, diarrea, y antiséptico (HERRERA *et al.*, 2019). Se le conoce por producir gran cantidad de compuestos fisiológicamente activos. Varios efectos farmacológicos de mático incluyen actividades antileishmánicas, antibacterianas, citotóxicas y antifúngicas (THAO *et al.*, 2016).

2.7.2. Clasificación taxonómica

BARROS *et al.* (2016) indica la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Piperales

Familia: Piperaceae

Género: Piper

Nombre científico: *Piper aduncum* L.

Nombres comunes: Mático, pimienta de mono, hierba del soldado, achotlín, cordoncillo.

2.7.3. Hábitat

El *Piper Aduncum* L. crece en los climas húmedos, templados y cálidos de las zonas subtropicales de América, China, Oceanía e India. En

América podemos encontrarlo desde el Sur de México hasta el Perú y Brasil, también en Cuba, Jamaica, Puerto Rico, Granada, Barbados y Trinidad de Tobago. En nuestro país se encuentran en la parte del norte ribereño de la selva en zonas cuyo clima es templado y cálido (VALDERRAMA, 2018).

2.8. Aspectos generales de malva (*Malva sylvestris*)

2.8.1. Descripción

Es una planta medicinal que puede ser perenne o bianual, es originaria de zonas que presentan climas templados. Generalmente crece de manera silvestre junto a caminos y baldosas, se desarrolla de forma normal no exigente, se caracteriza por contener compuestos fenólicos; el desarrollo foliar de las plantas cultivadas va a depender de los factores genéticos, así como de las condiciones del ambiente en que crecen (DOMÍNGUEZ, 2020).

Según los estudios fitoquímicos se ha revelado la presencia de polisacáridos, antocianinas, cumarinas, taninos, flavonas, flavonoles, antocianidinas, leucoantocianidinas, mucílagos y terpenoides (sesquiterpenos, diterpenos, monoterpenos; la malva manifiesta principios de malvidina, mucílago, provitamina A y vitaminas B₁, B₂ y C (DELFINE *et al.*, 2017).

Posee muchas propiedades biológicas relacionadas con el mucílago y los flavonoides presentes en hojas y flores. La planta posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorios, anticancerígenos, cicatrizante de heridas, hepatoprotector, antinociceptivo y actividades antimicrobiano (ALMASIAN *et al.*, 2020).

2.8.2. Clasificación taxonómica

GASPARETTO *et al.* (2011) indican la siguiente clasificación taxonómica para malva:

Sub clase: Mag-noliidae

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Especie: Malva Sylvestris

Género: Malva

2.8.3. Composición química

En la Cuadro 1 se presenta la composición química de la malva según MOYA (2016).

Cuadro 1. Composición química de malva

Componente	Cantidad
Humedad (%)	81,34
Materia seca (%)	18,66
Cenizas (%)	2,43
Extracto Etéreo (%)	0,57
Proteína (%)	18,27
Fibra (%)	2,94
E.L.N (%)	8,19
Taninos	++
Flavonoides	+
Saponinas	+

Fuente: MOYA (2016)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Secado, Análisis de Alimentos y en el Laboratorio Central de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; altitud de 660 m.s.n.m. coordenadas 09°17'08" de Latitud Sur, 75°59'52", latitud Oeste, clima tropical húmedo, humedad relativa media anual 84% y temperatura media anual 24°C.

3.2. Materia prima

Las materias primas empleadas fueron hojas de mático y malva, obtenido en la ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, temperatura promedio 24°C, humedad relativa 84%. En el Cuadro 2 se presenta la ubicación de las muestras.

Cuadro 2. Ubicación de las muestras.

Materia prima	Altitud (msnm)	Latitud (sur)	Longitud (oeste)
Mático	660	9° 18' 23"	75° 59' 52"
Malva	660	9° 18' 23"	75° 59' 53"

3.3. Materiales, equipos de laboratorio y reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio

Vasos de precipitación de 1000, 100 y 10 mL, placa Petri, probetas de 10 mL, cubeta de poliestireno 1,5 mL ISOLAB, bandeja perforada de acero inoxidable, jarra de plástico 2,5 L, pinza metálica, bolsa de polipropileno, tazón de acero inoxidable, campana desecadora, papel aluminio, bolsa filtrante.

3.3.2. Equipos de laboratorio

Espectrofotómetro UV-VIS, Genesys 10, (USA); Homogenizador (Barnsted Thermolyne); Balanza de precisión digital (Sartorius) serie BP 3100 S; Estufa (Ecocell); Balanza analítica (Ohaus, modelo Pioner, Cap Max 250g); Centrifuga Mikro 22 R (Hettich Zentrifugen) Germany.; Anemómetro CEM DT – 620; Secador de lecho fluidizado (Industrias Merino).

3.3.3. Reactivos

2,2- azinobis-3- etilbenzotiazoline- 6-ácidosulfónico (ABTS; Sigma Chemical Ca USA), Folin Ciocalteau (sigma Chemical Ca. USA), agua destilada, persulfato de potasio, metanol, ácido gálico (Sigma Chemical Ca. USA), Trolox, carbonato de sodio (Sigma Chemical Ca. USA), alcohol 70°, hipoclorito de sodio.

3.4. Métodos de análisis

- Humedad, método gravimétrico de la AOAC, 934.01, 2002.
- Humedad en base seca, método descrito por CEYLAN *et al.* (2016).
- Capacidad antioxidante, método ABTS (LIU *et al.* 2020).

- Contenido de fenoles totales desarrollado por Folin Ciocalteu reportado por BOONPRAKOB *et al.*, (2006).

- Evaluación sensorial, método utilizado por JUMBO *et al.* (2016) para determinar las infusiones de mayor puntaje de aceptabilidad y LEODAN (2018) en la preparación de las infusiones.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Secado por lecho fluidizado de hojas de mático y malva

Según el método descrito por ÁLVAREZ (2020), cuyas operaciones se indican en la Figura 5 y se describe a continuación:

Recolección: Las hojas se recolectaron en horas de la mañana, fueron colocadas en bolsas de papel kraft sin ser presionadas y transportadas en cajas de cartón evitando el contacto directo con la luz solar (GALINDO, 2016).

Recepción: Las hojas recolectadas fueron recepcionadas en el laboratorio de secado.

Selección: Se seleccionaron hojas enteras que no tengan problemas fitosanitarios, daños mecánicos u otros defectos.

Pesado 1: Luego de la selección se procedió al pesado de las hojas con la ayuda de una balanza electrónica de precisión.

Lavado: Después de registrar los pesos, las hojas fueron sometidas a lavado con agua potable por aspersion e inmersión en un recipiente con el fin de eliminar los residuos adheridos del suelo, larvas de insectos u otras impurezas traídas del campo, teniendo cuidado que las hojas no sufran daño mecánico.

Desinfección: Las hojas lavadas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 50 ppm por 2 minutos de inmersión (INACAL, 2020).

Pre secado: Sobre bandejas perforadas de acero inoxidable para escurrir el agua excedente, durante 30 minutos a temperatura ambiente,

Pesado 2: las hojas oreadas fueron pesadas con la ayuda de una balanza de precisión antes de ser llevada al secador de lecho fluidizado.

Secado: Se colocaron las hojas oreadas sobre las bandejas porosas del secador de lecho fluidizado, a temperaturas de 45; 55 y 65°C con velocidad de aire constante 2 m/s. Cada media hora se tomaron muestras ser pesadas y determinar la humedad hasta llegar a peso constante

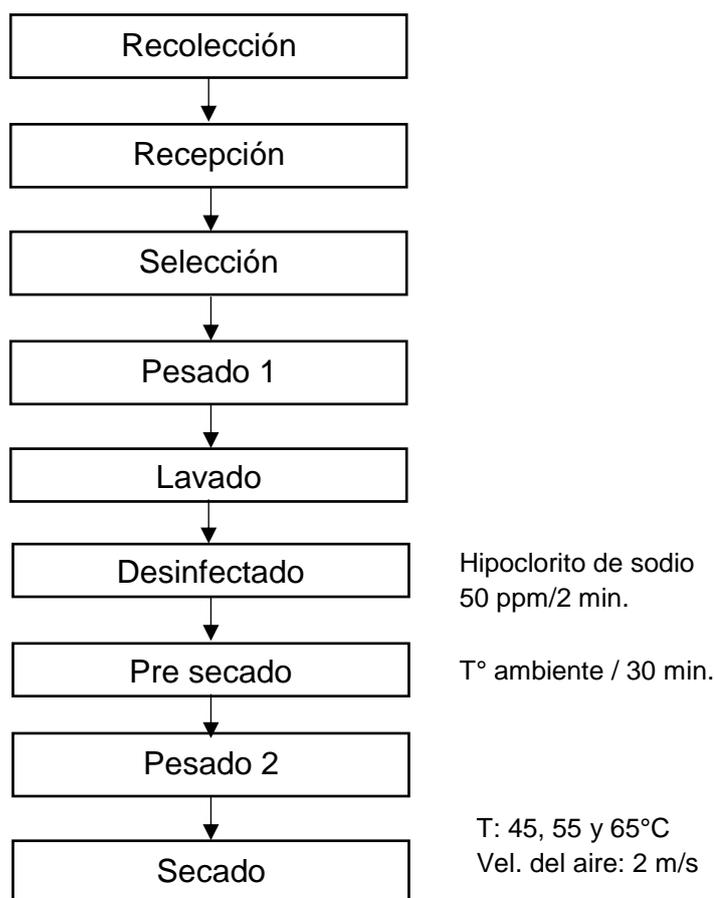


Figura 5. Flujograma de operaciones de secado por lecho fluidizado de hojas de matico y malva.

3.5.2. Evaluación de la capacidad antioxidante de hojas de mático y malva

La capacidad antioxidante fue determinada por el método espectrofotométrico con el uso del radical ABTS descrito por LIU *et al.* (2020) con algunas modificaciones. El ABTS se preparó mezclando una concentración de 7 mM con persulfato de potasio 2,45 mM en agua desionizada y se dejó en la oscuridad a temperatura ambiente durante 12-16 horas. Las mezclas de reactivos se diluyó con metanol hasta obtener una absorbancia de $0,700 \pm 0,020$ a 734 nm. Se mezcló reactivo ABTS 990 μ L con 10 μ L de muestra y se midió la absorbancia después de exactamente 15 min. a 734 nm. La prueba se realizó por triplicado y los resultados se expresan en μ mol TE/100 mL.

3.5.3. Evaluación de contenido de fenoles totales de las hojas de mático y malva

Los valores de fenoles totales en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotómetro de folin Ciocalteu (BOONPRAKOB *et al.*, 2006), las hojas cuantificaron en extractos hidroaloholicos metanol: agua (70:30). Brevemente 100 μ L de extracto/infusión se mezclaron con 500 μ L folin Ciocalteu a proporción (1:10) folin: agua, se dejó reposar 1 min y se añadió 400 μ L de carbonato de sodio (7,5%) la mezcla se dejó en reposos por 2 horas a temperatura ambiente bajo oscuridad, las absorbancias se midieron a 740 nm. La prueba se realizó por triplicado y los resultados se expresaron en mg equivalente a ácido gálico por g de muestra mg EAG/100g.

3.5.4. Formulación de los filtrantes

Los filtrantes de las hojas de mático y malva fueron formulados con los tratamientos con mayor capacidad antioxidante según la formulación de mezclas determinadas por el método de superficie de respuesta diseño de compuesto central (PUENTE *et al.*, 2015) como se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Formulación de los filtrantes

N°	Mático seco(%)	Malva seco(%)
F1	60	40
F2	66,7	33,3
F3	80	20
F4	40	60
F5	57,1	42,9
F6	44,2	55,8
F7	68,8	31,2
F8	83,7	16,3
F9	46,8	53,2
F10	60	40

Fuente: Elaboración propio

3.5.5. Elaboración de los filtrantes

Los filtrantes fueron elaborados según el procedimiento del flujograma de la Figura 6 (CASTAÑEDA *et al.*, 2019).

Molturación: Las hojas deshidratadas se trituraron con la finalidad de reducir el tamaño de las hojas.

Mezclado: Se mezclaron las proporciones según formulación del filtrante (Cuadro 3).

Pesado: Después del mezclado de las hojas se pesó 1 gramo para cada bolsa filtrante con la ayuda de una balanza analítica.

Envasado: Las mezclas de mático y malva fueron envasados en bolsas filtrantes.

Almacenado: Los filtrantes fueron almacenados a temperatura ambiente en lugar fresco y ventilado.

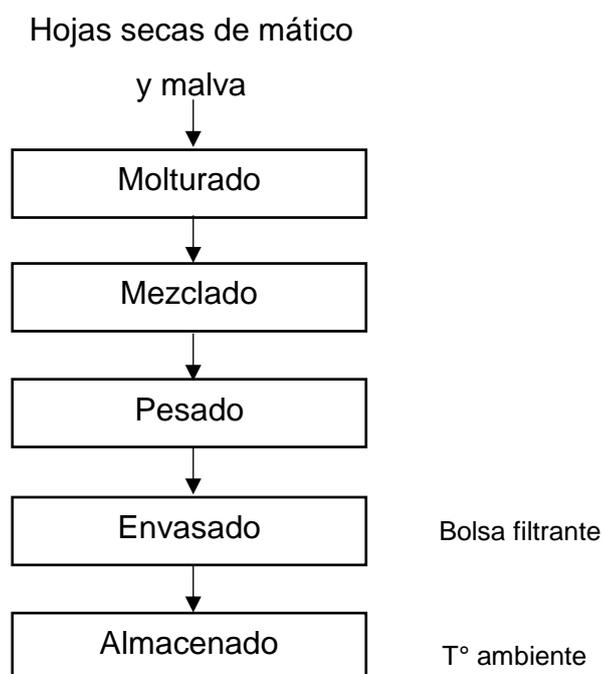


Figura 6. Flujograma de elaboración de los filtrantes.

3.5.6. Evaluación sensorial de las infusiones

Se realizó una prueba de aceptabilidad con una escala hedónica de cinco puntos por atributo: color, sabor y olor (Anexo 1) con la colaboración de 30

panelistas. Cada juez asignó valores entre 1 (me disgusta mucho) y 5 (me gusta mucho), a fin de seleccionar las formulaciones con mejor puntaje de aceptación sensorial, método descrito por JUMBO *et al.* (2016).

Se preparó la infusión en 250 mL de agua a temperatura de ebullición (89°C) en vasos de tecnopor en la cual se sumergió el filtrante y se dejó reposar por 5 minutos, se evaluaron los atributos: color, olor, sabor de las formulaciones de filtrantes (LEODAN, 2018). Los resultados fueron analizados mediante un diseño completo al azar (DCA) kruskal wallis ($P < 0,05$) para ello se utilizó el programa Statgraphics.

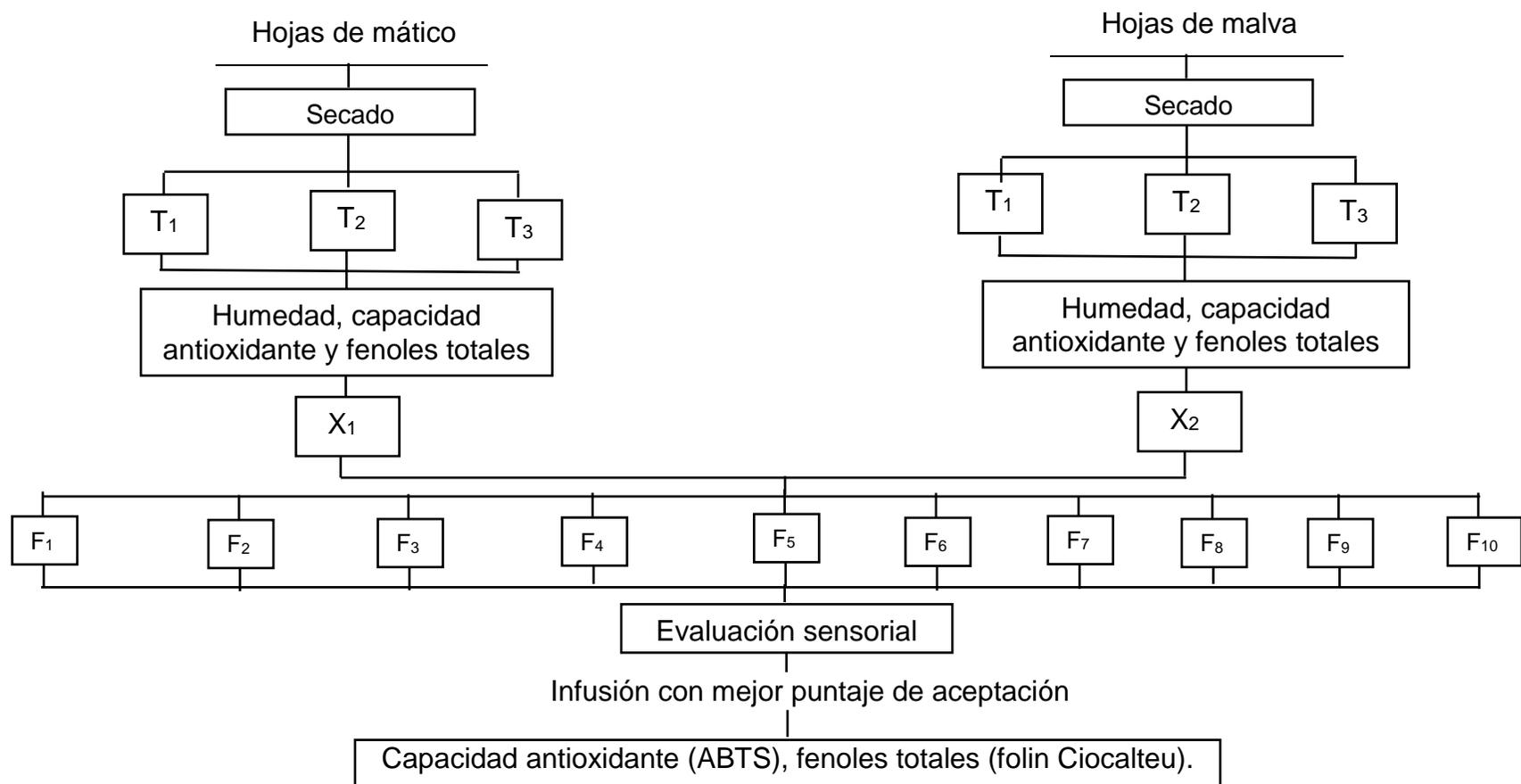
3.5.7. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de la infusión con mayor puntaje de aceptación sensorial

Obtenidas las infusiones con mayor puntaje de aceptación (mejor tratamiento) de la evaluación sensorial, se procedió a determinar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales según los métodos descritos (3.5.2 y 3.5.3).

3.5.8. Análisis estadístico

Se usó el programa statgraphics para evaluar los resultados. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$) utilizando prueba múltiple de tukey para determinar las diferencias significativa, en el caso del análisis sensorial se usó la prueba kruskal wallis.

3.6. Diseño experimental



T₁, T₂ y T₃ = Temperaturas 45, 55, 65°C X₁ = Tratamiento óptimo de mático X₂ = Tratamiento óptimo de malva F₁, F₂, F₃, ... F₁₀ = Formulación de los filtrantes.

Figura 7. Diseño experimental de la evaluación de secado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contenido de humedad de hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado a temperaturas 45, 55 y 65°C

4.1.1. Humedad inicial de las hojas

Se entiende por humedad, el agua libre que contiene el material vegetal (SANTAMARÍA, 2013). En el Anexo 3 se presenta el resultado del contenido de humedad del mático ($77,23\pm 0,70\%$), este valor se encuentra muy cercano al valor reportado por GUERRERO (2015) quien encontró humedad (78,87%) en hojas de mático del departamento de Riobamba (Ecuador).

En el Anexo 4 se presentan el resultado del contenido de humedad de las hojas de malva ($81,02\pm 0,45\%$). REZA *et al.* (2012) reportan humedad promedio 84,29% quienes indican que el genotipo y la parte de la planta son importantes fuentes de variabilidad en la composición proximal. Por otro lado, BARROS *et al.* (2010) obtuvieron como resultado de humedad 76,30% estando por debajo al resultado obtenido en la presente investigación. Mientras que el contenido de humedad de cladodios de nopal (*Opuntia ficus indica*) fue 92,8% reportan (DÍAZ *et al.*, 2015). La humedad de las plantas también depende de las condiciones de cultivo, humedad de la tierra y época de recolección menciona CORAL (2018), quien encontró 77,7% de humedad promedio en hojas y tallos de Shunfo (*Clinopodium nubigenum*).

4.1.2. Secado por lecho fluidizado de las hojas

En el Anexo 5 se presentan los datos de tiempos y pesos de las hojas de mático y malva durante el proceso de secado por lecho fluidizado a temperaturas de 45, 55 y 65°C y velocidad del aire 2 m/s, con 3 repeticiones.

En las Figuras 8 y 9 se presentan las curvas de secado de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado.

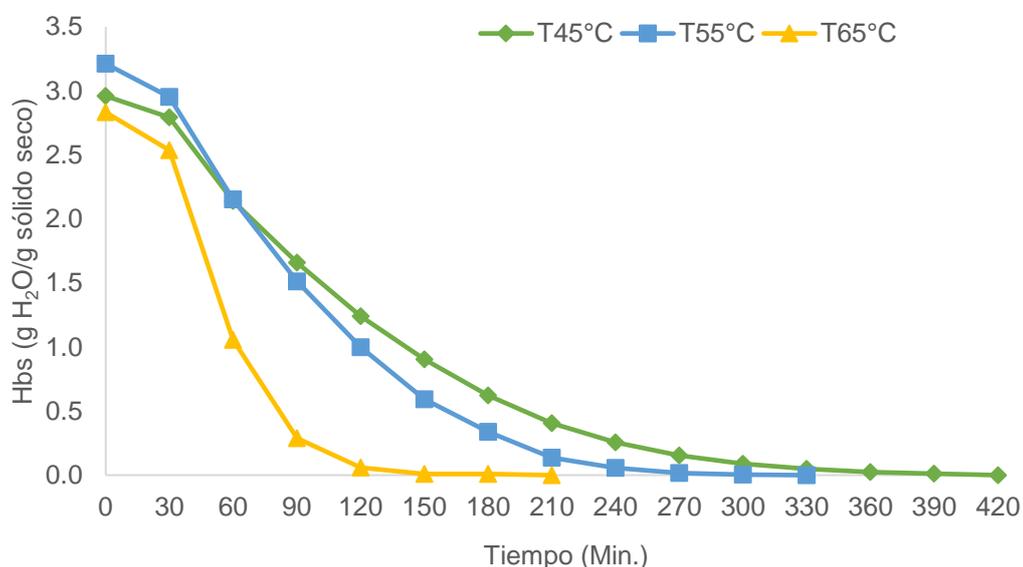


Figura 8. Curvas de secado de hojas de mático a diferentes temperaturas.

Los resultados demuestran que el tiempo de secado disminuye al aumentar la temperatura (Figura 8 y 9); similar resultado obtuvo PALOMINO (2016) quien trabajó con hojas de romero deshidrato a 3 temperaturas (40, 65 y 90°C) y velocidades del aire (0,5; 1,5 y 2,5 m/s) observó que al aumentar la temperatura y disminuir la velocidad del aire se reduce el tiempo de secado.

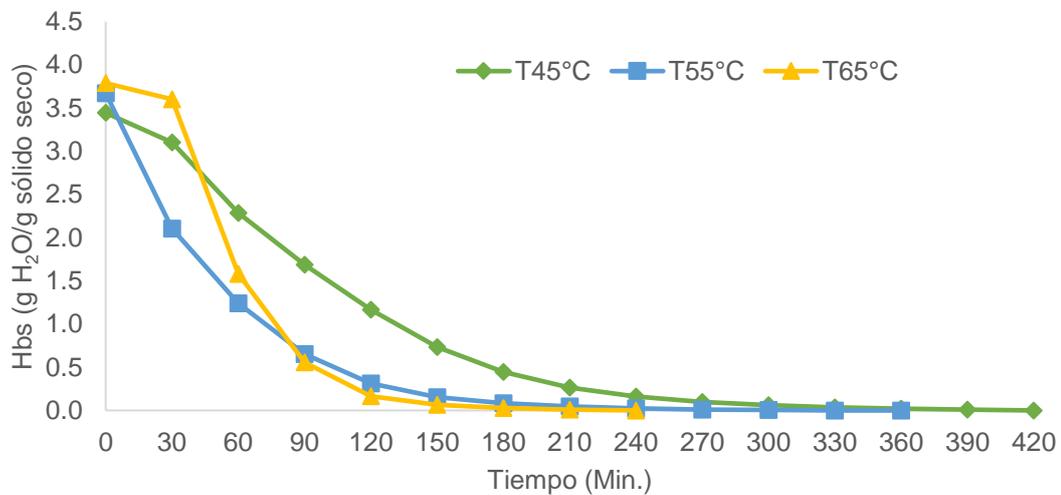


Figura 9. Curvas de secado de hojas de malva a diferentes temperaturas.

BRITO *et al.* (2011) consideran que la fluidización es una técnica de secado popular en todo el mundo en la industria del té. El secado en lecho fluidizado se encuentra entre los métodos de secado más eficientes, debido al excelente contacto entre el aire de secado y las partículas. MAHN *et al.* (2017) indican que el tiempo de secado en este tipo de secador es menor que el tiempo requerido en secadores de bandeja o de túnel. Mencionan CARTERI *et al.* (2014) la velocidad del aire de secado es uno de los parámetros que hay que controlar para obtener productos de buena calidad.

BRITO *et al.* (2017) secaron hojas de albahaca por lecho fluidizado y vibro fluidizado a temperatura 30, 40 y 60°C y velocidad del aire 0,4 m/s, mencionan que el secado está limitado por mecanismos internos de transporte de humedad y depende significativamente de la temperatura del aire, y para minimizar los efectos adversos dependen de una elección cuidadosa de las condiciones de secado, como la temperatura del aire y tiempo.

4.1.3. Humedad final de las hojas de mático y malva

En el Cuadro 4 se presenta los resultados de humedad final obtenidos, después del secado de las hojas de mático y malva a temperaturas de 45, 55 y 65°C.

Cuadro 4. Humedad final en base seca.

Tratamientos	Temperatura	Humedad final	Tiempo de secado
		g H ₂ O/g sólido seco	Minutos
Malva T ₁	45°C	0,008±0,005	420
Malva T ₂	55°C	0,004±0,005	360
Malva T ₃	65°C	0,009±0,006	240
Mático T ₁	45°C	0,012±0,007	420
Mático T ₂	55°C	0,005±0,004	330
Mático T ₃	65°C	0,008±0,003	210

Las humedades finales del secado de las hojas de mático y malva se encuentran entre 0,012 a 0,004 g agua/g sólido seco, valores menores a lo reportado por MONARES (2015) quién en hojas de punamuña secadas a varias temperaturas y velocidad del aire reporta resultados entre 0,1883 a 0,0144 g agua/g sólido seco. Resultados similares fueron obtenidos por IGLESIAS *et al.* (2018) en hojas de *Moringa oleífera* deshidratado a 40, 50 y 60°C con humedad final 0,13; 0,02 y 0,12 kg agua/kg sólido seco, estos resultados coinciden con la relación entre temperaturas elevadas y menores tiempos de secado.

El menor tiempo de secado fue a temperatura de 65°C para ambas hojas; el tiempo de secado para malva fue mayor que para mático en todos los tratamientos, esto debido a que la humedad inicial de malva fue 81,02% y la de mático 77,23%, concordando con los reportes de investigaciones de GUERRERO (2015) y REZA *et al.* (2012) en el sentido de que en malva se encuentra mayor humedad por las mismas características estructurales de sus hojas. Contiene humedad ligada unida en los capilares cerrados que depende directamente de la velocidad de secado (RALPH *et al.*, 2020).

4.2. Evaluación de la capacidad antioxidante de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado

En la Cuadro 5 y la Figura 10 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación de la capacidad antioxidante de las hojas de mático y malva secado a 45, 55 y 65°C a velocidad del aire 2 m/s.

Cuadro 5. Capacidad antioxidante de hojas de mático y malva.

Tratamientos	Temperatura	ABTS			
		R1	R2	R3	Promedio
Malva T ₁	45°C	165,2	161,0	164,9	163,7±2,33 ^a
Malva T ₂	55°C	171,6	167,1	168,8	169,2±2,28^a
Malva T ₃	65°C	162,0	164,9	167,5	164,8±2,73 ^a
Mático T ₁	45°C	96,8	111,2	104,8	104,3±7,25^b
Mático T ₂	55°C	91,6	93,2	93,2	92,7±0,93 ^a
Mático T ₃	65°C	96,4	94,2	96,4	95,7±1,30 ^{ab}

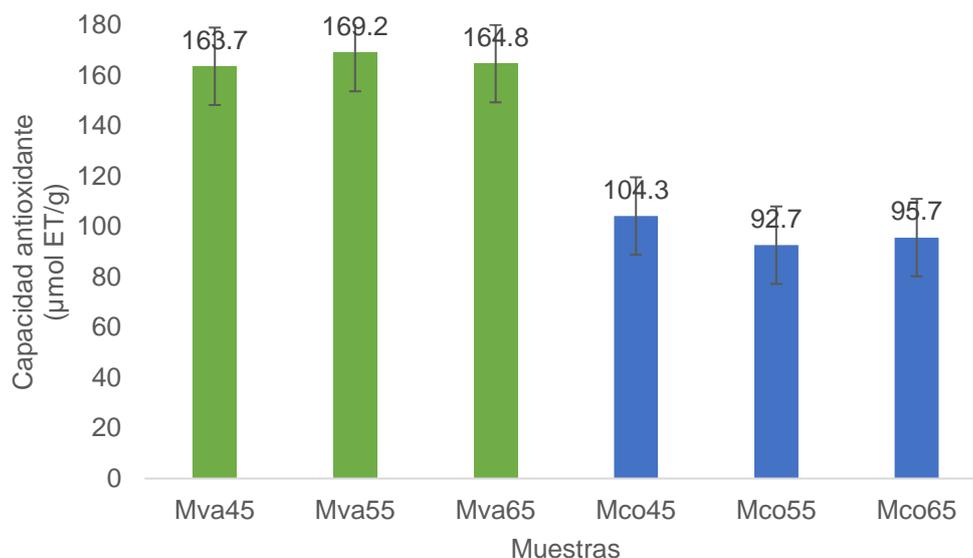


Figura 10. Resultado de capacidad antioxidante de mático y malva.

En el Anexo 6 se presenta el ANOVA para la capacidad antioxidante de las hojas de mático secadas a temperaturas de 45, 55 y 65°C donde se podrá observar que existe diferencia significativa en la capacidad antioxidante de las hojas de mático secadas a diferentes temperaturas, la temperatura de secado influyó en la capacidad antioxidante para mático. GUERRERO *et al.* (2014) indican la presencia cualitativamente de metabolitos secundarios de triterpenos, flavonoides y saponinas que fueron abundantes y poca cantidad de alcaloides, fenoles, taninos y lactona, específicamente los ácidos fenólicos y flavonoides que son reconocidos como poseedores de capacidad antioxidante. Por otro lado, ALVARADO (2019) considera que el tipo de extracto y la altitud en la que crecen las plantas de mático influyen en la capacidad antioxidante de su extracto; el rango de altitud de las muestras en la presente investigación fue 660 m.s.n.m. (Cuadro 2), para la determinación de la capacidad antioxidante de las hojas de mático y malva secó y se prepararon extractos hidroaloholicos con metanol.

De los resultados de la capacidad antioxidante de las hojas (Cuadro 5), el parámetro de secado para malva que tiene mejor capacidad antioxidante es a temperatura de 55°C (169,2 $\mu\text{mol ET/g}$) y para mático a 45°C con capacidad antioxidante de 104,3 $\mu\text{mol ET/g}$, se podría decir que la temperatura influye en la conservación de la capacidad antioxidante, no hay diferencia estadística significativa entre las muestras de malva (Anexo 8); ZAPATA *et al.* (2015) indican que la degradación térmica de los compuestos químicos sufren cambios significativos en su estructura debido a la acción de altas temperatura, resultando pérdida de las propiedades del compuesto. Indican ARROYO *et al.* (2011) presencia de otros metabolitos secundarios quienes realizaron análisis fitoquímicos en hojas de mático secado a 40°C y molido, determinó presencia de quinonas, saponinas, esteroides, taninos, mono terpenos, alcaloides y flavonoides.

Las hojas de malva secadas a 55°C muestran mayor capacidad antioxidante (169,2 $\mu\text{mol TE/g}$) y las secadas a 45°C presentan menor capacidad antioxidante (92,72 $\mu\text{mol TE/g}$); en mático el secado a 45°C muestra mayor capacidad antioxidante (104,3 $\mu\text{mol TE/g}$) y las secadas a 55°C presentan menor capacidad antioxidante (163,7 $\mu\text{mol TE/g}$) (Figura 10). CHÁVEZ *et al.* (2020) mencionan en las plantas los principales compuestos con capacidad antioxidante son los fenoles, su contenido varía según las especies de plantas, tejido vegetal, etapa de desarrollo y factores ambientales, como temperatura, agua, estrés y condiciones de luz.

Al respecto INGAROCA *et al.* (2019) encontró baja capacidad antioxidante en aceite esencial de *Piper aduncum* (mático) con 70,509 μmol

ET/ml en comparación con los resultados obtenidos, este se encuentra por debajo de lo obtenido en la presenta investigación. COSTA *et al.* (2015) evidenciaron la influencia de la temporada de cosecha en la capacidad antioxidante y fenoles totales, en muestras recolectadas en septiembre que disminuye la capacidad antioxidante levemente y en fenoles totales mostró una pérdida sustancial de agosto a septiembre, hubo síntesis de estos compuestos que fue afectado por el sol, luz; su contenido fue inversamente proporcional al grado de envejecimiento de las hojas, tiempo de luz solar; reportan quienes trabajaron con *Cymbopogon citratus* (Limoncillo). Estos hallazgos coinciden con los reportados por GIÃO *et al.* (2013) quienes evaluaron la variación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico total durante todo el procesamiento y almacenamiento en 10 plantas medicinales, la mayoría de las plantas disminuyeron su capacidad antioxidante total como su contenido fenólico total por aproximadamente 30-80%; en plantas fresca se conservó mejor los compuestos fenólicos aproximadamente 0,58 g EAG/L en agrimonia (*Agrimonia eupatoria* , *Rosaceae*), 0,57 g EAG/L en eucalipto (*Eucalyptus globulus* , *Myrtaceae*), 0,3 g EAG/L en nogal (*Juglans regia*, *Juglandaceae*), 1,08 g EAG/L en mirto (*Myrtus communis* , *Myrtaceae*), 0,8 g EAG/L en frambuesa (*Rubus idaeus* , *Rosaceae*), 0,19 g EAG/L en salvia (*Salvia sp.*, *Lamiaceae*), 0,43 g EAG/L en ajedrea (*Satureja montana*, *Lamiaceae*), 1 g EAG/L en ámbar dulce (*Hypericum androsaemum* , *Clusiaceae*), 0,7 g EAG/L en tomillo (*Thymusvulgaris* , *Lamiaceae*) y 0,38 g EAG/L en milenrama (*Achillea millefolium* , *Asteraceae*).

4.3. Evaluación del contenido de fenoles totales de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado

En la Cuadro 6 y Figura 11 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de contenido de fenoles totales de las hojas de mático y malva secado a 45, 55 y 65°C a velocidad del aire 2 m/s.

Cuadro 6. Contenido de fenoles totales de hojas de mático y malva seco

		Folin Ciocalteu			
Tratamientos	Temperatura	g EAG/100g			
		R1	R2	R3	Promedio
Malva T ₁	45°C	1,74	1,73	1,74	1,74±0,008^a
Malva T ₂	55°C	1,73	1,71	1,72	1,72±0,010 ^{ab}
Malva T ₃	65°C	1,70	1,71	1,71	1,71±0,004 ^a
Mático T ₁	45°C	1,09	1,07	1,08	1,08±0,010^b
Mático T ₂	55°C	1,05	1,06	1,06	1,06±0,005 ^a
Mático T ₃	65°C	1,04	1,06	1,05	1,05±0,010 ^a

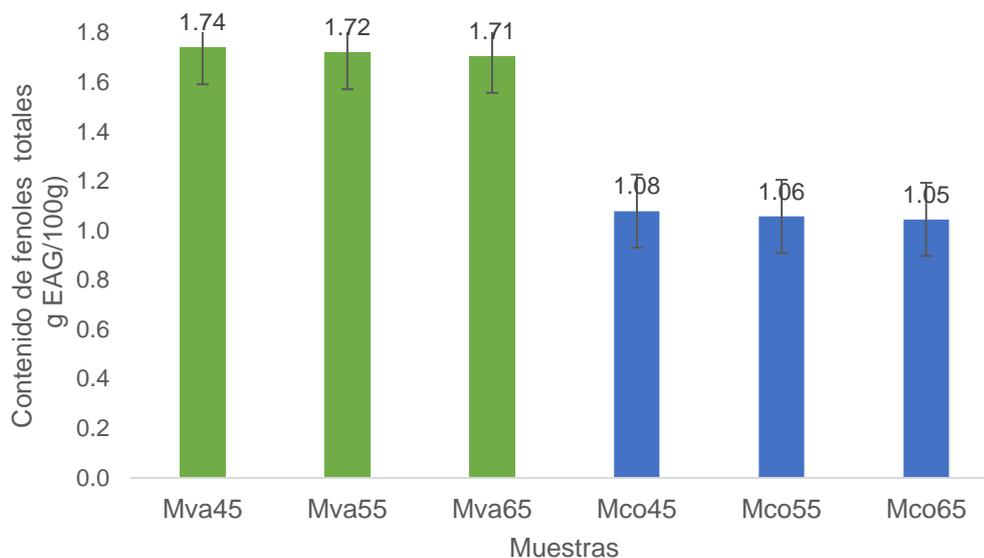


Figura 11. Resultado del contenido de fenoles totales en mático y malva.

La temperatura de secado en malva que presenta mayor contenido de fenoles totales fue a 45°C (1,74 g EAG/100g) y para mático a 45°C (1,08 g EAG/100g), existiendo diferencia estadística significativa en ambas hojas (Anexo 10); de esto se puede deducir que la temperatura influye en la conservación de la mayor cantidad de fenoles totales; NOSSA *et al.* (2016) mencionan que hay una cercana relación entre el contenido de fenoles y capacidad antioxidante de las plantas, pueden existir otros metabolitos secundarios que debido a su estructura contribuyan a su eficacia de antioxidante.

VILLAREAL *et al.* (2019) obtuvieron cantidad de compuestos fenólicos totales (0,0237 g EAG/100g) en hojas de *Beautempsia avicenniifolia* (Capparaceae), esta planta contiene menor cantidad de fenoles totales que malva y mático, sin embargo JURADO *et al.* (2016) mencionan que los compuestos fenólicos constituyen numerosos y representativos grupos de metabolitos secundarios de las plantas, estos compuestos están presentes en la mayoría de los productos naturales consumidos por el hombre; estudios

recientes han demostrado una significativa capacidad antioxidante, que evidencia su potencial benéfico sobre la salud humana. AVILES *et al.* (2017) reportan contenido de fenoles totales en hojas de Tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y Salvia (*Salvia officinalis L.*) de $7,30\pm 1,47$ y $6,8\pm 1$ (mg EAG/g) respectivamente, los resultados son superiores en comparación con las hojas de mático y malva.

JUANIZ *et al.* (2016) mencionan que los tratamientos térmicos aumentan la concentración de compuestos fenólicos en los vegetales, lo que sugiere una destrucción térmica de las paredes celulares y los comportamientos sub celulares durante el proceso de cocción y secado que favorecen la liberación de estos compuestos bioactivos. Sin embargo, la aplicación de tratamiento térmico (secado) en las hojas de malva y mático fue todo lo contrario a temperaturas mayores a 55°C hay degradación de los compuestos fenólicos, pero a menor temperatura se conservaron mejor los compuestos fenólicos, coincidiendo con OUAABOU *et al.* (2020) quienes mencionan que la degradación de compuestos bioactivos en frutas y verduras depende del tipo de alimento, tiempo de elaboración, temperatura de elaboración y condiciones de almacenamiento.

4.4. Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las infusiones de los filtrantes elaboradas con mezclas de hojas de mático y malva secada por lecho fluidizado con mayor capacidad antioxidante

Los resultados promedio de la evaluación sensorial de las infusiones preparadas con el mejor tratamiento de secado, con mayor capacidad

antioxidante (mático a 45°C y malva a 55°C, según los atributos evaluados en las diferentes formulaciones, se presentan en la Cuadro 7.

Según los resultados obtenidos, no se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) (Anexo 14,16,18) entre los atributos color, olor y sabor de las infusiones. Con la prueba kruskal wallis se determinó las formulaciones con mayor puntaje.

Cuadro 7. Resultados de la evaluación sensorial de las infusiones.

Atributos	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
Sabor	3,43±0,42 ^a	3,43±0,42 ^a	3,6±0,42^a	3,57±0,42 ^a	3,4±0,42 ^a	3,17±0,42 ^a	3,4±0,42 ^a	3,47±0,42 ^a	3,23±0,42 ^a	3,2±0,42 ^a
Color	3,63±0,37 ^a	3,93±0,37 ^a	3,9±0,37 ^a	3,7±0,37 ^a	3,83±0,37 ^a	3,73±0,37 ^a	3,76±0,37 ^a	4,06±0,37^a	3,86±0,37 ^a	3,67±0,37 ^a
Olor	3,43±0,39 ^a	3,53±0,39 ^a	3,63±0,39 ^a	3,43±0,39 ^a	3,37±0,39 ^a	3,2±0,39 ^a	3,53±0,39 ^a	3,8±0,39^a	3,3±0,39 ^a	3,47±0,39 ^a

Los valores representan (promedio ±error estándar). valores de una misma columna con superíndices homogéneo no son significativos (p≥0.05)

El puntaje para sabor estuvo comprendido entre 3,17 a 3,6 con un calificativo entre “no me gusta ni me disgusta y “me gusta poco”. Cabe indicar que la evaluación sensorial se realizó con infusiones sin azúcar por lo que se percibió un ligero amargor causado posiblemente por los metabolitos secundarios (Taninos). Según ZENG *et al.* (2017), los componentes volátiles contribuyen al aroma del té, mientras que los componentes solubles en agua, como el amino libera ácidos, polifenoles, cafeína y polisacáridos que son generalmente responsables del sabor de las infusiones de té. La aceptabilidad general de infusiones disminuye a medida que aumenta el amargor y la astringencia, sin embargo, la adición de azúcar aumentó el consumo, calificaciones de aceptabilidad de al menos 34-43% entre todas las infusiones endulzadas (FRANCISCO y RESURRECCIÓN, 2012).

En el atributo color se obtuvieron puntajes entre 3,63 a 4,06 con el calificativo de “me gusta poco”. El tratamiento con vapor mejora el aroma del Honey Bush (*Cyclopia maculata*) sin tener impacto en el color verde de la hoja y el contenido de los principales compuestos fenólicos. Durante el tratamiento de vapor en infusiones con material fresco triturado y material vegetal seco triturado (ALEXANDER *et al.*, 2017).

En el atributo olor se obtuvo puntajes entre 3,2 a 3,8 con un calificativo entre “no me gusta ni me disgusta y “me gusta poco”. MILLONES *et al.* (2014) obtuvieron con respecto al olor mayor calificación de 5,75 (muy bueno); indican que empleando una temperatura de 65°C en el proceso de secado es la adecuado para preservar las propiedades aromáticas en filtrantes elaborados a partir de anís de monte (*Tagetes filifolia* Lag.); en la presente investigación se

empleó temperatura de secado menor de 65°C para las hojas de malva (55°C) y mático (45°C) en la elaboración del filtrante.

El tiempo óptimo de infusión puede variar entre dos y diez minutos, dependiendo de la planta y la temperatura de maceración; tiempos de reposo muy cortos conduce a una extracción incompleta de los compuestos químicos y aromáticos y representa una disminución en la calidad sensorial de la infusión (ROCHA *et al.*, 2020). El sabor de las bebidas se considera uno de los principales impulsores de la preferencia del consumidor indican MULLER *et al.* (2020). Desde la perspectiva sensorial del té de hierbas (*Cyclopia subternata*) el material cosechado en otoño produjo infusiones con baja intensidad en atributos aromáticos, en cambio la cosecha en invierno y verano obtuvo té con la intensidad más alta del atributo de aroma (MABIZELA *et al.*, 2020). Realizaron comparación sensorial entre té verde comercial e infusiones de hierba de indígenas australianos, las puntuaciones de color fueron más altas para el mirto limón y mirto anís e inferior para la infusión de gulban; para el sabor la puntuación fue mayor para gulban en comparación con el té verde comercial y el mirto limón; el sabor es el sensorial más importante para la evaluación del té y está compuesto por compuestos no volátiles (PRAKASH *et al.*, 2018). Los tres cultivares de morera (*Morus alba L.*) difieren en sus atributos de color y olor en infusiones de tres cultivares diferentes: Buriram (BR); Khunphai (KP); Sakonnakhon (SK), las puntuaciones de olor de BR fueron más altas que KP y SK; el sabor de las infusiones es suavemente astringente los tres cultivares mostraron puntuaciones similares (RUENGDECH y SIRIPATRAWAN, 2020). Por otro lado XIANG *et al.* (2020) compararon las características organolépticas en

infusiones de hojas de *Peperomia pellucida* L. (Kunth) con té comercial (*Camellia sinensis*) durante el efecto de fermentación y secado con tres métodos: secado con aire caliente (HD); secado microondas (MD); secado por congelamiento (FD); el té de *P. pellucida* recibió puntuaciones en color entre 4,8-6,2; en sabor 3,62–5,16 y en aroma 4,26–5,72 para las muestras secadas en FD y MD fueron menos preferidos; sin embargo sus puntuaciones fueron más bajo que el té de *C. sinensis* que puntuó entre 5,36 y 6,86; en sabor 6,42-7,14, en aroma 7,04-7,5 puntuación equivalente a “me gusta levemente” y “me gusta moderadamente”

CHOLOTA (2011) indica que si un proceso de secado se realiza correctamente se puede tener un mayor beneficio, preserva sus aspectos organolépticos de color, olor, sabor principalmente, se tendría un producto de calidad y una mejor aceptación por los consumidores. La saliva juega un papel en la percepción de los sabores amargos, agrios y salados, se presume que se deriva de la concentración de cationes libres o aniones disueltos en saliva y mejora el sabor de la comida (SHONTE y DE KOCK, 2017).

4.5. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de las infusiones con mayor puntaje de la evaluación sensorial

En las Cuadros 8 y 9 se presentan los resultados de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de las infusiones que obtuvieron mayor puntaje (mejores tratamientos) en la evaluación sensorial, fueron las formulaciones F3 (80% mático y 20% malva) y F8 (83,7% mático y 16,3% malva).

Cuadro 8. Capacidad antioxidante de las infusiones

Mejor tratamiento	ABTS μmol TE/100mL			
	R1	R2	R3	Promedio
F ₃	14,94	16,23	15,58	15,58±0,65
F ₈	13,96	13,64	13,31	13,64±0,31

Cuadro 9. Contenido de fenoles totales de las infusiones

Mejor tratamiento	Folin Ciocalteu mg EAG/100mL			
	R1	R2	R3	Promedio
F ₃	3,17	3,19	3,14	3,17±0,025
F ₈	3,25	3,22	3,28	3,25±0,030

Las infusiones fueron preparadas en 250 mL de agua a temperatura de ebullición (89°C), se sumergió el filtrante de 1 g dejando macerar por 5 minutos, posteriormente se determinó el contenido de fenoles totales utilizando el reactivo de folin ciocalteu y la capacidad antioxidante mediante la inhibición del radical ABTS. Al respecto se concuerda con los reactivos usados por BAREIRO *et al.* (2019) pero difiere en la metodología de preparación de las infusiones, quienes colocaron en vaso de precipitado 2,5 g. del filtrante en 250 mL de agua filtrada a 85±2°C, manteniendo la temperatura en baño termostático con agitación suave por 5 minutos. Al respecto SAMANIEGO *et al.* (2011) demostró variaciones en el contenido de polifenoles del té comercial como resultado de los procesos culinarios como la agitación y forma de dosificación no

tienen mayor impacto en los valores de capacidad antioxidante mientras que la temperatura del agua y tiempo de infusión son condiciones cruciales en contenido de polifenoles, obtuvo los niveles más alto de capacidad antioxidante cuando las infusiones se prepararon a temperaturas cercanas a 80°C con tiempo de extracción de 3 a 5 minutos; coincide el tiempo de extracción y temperatura similar usado en la investigación. Hallazgos similares fueron obtenidos por IRAKLI *et al.* (2018) quienes también evaluaron tiempo de remojo y temperatura de agua en las infusiones de *Sideritis scardica* (té de montaña) donde determinó contenidos fenólicos totales a un nivel más bajo en temperatura del agua (53,2°C) y tiempo de remojo 20 minutos, mientras que el más alto fue a temperatura de agua (93°C) y menor tiempo de remojo 10 minutos. Coincide que el efecto de temperatura fue crucial y aumentó significativamente el contenido de fenoles totales; la capacidad antioxidante se vio afectada por la temperatura del agua mas no por el tiempo; indica que a temperatura de agua más alta durante un periodo corto de tiempo de remojo es adecuado para contenido de compuesto bioactivos.

CARVALHO *et al.* (2015) mencionan que la distribución de los compuestos fenólicos depende de la parte de la planta (tejido), las propiedades físicas y químicas puede influir en gran medida en la extracción de fenólicos de plantas aromáticas y el enfoque analítico; en la investigación de este trabajo se usó hojas de matico y malva para determinar compuestos fenólicos en las infusiones. Mientras RODINO *et al.* (2019) indican que la recolección, secado y conservación debe realizarse en buenas condiciones, para conservar los ingredientes activos de las plantas, también es importante identificar la planta,

género, especie, y la parte de la planta utilizada, en el caso de las plantas a granel, deben estar fragmentadas para facilitar la liberación de los principios activos. Por otro lado, ORDOÑEZ *et al.* (2020) trabajó con 14 infusiones de plantas secas a 60°C, la capacidad antioxidante varió entre 18,33±0,12 a 0,94±0,01 mM ET en achiote y paico, siendo superior la infusión de achiote frente a las infusiones reportadas en esta investigación (15,58 ± 0,65 y 13,64 ± 0,31 µmol TE/100mL). PERGHER *et al.* (2016) evaluaron la capacidad antioxidante en infusiones vegetales de *Maytenus ilicifolia* comercializadas en Brasil donde se encontró una enorme variabilidad; cinco de las nueve muestras presentaron muy buena capacidad antioxidante. Asimismo, demostró que las hojas secadas a 40 °C poseen mayor capacidad antioxidante respecto de las demás temperaturas (40 °C a 80 °C). Por otra parte, DÍAZ *et al.* (2020) trabajaron con infusión fermentada sacarificada, trabajaron con hojas secas, realizando 10 formulaciones a base de molle, cedrón y mático, la formulación: 100% mático reportó 0,3 mg EAG/mL, cuyo resultado están por debajo de los resultados obtenidos en la presente investigación. La actividad biológica del orégano (*Origanum vulgare*) fueron evaluados con 27 hierbas culinarias y 12 medicinales, encontraron que el orégano contiene polifenoles más altos 12 mg EAG/g según GIACOMETTI *et al.* (2018).

MUÑOZ *et al.* (2012) trabajaron con infusiones comerciales de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.), limón (*Cymbopogon citratus*), hierbabuena (*Mentha piperita* L.), árnica (*Heterotheca inuloides*) y boldo (*Peumus boldus* Molina) reportaron mayor capacidad antioxidante en las infusiones de té verde y boldo, seguido de las cuatro marcas de hierbabuena;

mientras que las infusiones de limón y manzanilla mostraron la capacidad antioxidante más baja, indicaron que existe un amplio intervalo de variación de capacidad antioxidante entre los datos (0,55-4,90 $\mu\text{mol ET/mL}$). Al respecto REYES *et al.* (2017) evaluaron el contenido de polifenoles en infusiones de hojas fresca y seca de neem a diferentes tiempos de infusión (0; 3; 5; 8;10; 12 y 15 minutos) reportaron que el tiempo óptimo en hojas frescas y secas fue 8 minutos, contenido de polifenoles 609,38 \pm 4,68 mg EAG/L y en las infusiones preparadas con hojas secas el contenido de polifenoles fue 777,52 \pm 11,91 mg EAG /L, quienes confirman que el tratamiento de secado resulta conveniente si se desea conservar las propiedades antioxidantes de las hojas de neem, los resultados obtenidos en la investigación están por debajo del contenido de fenoles (3,17 y 3,25 mg EAG/mL), difiere la afirmación sobre tratamiento de secado.

PACO *et al.* (2016) mencionan que los efectos sinérgicos de las mezclas de componentes bioactivos contenidos en extractos de plantas pueden explicar su importancia. Sin embargo, en esta investigación no hubo efectos sinérgicos aparentemente en las infusiones formuladas a base de hojas secas de mático y malva que disminuyeron su capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales, como se observan en los resultados de los Cuadros 8 y 9, se encuentran por debajo, en comparación a las hojas secas que fueron evaluados por separado como se aprecia en los Cuadros 5 y 6, Figuras 10 y 11, podría ser que la temperatura del agua con que se prepararon las infusiones afectó.

GUERREIRO *et al.* (2017) mencionan que el solvente y método de extracción puede influenciar en gran medida en los resultados de capacidad antioxidante y fenoles totales quienes reportaron fenoles totales en infusiones de

hojas de *Crithmum maritimum* (Hinojo marino) de $86,5 \pm 0,95$ $\mu\text{mol ET/g}$ y *Aspalathus linearis* $84,6 \pm 0,41$ $\mu\text{mol ET/g}$ que fueron secado a 50°C y molido; estos valores son superior a los resultados obtenidos en la presente investigación al considerar la metodología de preparación de la infusión que fue 1 gramo de material seco en 200 mL en agua ultra pura hervida sumergido durante 5 minutos, concuerda el tiempo sumergido y peso del material seco (filtrante) mas no la cantidad de agua utilizada que fue 250 mL. Al respecto FIGUEROA *et al.* (2013) prepararon infusiones de hojas de menta (*mentha piperita*) tratados con ácido salicílico y peróxido de hidrogeno utilizaron 1 gramo de material molido a 100 mL agua destilada recién hervida, por 10 minutos de reposo, determinó fenoles totales para 0,5 mM ácido salicílico (AS), mostraron un aumento del contenido fenólico total del 65%, 35% y 31%; mientras que para el tratamiento con peróxido de hidrogeno (H_2O_2) con 0,05 mM (H_2O_2) mostraron mejora del contenido fenólico total del 27%, 18% y 34%; la capacidad antioxidante redujeron sus valores en 44% y 35%. Tal como indica ROCHA *et al.* (2020) el tiempo óptimo de remojo de infusiones puede varían entre dos y diez minutos, dependiendo de la planta y la temperatura de maceración; tiempos de reposo muy cortos conduce a una extracción incompleta de los compuestos químicos y aromáticos representa una disminución en la calidad sensorial de la infusión.

V. CONCLUSIONES

- El contenido de humedad final del mático secado por lecho fluidizado a 45, 55 y 65°C fue: 0,012; 0,005 y 0,009 g H₂O/g sólido seco y para las hojas de malva secada a las mismas temperaturas: 0,009; 0,004 y 0,01 g H₂O/g sólido seco, el tiempo de secado disminuye al aumentar la temperatura, es importante controlar la temperatura y velocidad del aire de secado.
- La capacidad antioxidante frente al radical ABTS en hojas de mático secada a 45, 55 y 65°C fue: 163,7; 169,2; 164,8 µmol ET/g y en hojas de malva: 163,7; 169,2; 164,8 µmol ET/g respectivamente; el contenido de fenoles totales en hojas secas de mático: 1,08; 1,06; 1,05 g EAG/100g y en malva seco 1,74; 1,72; 1,71 µmol ET/g, la temperatura influyó en la capacidad antioxidante y en el contenido de fenoles totales, a altas temperaturas sufrió cambios significativos.
- Las infusiones formuladas con mático y malva más aceptadas obtuvieron puntajes en los atributos sabor: 3,6±0,42, color: 4,06±0,37 y olor: 3,8±0,39.
- La capacidad antioxidante de las infusiones de los mejores tratamientos fue: 15,58 y 13,64 µmol ET/100mL respectivamente y el contenido de fenoles totales: 3,17 y 3,25 mg EAG/100mL, aparentemente no hubo efecto sinérgico al mezclar las hojas en las infusiones porque disminuyeron su contenido de fenoles y capacidad antioxidante.

VI. RECOMENDACIONES

- Determinar el color de las infusiones de hojas secas mediante espectrofotómetro.

- Evaluar los compuestos bioactivos (taninos, flavonoides, alcaloides, minerales, otros) en hojas de mático y malva secadas con diferentes tipos de secador.

- Trabajar con varias temperaturas y velocidades y evaluar la liberación de compuestos bioactivos a partir de las hojas de mático y malva a diferentes tiempos de remojo.

- Evaluar la preferencia de los consumidores en infusiones de mático y malva en función a la aceptación sensorial versus compuestos bioactivos de las infusiones.

- Considerar reubicar el motor del secador de lecho fluidizado que causa mucha vibración al secador cuando se trabaja a alta velocidad de aire por el motor que esta empotrado en la estructura del secador.

ABSTRACT

The research work was done at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, with the objective of drying matico and common mallow leaves in a fluid bed dryer, evaluating their antioxidant and total phenol content, and determining the sensory acceptance of the teas. The leaves were dried at temperature of 45°C, 55°C and 65°C, at an air speed of 2 m/s. The antioxidant capacity was determined using the ABTS radical and the total phenols by the Folin Ciocalteu method. The teas were prepared in 250 mL quantities of water, at a temperature of 89°C, with different formulations of matico and common mallow, which best conserved the antioxidant capacity. For the teas with the greatest sensory score, the antioxidant capacities and phenol contents were determined. The greatest antioxidant capacity was found for common mallow dried at 55°C (169.2 ± 2.28 $\mu\text{mol TE/g}$) and for matico dried at 45°C (104.3 ± 7.25 $\mu\text{mol TE/g}$); the greatest total phenol content was found for matico and common mallow when dried at 45°C (1.74 ± 0.008 and 1.08 ± 0.010 g EAG/100g). The formulations of the teas that presented the best acceptance scores for the attributes of color, smell and flavor were F3 (80% matico: 20% common mallow) and F8 (83.7% matico: 16.3% common mallow), which had antioxidant capacities of 15.58 ± 0.65 and 13.64 ± 0.31 ($\mu\text{mol TE/100mL}$) and total phenol contents of 3.17 ± 0.025 and 3.25 ± 0.030 (mg EAG/100mL), respectively. The drying of the leaves revealed a relationship where the greater the temperature, the less the drying time. It was concluded that the drying temperature influenced the degradation and release of the bioactive compounds.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, L., DE BEER, D., MULLER, M., VAN DER, M., JOUBERT, E. 2017. Modifying the sensory profile of green honey bush (*Cyclopia maculata*) herbal tea through steam treatment. LWT - Food Science and Technology. 82:49-57.
- ALMASIAN, A., NAJAFI, F., EFTEKHARI, M., ARRDEKANI, M., SHARIFZADEH, M., KHANAVI, M. 2020. Polyurethane/carboxymethylcellulose nanofibers containing *Malva sylvestris* extract for healing diabetic wounds: Preparation, characterization, in vitro and in vivo studies. Materials Science & Engineering C. 114:1-14.
- ALVARES, L. 2020. Evaluación del proceso de deshidratación de las hojas de ortiga verde (*Urtica dioica*) sobre su contenido de flavonoides, saponinas y triterpenos para la elaboración de tisana, Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 26 p.
- ALVARADO, G. 2019. Actividad antioxidante y determinación de fenoles de extractos de matico (*Piper sp.*) en diferentes altitudes del distrito de Levanto, Amazonas. Tesis en Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 29 p.
- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Ed. Volume I and II. AOAC International, Maryland.

- ARROYO, J., BONILLA, P., TOMAS, G., HUAMAN, M. 2011. Estudio fitoquímico del extracto etanólico y de las fracciones de las hojas de *Piper aduncum* "mático". Revista Peruana Química. 14(1): 62-67.
- AVILES, E., FIGUEROA, I., MARTINEZ, E., BARTOLOME, M., MARTINEZ, E., GARCIA, M. 2017. Polyphenols: antioxidant and toxicological properties. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas. México. 16:15-29.
- BAREIRO, J., GABILONDO, J., MALEE, L. 2019. Actividad antioxidante en infusiones elaboradas con té negro y pétalos de rosa. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Argentina. 3p.
- BARROS, L., CARVALHO, A., FERREIRA, I. 2010. Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. Food and Chemical Toxicology. 48(6):1466-1472.
- BOONPRAKOB, U.; CISNEROS, L.; CROSBY, K.; HAWKINS, D.; THAIPONG, K. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of food composition and analysis. 19: 669-675.
- BRITO, R., DOS SANTOS, M., DAS GRACASFERNANDES, M., TEIXEIRA, J., DO CARMO, M. 2017. Thin-layer and vibrofluidized drying of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.): analysis of drying homogeneity and influence of drying conditions on the composition of essential oil and leaf colour. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 7:54-63.
- BRITO, R., FERREIRA, M. 2011. Fluidized and vibrofluidized shallow beds of fresh leaves. Particuology. 9(2):139-147.

- CARTERI, P., DE CASTRO, E., PEREIRA, R. 2014. Mathematical modeling of the drying kinetics of the leaves of lemon grass (*Cymbopogon citratus Stapf*) and its effects on quality. IDESIA, Chile. 32(4):43-56.
- CARVALHO, D., COSTA, H., GONCALVES, T., RAMOS, F., CASTILHO, M., SANCHEZ, A. 2015. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. Trends in Food Science & Technology. 45:336-354.
- CASTAÑEDA, C., RAMIREZ, J., TAPIA, E., DIAZ, E. 2019. Comparison of total phenol content and antioxidant activity of herbal infusions with added *Stevia rebaudiana Bertoni*. Food Science and Technology. Campinas. 40(1):117-123.
- CAYRA, D. 2019. Optimización de los parámetros de secado de hojas de guanábana (*Annona muricata L.*) sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante. Tesis Ingeniero de Alimentos. Universidad Peruana Union. 11 p.
- CEYLAN, I., GUREL, A. 2016. Solar-assisted fluidized bed dryer integrated with a heat pump for mint leaves. Applied Thermal Engineering. 106:899–905.
- COFRE, A. 2015. Determinación de Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante y Antocianinas de Jugo de Murtilla (*Ugni molinae Turcz*) Obtenido por Condensación de Vapor. Tesis en Ingeniera en Alimentos. Universidad Austral de Chile. 12 p.
- CORAL, P. 2018. Diseño de una planta para la elaboración de un deshidratador para infusiones de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kuntze. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 52 p.

- COSTA, D., COSTA, H., GONCALVES, T., RAMOS, F., CASTILHO, M., SANCHES, A. 2015. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. Trends in Food Science & Technology. Portugal. 45:336-354.
- COSTA, G., GRANGEIA, H., FIGUEIRINHA, A., FIGUEIREDO, I., BATISTA, M. 2015. Influence of harvest date and material quality on polyphenolic content and antioxidant activity of *Cymbopogon citratus* infusion. Industrial Crops and Products. 83:738-745.
- COELHO, M., ROCHA, C., CUNHA, L., CARDOSO, L., ALVES, L., LIMA, R., PEREIRA, M., CAMPOS, F., PINTADO, M. 2016. Influence of harvesting factors on sensory attributes and phenolic and aroma compounds composition of *Cymbopogon citratus* leaves infusions. Food Research International. 89(2):1029-1037.
- CHAVES, N., SANTIAGO, A., ALÍAS, J. 2020. Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: Analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. Antioxidants. 9:1-15.
- CHOLOTA, J. 2011. Obtención de té medicinal nutracéutico a partir de plantas ancestrales menta (*Mentha arvensis*) manzanilla (*Matricaria chamomilla*) llantén (*Plantaginaceae*) malva (*Malváceas o malvaceae*). Tesis en Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 57p.
- CRIOLLO, K., MOLINA, N. 2016. Evaluación de la estabilidad de extractos obtenidos a partir de distintos procesos de secado de *Juncea rugosa*. Título de Bioquímico Farmacéutico. Cuenca-Ecuador. 49 p.

- DELFINI, S., MARRELLI, M., CONFORTI, F., FORMISANO, C., RIGANO, D., MENICHINI, F., SENATORE, F. 2017. Variation of *Malva sylvestris* essential oil yield, chemical composition and biological activity in response to different environments across Southern Italy. *Industrial Crops and Products*, 98:29–37.
- DIAZ, F., ALVAREZ, G., SIMA, E. 2015. Drying kinetics of slices of nopal (*Opuntia ficus indica*) cladodes in a convective transversal flow dryer. *Agrociencia*. 49(8):845-857.
- DIAZ, V., VEJARANO, R. 2020. Nueva bebida análoga kombucha hecha de molle, mático y cedrón: perfiles bioactivos y sensorial. Tesis Ing. Agroindustrial. Trujillo, Perú. Universidad Privada del Norte. 36 p.
- DOMINGUEZ, J. 2020. Optimización de la extracción mecánica, comportamiento reológico y actividad antioxidante de hidrocoloides de hojas de *Malva sylvestris*. *Agroindustrial Science*. 10(1):55-61.
- FIGUEROA, M., ROCHA, N., MERCADO, E., LOARCA, G., REYNOSO, R. 2014. Effect of chemical elicitors on peppermint (*Mentha piperita*) plants and their impact on the metabolite profile and antioxidant capacity of resulting infusions. *Food Chemistry*. 156:273-278.
- FRANCISCO, M., RESURRECCION, F. 2012. Antioxidant capacity and sensory profiles of peanut skin infusions. *LWT - Food Science and Technology*. 47:189-198.
- GALINDO, C. 2016. Secado de hojas de Salvia (*Salvia officinalis*) y su influencia en el color y propiedades Sensoriales. Apurímac, Perú. Universidad Nacional José María Arguedas. 24-35 p.

- GALLEGO, M. 2016. Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles. Tesis Doctoral. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. 26-27 p.
- GIACOMETTI, J., BURSAC, D., PUTNIK, P., GABRIC, D., BILUSIC, T., KRESIC, G., STULIC, V., BARBA, F., CHEMAT, F., BARBOSA, G., REZEK, A. 2018. Extraction of bioactive compounds and essential oils from mediterranean herbs by conventional and green innovative techniques: A review. *Food Research International*. 113:245-262.
- GIÃO, M., PEREIRA, C., PINTADO, M. MALCATA, F. 2013. Effect of technological processing upon the antioxidant capacity of aromatic and medicinal plant infusions: From harvest to packaging. *LWT-Food Science and Technology*. 50:320-325.
- GUERREIRO, C., BARREIRA, L., DA ROSA, N., FLORENCIO, J., MARQUES C., SANTOS, T., VARELA, J., CUSTODIO, L. 2017. Searching for new sources of innovative products for the food industry within halophyte aromatic plants: In vitro antioxidant activity and phenolic and mineral contents of infusions and decoctions of *Crithmum maritimum* L. *Food and Chemical Toxicology*. 107(B):581-589.
- GUERRERO, S. 2015. Determinación de un modelo de ratio de secado para el mático y ortiga para los productores locales de la provincia de Chimborazo. Tesis Ingeniero Industrial. Riobamba, Ecuador. Universidad Nacional de Chimborazo. 58 p.

- GUERRERO, T., VEJARANO, P., OCHOA, R. 2014. Tamizaje fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas y flores de *Malachra alceifolia* Jacq. Investigación y Amazonía. 4(1-2):70-75.
- GUEVARA, A. 2019. Elaboración de una infusión filtrante a base de hojas de “mango” (*Mangifera indica* L.), “cola de caballo” (*Equisetum bogotense* L.) y “estevia” (*Stevia rebaudiana bert.*) para evaluar su aceptabilidad sensorial. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 22 p.
- HERNÁNDEZ, Y., CASTILLO R., PÉREZ A., SALGADO M. 2018. Efecto del tipo de secador sobre la calidad fisicoquímica de harina de moringa (*Moringa oleífera* L.). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3:423-429.
- HERRERA O., CHACALTANA L., POSADAS Y., PARI B., ENCISO E., TINCO J., FRANCO C. 2019. Antioxidant and Cytoprotective Effect of *Piper aduncum* L. against Sodium Fluoride (NaF)-Induced Toxicity in Albino Mice. Toxics. 7(2):28.
- IGLESIAS, R., GRIMALDI, R., VILLANUEVA, B., HERNANDEZ, J., LOPEZ, P., LASTRES, O. 2018. Cinética de secado de *Moringa oleífera*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9(5):935-947.
- INGAROCA, S., CASTRO, A., RAMOS, N. 2019. Composición química y ensayos de actividad antioxidante y del efecto fungistático sobre candida albicans del aceite esencial de *Piper aduncum* L. (mático). Rev. Soc. Quím. Perú. 85(2):268-279.

- IRAKLI, M., TSIFODIMOU, K., SARROU E., CHATZOPOULOU P. 2018. Optimization infusions conditions for improving phenolic content and antioxidant activity in *Sideritis scardica* tea using response surface methodology. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 8:67-74.
- JACOME, M. 2015. Condiciones de operación de un secador de lecho fluidizado en el procesamiento de hoja de buganvilia para infusión rica en betalainas. Maestría en ciencias en procesos biológicos, Universidad Veracruz. 11-19.
- JARAMILLO, A. NARVÁEZ, E. 2012. Diseño y construcción de un secador de grano por fluidización e implementación del control de flujo y temperatura. Ttulo de Ingeniero en electrónica y control. Escuela politécnica nacional. 27 p.
- JUANIZ, I., LUDWIG, I., HUARTE, E., PEREIRA, G., MORENO, J., CID, C., PAZ, M. 2016. Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly) phenolic compounds of selected vegetables. *Food Chemistr*.197 (parte A):466-473.
- JUMBO, N., GUEVARA, A. 2016. Antioxidant capacity and bioactive compounds to obtain a tea sachet with stevia (*Stevia rebaudiana B.*) as natural sweetener. *Ciencias de la Vida, Ecuador*. 24(2):83-94.
- JURADO, B., APARCANA, I., VILLARREAL, L., RAMOS, E., CALIXTO, M., HURTADO, P., ACOSTA, K. 2016. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos

- de los frutos de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. Rev. Soc. Química Perú. 82(3):272-279.
- LEODAN, J. 2018. Formulación y evaluación sensorial de un filtrante bioactivo basado en mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y tusa de maíz morado (*Zea mays*). Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 47 p.
- LI, S., LI, S., LI, H., XU, X., DENG, G., XU, D. 2014. Antioxidant Capacities of Herbal Infusions. Processing and Impact on Antioxidants in Beverages, Academic Press. 41-50.
- LIU, Y., LUO, Y., ZHANG, L., LUO, L., XU, T., WANG, J., MA, M., ZENG, L. 2020. Chemical composition, sensory qualities, and pharmacological properties of primary leaf hawk tea as affected using different processing methods. Food Bioscience. 36:1-11.
- LUQUE, C. 2016. Determinación de polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión a base de muña (*Minthostachys Mollis* (Kunth) Griseb.), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.), hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y saborizada con maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis en Industrias Alimentaria. Tacna, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 12 p.
- MABIZELA, G., MULLER, M., DE BEER, VAN, M., SLABBERT, M., JOUBERT, E., BESTER, C. 2020. Effect of genotype and harvest season on quality characteristics of *Cyclopia subternata*: Phenolic content and sensory profile. South African Journal of Botany. 132:491-501.

- MAHN, A., PEREZ, C., REYES, A. 2017. Efecto de las Condiciones de Secado en Lecho fluidizado pulsante sobre el contenido de Sulforafano de Brócoli. *Información Tecnológica*. 28(4):17-28.
- MARQUEZ, C., OTERO, C., ROJANO, B., OSORIO, J. 2014. Antioxidant activity and phenolic compounds concentration of tree tomato (*Cyphomandra betacea* S.) in postharvest. *Temas Agrarios*. 19(2):173-184.
- MEJIA, M. 2019. Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Azuay. Tesis Ingeniería de Alimento. Ecuador. Universidad del Azuay. 2 p.
- MILLONES, C., MORI, G., BACALLA, J., VASQUEZ, E., TAFUR, R. 2014. Obtaining a filter irish lace marigold (*Tagetes filifolia lag.*) sweetened with stevia leaves (*Stevia Rebaudiana bertonii*). *Scientia Agropecuaria*. 5:45-51.
- MONARES, H. 2015. Deshidratación de la punamuña (*Satureja boliviana*) en secador de bandejas. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional José María Arguedas. 42 p.
- MOYA, E. 2016. Rendimiento de forraje de árboles, arbustos y preferencia de consumo en conejos. Tesis Médico veterinario y zootecnista. Ambato, Ecuador. Universidad técnica de Ambato. 8 p.
- MULLER, M. M DE BEER, D., TRUZZI, C., ANNIBALDI, A., CARLONI, P., GIROLAMETTI, F., DAMIANI, E., JOUBERT, E. 2020. Cold brewing of

rooibos tea affects its sensory profile and physicochemical properties compared to regular hot, and boiled brewing, LWT. 132:1-7.

- MUÑOZ, E., RIVAS, K., LOARCA, G., MENDOZA, S., REYNOSO, R., RAMOS, M. 2012. Comparison of phenolic content, antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of commercial herbal infusions. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México.* 3(3):481-495.
- NOYOLA, B. 2017. Deshidratación de hojas de estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en un secador de lecho fluidizado y evaluación de parámetros de calidad. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional.
- NOSSA, D., TALERO, Y., ROZO, W. 2016. Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale L.*). *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* 21(2):125-132.
- ORDOÑEZ, E., LOPEZ, A., REATEGUI, D. 2020. Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles totales. *Agroindustrial Science.* 10(3):259-266.
- OUAABOU, R., NABIL, B., OUHAMMOU, M., IDLIMAN, A., LAMHARRAR, A., ENNAHLI, S., HANINE, H., MAHROUZ, M. 2020. Impact of solar drying process on drying kinetics, and on bioactive profile of Moroccan sweet cherry. *Renewable Energy.* 151:908-918.

- PACO, K., PONCE, L., LOPEZ, M., AGUILAR, J. 2016. Determinación del efecto cicatrizante de *Piper aduncum* (Mático) en fibroblastos humanos. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. 33(3):438-447.
- PALOMINO, J. 2016. Estudio de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de romero (*Rosmarinus officinalis L.*). Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Privada de Tacna. 36 p.
- PERGHER, G., SCHMALKO, M., DE BATTISTA, G. 2016. Parámetros Físicoquímicos e Isotermas de Adsorción de Hojas de Especies Silvestres de *Maytenus ilicifolia martius*. Universidad Nacional de Misiones. Misiones, Argentina. 20-27.
- PUENTE, E., LOPEZ, R., RODRIGUEZ, M., TREJO, H. 2015. Aplicación del diseño por mezclas en la industria alimentaria. Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez. Ingeniería industrial. 56 p.
- PRAKASH, N., WEBBER, D., MEREDDY, R., SULTANBAWA, Y. 2018. Biochemical and functional properties of indigenous Australian herbal infusions. Food Bioscience. 26:133-138.
- RALPH, N., NOOR, M., THRINADH, B., VIJAYA, P. 2020. A comparative study of drying kinetics and quality of Indian red chilli in solar hybrid greenhouse drying and open sun drying. Materials Today: Proceedings. 21 (Parte 1): 286-290.
- REZA, Z., ASADI, H. 2012. Chemical Composition and Antioxidant properties of *Malva sylvestris L.* Journal of Research in Agricultural Science, Iran. 8(14):59-68.

- REYES, A., REYES, A., AGUILAR, C., CARRILLO, M. 2017. Antioxidant properties of neem (*Azadirachta indica*) infusions encapsulated with soy protein. *Revista Electrónica Nova Scientia*, Mexico. 9(1):167-185.
- ROCHA, C., MOURA, A., CUNHA, L. 2020. Consumers associations with herbal infusions and home preparation practices. *Food Quality and Preference*. 86 p.
- RODINO, S., BUTU, M. 2019. Herbal extracts, new trends in functional and medicinal beverages. *Functional and Medicinal Beverages*.73-108.
- ROJAS, M. 2019. Evaluación de la actividad antioxidante y polifenoles totales en extractos de las hojas de tres especies de plantas medicinales de Campo Verde, Ucayali-2018. Tesis Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. 23 p.
- RUENGDECH, R., SIRIPATRAWAN, U. 2020. Visualization of mulberry tea quality using an electronic sensor array, SPME-GC/MS, and sensory evaluation. *Food Bioscience*. 36 p.
- SAMANIEGO C., INURRETA, Y., QUESADA, J., BLANCA, R., VILLALON, M., LOPEZ, H., LOPEZ, M. 2011. The influence of domestic culinary processes on the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity of green tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24:79-86.
- SHONTE, T., DE KOCK, H. 2017. Descriptive sensory evaluation of cooked stinging nettle (*Urtica Dioica L.*) leaves and leaf infusions: Effect of using fresh or oven-dried leaves. *South African Journal of Botany*. 110:167-176.

- THAO, N., LUYEN, B., WIDOWATI, W., FAUZIAH, N., MAESAROH, M., HERLINDA, T., MANZOOR, Z., KOH, Y., KIM, Y. 2016. Anti-inflammatory Flavonoid C-Glycosides from *Piper aduncum* leaves. *Planta Med.* 82:1475-1481.
- VALCARCEL, J. 2014. Obtención de los parámetros del secado de la cascara del camu-camu (*Myrciaria dubia*) en un lecho fluidizado. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 9 p.
- VALDERRAMA, M. 2018. Efecto gastroprotector del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Piper aduncum* L. (Mático) en *Rattus rattus* var. *albinus* con úlceras gástricas inducidas por indometacina. Tesis Químico Farmacéutico. Trujillo, Perú. Universidad Cartologica los Angeles de Chimbote. 12 p.
- VILLAREAL, V., GAMARRA, C., SILVA, C., CRUZADO, J., RUIZ, G. 2019. Actividad antioxidante in vitro y compuestos fenólicos de las hojas de *Beautempsia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (*Capparaceae*). *Arnaldoa*. 26(1):409-420.
- WANG, Z., HWAN, S., GUILLEN, Y., GONZALES, P., SUNG, S. 2017. Investigation of the antioxidant and aldose reductase inhibitory activities of extracts from Peruvian tea plant infusions. *Food Chemistry*. 231:22-230.
- XIANG, Z., JING YU, M., HAR, P. 2020. *Peperomia pellucida* (L.) Kunth herbal tea: Effect of fermentation and drying methods on the consumer

acceptance, antioxidant and anti-inflammatory activities. Food Chemistry. 344:1-32.

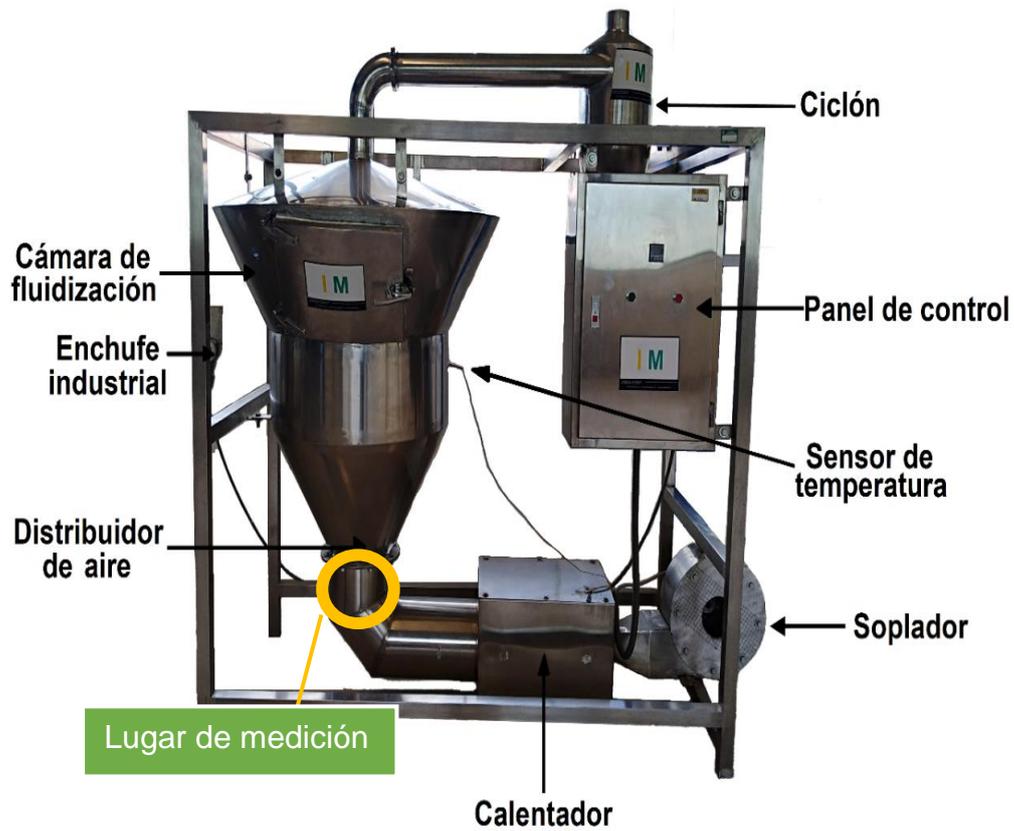
ZAPATA, K., ROJANO, B., CORTES, F. 2015. Efecto térmico del secado por aspersión sobre los metabolitos antioxidantes de la Curuba larga (*Passiflora mollissima baley*). Informacion Tecnologica. 26(1):77-84.

ZENG, L., ZHOU, Y., FU, X., MEI, X., CHENG, S., GUI, J., DONG, F., TANG, J., MA, S., YANG, Z. 2017. Does oolong tea (*Camellia sinensis*) made from a combination of leaf and stem smell more aromatic than leaf-only tea? Contribution of the stem to oolong tea aroma. Food Chemistry. 237:488-498.

ZHU, X., ZHANG, Z., HINDS L., SUN, D., TIWARI, B. 2020. Applications of ultrasound to enhance fluidized bed drying of *Ascophyllum Nodosum*: Drying kinetics and product quality assessment. Ultrasonics Sonochemistry. 70:1-11.

ANEXOS

Anexo 1-a. Diagrama del lugar de medición de la velocidad del aire.



Anexo 1-b. Datos de relación de medición de velocidad del aire con el anemómetro y el secador

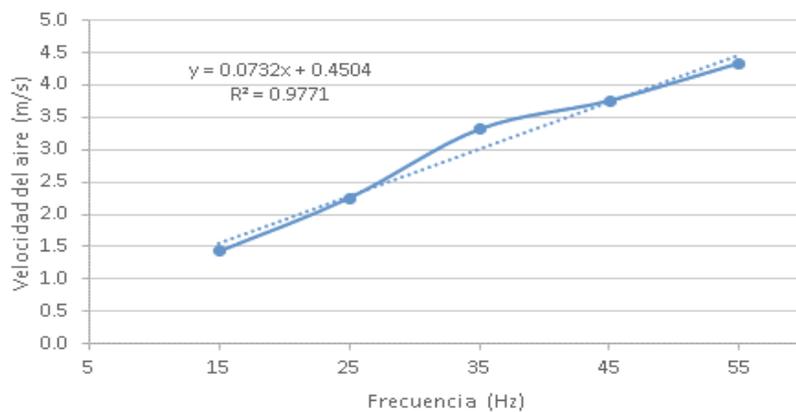
Temperatura 55°C R1	
Frecuencia (Hz)	Velocidad del aire (m/s)
15	1,44
25	2,32
35,04	3,39
45,06	3,89
55,02	4,57

Temperatura 55°C R2	
Frecuencia (Hz)	Velocidad del aire (m/s)
15	1,39
25,02	2,22
35	3,23
45	3,59
55	4,2

Temperatura 55°C R3	
Frecuencia (Hz)	Velocidad del aire (m/s)
15	1,44
25,02	2,1
35,05	3,31
45	3,77
55	4,22

Anexo 1-c. Promedio de la relación de velocidad del aire.

Frecuencia (Hz)	Velocidad del aire (m/s)
15.00	1.42
25.01	2.25
35.03	3.31
45.02	3.75
55.01	4.33

Anexo 1-d. Factor de Correlación**Anexo 1-e.** Valor de velocidad del aire usado

Frecuencia (Hz)	Velocidad del aire (m/s)
21,17	2

Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial.

NOMBRE.....

FECHA.....

MUESTRA: Infusión de mezclas de matico y malva

Se presenta ante Usted, muestras de infusión de mezclas de matico y malva, se le solicita evaluar los atributos de cada una de ellas colocando el puntaje correspondiente según la escala de calificación que se muestra a continuación:

Escala de calificación:

Me gusta mucho	5
Me gusta poco	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta poco	2
Me disgusta mucho	1

Calificación para los filtrantes según atributos:

Muestras	Atributo	Puntaje
134	Color	
	Olor	
	Sabor	
753	Color	
	Olor	
	Sabor	
553	Color	
	Olor	
	Sabor	
284	Color	
	Olor	
	Sabor	
427	Color	
	Olor	
	Sabor	
378	Color	
	Olor	
	Sabor	
832	Color	
	Olor	
	Sabor	
636	Color	
	Olor	
	Sabor	
192	Color	
	Olor	
	Sabor	
954	Color	
	Olor	
	Sabor	

OBSERVACIONES.....

.....MUCHAS GRACIAS

Anexo 3. Datos de la humedad inicial del mástico.

Repeticiones	% humedad
r ₁	77,89
r ₂	76,49
r ₃	77,3
Promedio	77,23
Desv. Estándar	0,70

Anexo 4. Datos de la humedad inicial de malva.

Repeticiones	% de humedad
r ₁	80,75
r ₂	81,54
r ₃	80,78
Promedio	81,02
Desv. Estándar	0,45

Anexo 5. Datos de tiempo y pesos de las hojas de mático y malva secadas por lecho fluidizado a temperaturas 45; 55 y 65°C y velocidad del aire constante 2,5 m/s, con sus 3 repeticiones.

Temperatura 45°C R₁			
Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,3	0	150,5
30	143,1	30	141,5
60	114,4	60	108
90	94,4	90	86,9
120	75,8	120	67,4
150	62,7	150	51,8
180	51,9	180	42,7
210	44,2	210	37,7
240	39,7	240	35,2
270	36,8	270	33,6
300	35,4	300	32,8
330	34,4	330	32,3
360	33,9	360	31,9
390	33,7	390	31,5

Temperatura 45°C R₂			
Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,8	0	150,1

30	145,9	30	148,5
60	122,1	60	125,3
90	103,5	90	105,9
120	89,5	120	89,1
150	76,8	150	72,9
180	66,3	180	60
210	57,8	210	51,1
240	51,4	240	45,3
270	47,1	270	41,6
300	44,2	300	39,5
330	42,6	330	37,9
360	41,5	360	37,2
390	40,9	390	36,6

Temperatura 45°C R₃

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,3	0	150,8
30	143,5	30	126,8
60	122,4	60	101,4
90	106,6	90	81,2
120	92,1	120	64,9
150	79,6	150	52,9
180	68,9	180	45,2
210	60,1	210	40,4

240	53,7	240	38,2
270	49,1	270	36,9
300	45,8	300	35,9
330	43,8	330	35,3
360	42,5	360	35
390	41,8	390	34,7

Temperatura 55°C R₁

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,7	0	150,3
30	132	30	145,4
60	103,1	60	92,4
90	81,4	90	66,9
120	62,5	120	50,8
150	50	150	41,1
180	42,6	180	36,4
210	39,5	210	33,9
240	38,3	240	32,7
270	37,7	270	31,9

Temperatura 55°C R₂

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,6	0	150,2
30	149,2	30	144,9

60	119,9	60	98,9
90	96,7	90	72,1
120	77	120	53,8
150	59,3	150	42
180	45,1	180	35,5
210	38,5	210	33,1
240	35,3	240	31,8
270	33,6	270	31
300	33,1	300	30,5

Temperatura 55°C R₃

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,8	0	150,1
30	142,1	30	143,1
60	114,5	60	96,6
90	90,6	90	68,9
120	74,2	120	48,5
150	61,2	150	38,7
180	56,3	180	35,3
210	44,2	210	33,5
240	40,1	240	32,7
270	38,3	270	32,1
300	37,6	300	31,9

Temperatura 65°C R₁

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150.,1	0	150,5
30	134,7	30	146,6
60	80,3	60	77,6
90	45,8	90	45,2
120	40,9	120	35,5
150	40,1	150	33,1
180	40	180	32,4

Temperatura 65°C R₂

Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,5	0	150,3
30	141,1	30	141,3
60	76,6	60	88,2
90	48,7	90	55,7
120	40,9	120	38,8
150	38,8	150	34,7
180	39,2	180	33,1

Temperatura 65°C R₃

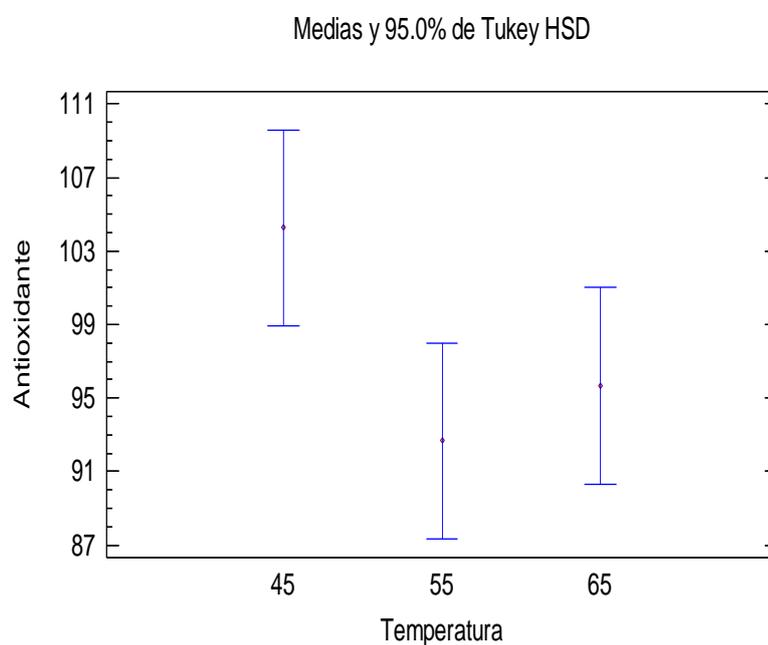
Mático		Malva	
Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	150,3	0	150,6
30	140,3	30	145,9

60	85	60	77,8
90	57,1	90	46
120	42,7	120	35,7
150	39,8	150	32,7
180	39,4	180	31,4

Anexo 6. ANOVA para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ABTS por TEMPERATURA (Mático)

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	217,52	2	108,76	5,98	0,0372
Intra grupos	109,04	6	18,1733		
Total (Corr.)	326,56	8			

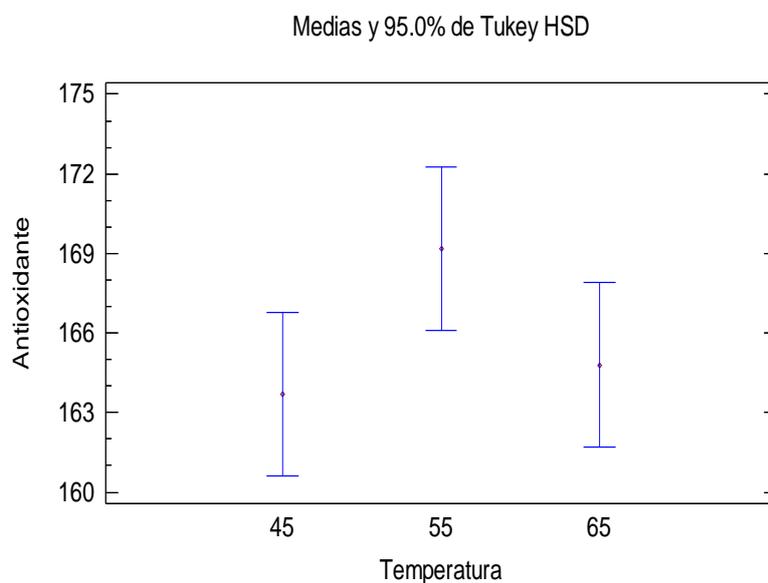
Anexo 7. Gráfico de medias para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (ABTS) por temperatura (Mático).



Anexo 8. ANOVA para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ABTS por TEMPERATURA (Malva)

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	50,1622	2	25,0811	4,13	0,0745
Intra grupos	36,4467	6	6,07444		
Total (Corr.)	86,6089	8			

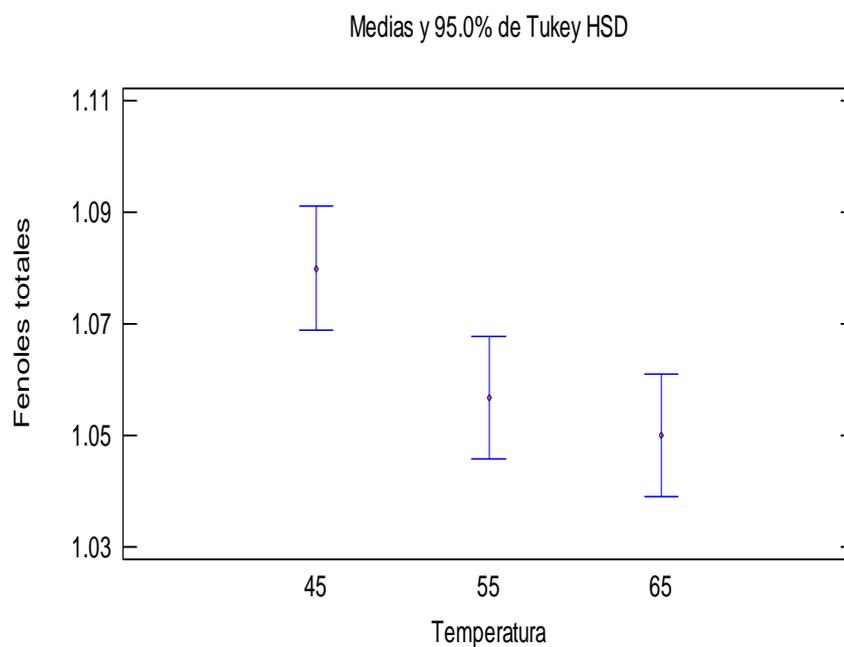
Anexo 9. Gráfico de medias para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (umol ET/G) por temperatura (Malva).



Anexo 10.: ANOVA para FENOLES TOTALES (Folin Ciocalteu) por TEMPERATURA para mático.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00148889	2	0,000744444	9,57	0,0136
Intra grupos	0,000466667	6	0,000077778		
Total (Corr.)	0,00195556	8			

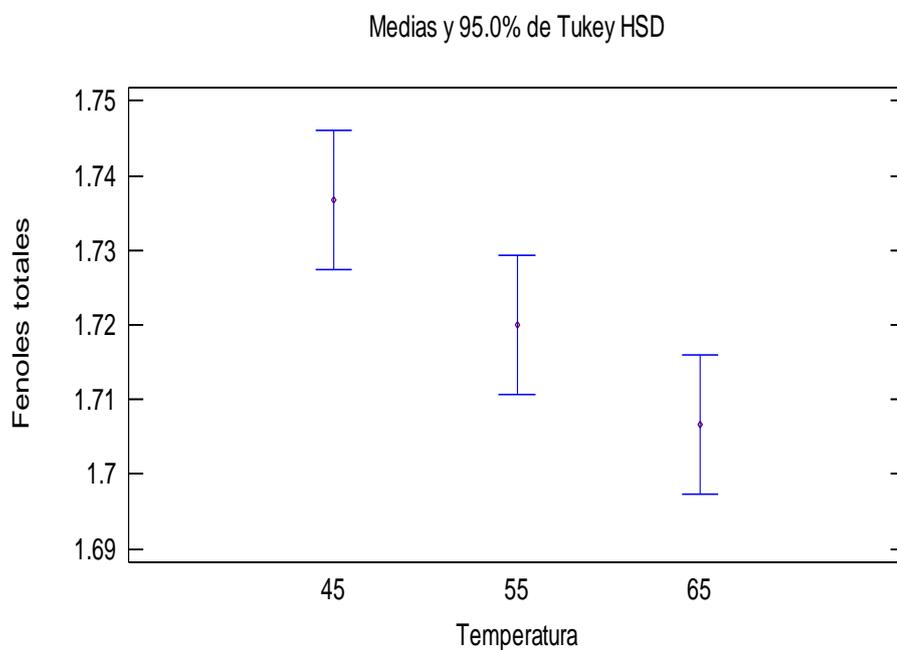
Anexo 11. Gráfico de medias para FENOLES TOTALES (g EAG/100g) por temperatura (Mático).



Anexo 12: ANOVA para FENOLES TOTALES (Folin Ciocalteu) por TEMPERATURA para malva.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00135556	2	0,000677778	12,20	0,0077
Intra grupos	0,000333333	6	0,0000555556		
Total (Corr.)	0,000168889	8			

Anexo 13. Gráfico de medias para FENOLES TOTALES (g EAG/100g) por temperatura (Malva).



Anexo 14. Análisis de varianza ANOVA del color por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,93667	9	0,548519	0,69	0,7198
Intra grupos	231,233	290	0,797356		
Total (Corr.)	236,17	299			

Anexo 15. Prueba de Kruskal-Wallis para color por tratamiento.

Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
F ₁	30	133,967
F ₂	30	160,550
F ₃	30	157,033
F ₄	30	143,317
F ₅	30	148,517
F ₆	30	145,400
F ₇	30	147,683
F ₈	30	176,933
F ₉	30	153,817
F ₁₀	30	137,967

Estadístico = 6.1499 Valor-P = 0.724827

Anexo 16. Análisis de varianza ANOVA del olor por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,76333	9	0,862593	0,96	0,4747
Intra grupos	260,967	290	0,899885		
Total (Corr.)	268,73	299			

Anexo 17. Prueba de Kruskal-Wallis para olor por tratamiento.

Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
F ₁	30	146,817
F ₂	30	156,617
F ₃	30	162,067
F ₄	30	150,017
F ₅	30	143,833
F ₆	30	124,650
F ₇	30	156,617
F ₈	30	181,900
F ₉	30	133,200
F ₁₀	30	149,283

Estadístico = 9.9092 Valor-P = 0.357886

Anexo 18. Análisis de varianza ANOVA de sabor por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,87	9	0,652222	0,63	0,7699
Intra grupos	299,5	290	1,03276		
Total (Corr.)	305,37	299			

Anexo 19. Prueba de Kruskal-Wallis para el sabor por tratamiento.

Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
F ₁	30	155,100
F ₂	30	154,800
F ₃	30	167,550
F ₄	30	163,083
F ₅	30	148,917
F ₆	30	130,267
F ₇	30	150,600
F ₈	30	159,350
F ₉	30	136,983
F ₁₀	30	138,350

Estadístico = 5.70832 Valor-P = 0.768719

Anexo 20-a. Panel fotográfico de secado de matico.

Hojas de matico



Pesado 1



Lavado y desinfección



Oreado



Pesado 2



Secado



Control de peso



Envasado



Almacenado

Anexo 20-b. Secado de malva.



Hojas de malva



Pesado 1



Lavado y desinfección



Oreado



Pesado 2



Secado



Control de peso



Envasado



Almacenado

Anexo 20-c. Análisis de humedad, capacidad antioxidante y evaluación sensorial.



Análisis de humedad en hojas de malva y mático.



Preparación de las infusiones



Evaluación sensorial de las infusiones.