

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL
CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE
ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) Y
PIÑA (*Ananas comosus*)”**

PRESENTADO POR

Bach. Falla Guillen Anapaula Alejandra

Bach. Sánchez Bazan Erika Karella Yimara

ASESORA

Dra. Luz María Paucar Menacho

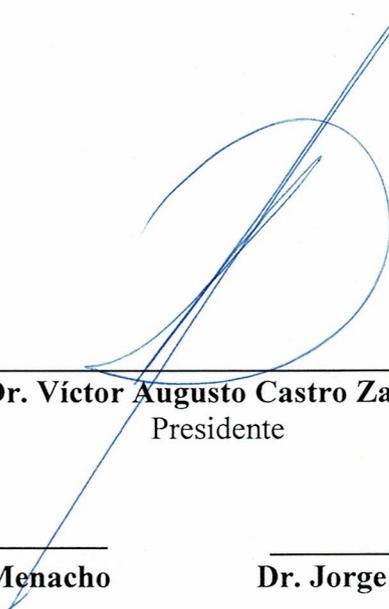
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**NUEVO CHIMBOTE-PERU
2019**



HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)**”; para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por los bachilleres FALLA GUILLEN ANAPAUOLA ALEJANDRA Y SANCHEZ BAZAN ERIKA KARELIA YIMARA, teniendo como asesora a la Dra. Luz María Paucar Menacho, designada mediante la resolución decanal N° 437-2017-UNS-FI, ha sido revisada y aprobada el día 28 de enero del 2021 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N°098-2020-UNS-CFI.



Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente



Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretario



Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 p.m., del ocho de Febrero del dos mil veintiuno se habilitó la plataforma virtual Zoom, con el enlace: <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/84100865866?pwd=dDA1SS9EZEExTb2UvSkFPYWJxa0ZDZz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 098-2020-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretaria)
- **Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)”; elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

**FALLA GUILLEN ANAPAUOLA ALEJANDRA
SANCHEZ BAZAN ERIKA KARELIA YIMARA**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. LUZ MARIA PACUAR MENACHO**

Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con estas sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
FALLA GUILLEN ANAPAUOLA ALEJANDRA	16	BUENO

Siendo las 18:40 p.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 08 de febrero del 2021.

Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretario

Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 p.m., del ocho de Febrero del dos mil veintiuno se habilitó la plataforma virtual Zoom, con el enlace: <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/84100865866?pwd=dDA1SS9EZExTb2UvSkFPYWJxa0ZDZz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 098-2020-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretaria)
- **Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)”; elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

FALLA GUILLEN ANAPaula ALEJANDRA
SANCHEZ BAZAN ERIKA KARELIA YIMARA

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. LUZ MARIA PACUAR MENACHO**

Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con estas sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SANCHEZ BAZAN ERIKA KARELIA YIMARA	16	BUENO

Siendo las 18:40 p.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 08 de febrero del 2021.

Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
 Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
 Secretario

Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
 Integrante

DEDICATORIA

A Dios, porque todo lo que soy y lo que tengo es por él, por darme las fuerzas cuando más lo he necesitado. A mis abuelos que son mis dos estrellas que me cuidan e iluminan desde el cielo.

A mis padres, Jorge Falla y Catya Guillen por ser mis soportes ante cualquier adversidad, por su amor incondicional y el esfuerzo que hacen por mí y mis hermanos día a día.

A mis hermanos, Mauricio y Jose Antonio, por ser quienes me logran hacer reír ante cualquier mal momento e hicieron este camino más fácil, a ellos que me toman como su ejemplo, y depositan su confianza en mí.

A mis amigos, y profesores quienes fueron parte importante de este largo proceso, por los momentos vividos en todos estos años.

ANAPULA FALLA GUILLÉN

Agradecer en Primer lugar a Dios, porque sin El esto simplemente no hubiese sido posible, porque él es quien da y quita y porque me seguirá guiando a su perfecta voluntad.

A mis padres Carlos y Diana, por darme fuerzas cuando lo necesitaba, por sus palabras de aliento y por sus motivaciones. También por su apoyo económico en mi estancia universitaria.

A mis hermanas Mineili y Dariana que día a día me motivan, por ser unas maravillosas compañeras, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

KARELIA SANCHEZ BAZAN

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios quien guía nuestros pasos en todo momento y nos da la fortaleza para seguir día a día; a nuestros padres por ser nuestros motivadores principales, por su amor y confianza total; a nuestros hermanos por el apoyo y cariño incondicional.

Por la culminación de la tesis agradecemos a los ingenieros que nos ayudaron con todas las inquietudes durante todo el desarrollo de esta; a todos nuestros amigos que de alguna u otra manera siempre nos apoyaron.

A toda nuestra plana docente de la E.A.P de Ingeniería Agroindustrial por compartir sus conocimientos y por la formación que nos dieron para ser buenos profesionales. A nuestra asesora la Dra. Luz Paucar Menacho, por su asesoramiento científico. Al Ing. Lenin Palacios por su disposición de siempre para ayudarnos, por sus aportes y aclarar nuestras dudas.

RESUMEN

Las cáscaras de las diversas frutas no son aprovechadas en nuestro país, generando así un impacto negativo para el ambiente; ya que son desechadas y tratadas como desperdicios generales, los cuales no terminan en los lugares correctos como para ser utilizados en la elaboración de compost o abonos naturales. Por lo cual surge la necesidad de buscar una opción donde podamos aprovechar estos residuos y sus diferentes propiedades funcionales. Es por ello que en esta investigación se optó por utilizar la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y cáscara de piña (*Ananas comosus*) considerando sus diferentes beneficios para la salud, dentro de las cuales destacan las propiedades prebióticas y antioxidantes de estas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de la temperatura de secado en la cantidad de polifenoles totales de un filtrante a base de cáscara de naranja y cáscara de piña. Mediante el diseño aleatorizado completamente al azar, con una variable independiente (Temperatura de secado: 40, 50 y 60 °) el cual se realizó por triplicado. Utilizando una formulación de 50 -50 % de harina de cáscara de naranja y de piña respectivamente para cada temperatura. Se determinó el contenido de polifenoles totales por el método de Follin – Ciocautel (mgAGE/g muestra seca) en el filtrante y en la infusión; donde el factor variante fue la temperatura de secado (40, 50 y 60°C), con una velocidad del aire constante de 1.2 m/s. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos establecer que las temperaturas altas de secado influyen negativamente en la conservación de los polifenoles ya que nuestro resultado más alto fue 1.28 mg AGE/100 g a 40 °C para el filtrante, siendo esta la temperatura más baja. Mientras que los resultados en las infusiones nos arrojaron datos más altos a 40 °C con 82.11 mg AGE /100 g, teniendo como condición óptima para la conservación de los polifenoles totales del filtrante el tratamiento que fue sometido a una temperatura de secado de 40 °C.

PALABRAS CLAVES: Cáscara de naranja, cáscara de piña, temperatura de secado, filtrante, infusiones, polifenoles totales

ABSTRACT

The peels of the various fruits are not used in our country, thus generating a negative impact on the environment; since they are discarded and treated as general waste, which does not end up in the correct places to be used in the production of compost or natural fertilizers. Therefore, the need arises to find an option where we can take advantage of these residues and their different functional properties. That is why in this research it was chosen to use orange peel (*Citrus sinensis*) and pineapple peel (*Ananas comosus*) considering their different health benefits, among which their prebiotic and antioxidant properties stand out. The objective of this work was to study the influence of drying temperature on the amount of total polyphenols in a filter based on orange peel and pineapple peel. Through the completely randomized randomized design, with an independent variable (Drying temperature: 40, 50 and 60 °) which was performed in triplicate. Using a formulation of 50-50% orange peel and pineapple flour respectively for each temperature. The content of total polyphenols was determined by the Follin-Ciocalteu method (mgAGE / g dry sample) in the filter and in the infusion; where the variant factor was the drying temperature (40, 50 and 60 ° C), with a constant air speed of 1.2 m / s. According to the results obtained, we can establish that high drying temperatures negatively influence the conservation of polyphenols since our highest result was 1.28 mg AGE / 100 g at 40 ° C for the filter, this being the lowest temperature. While the results in the infusions gave us higher data at 40 ° C with 82.11 mg AGE / 100 g, having as an optimal condition for the preservation of the total polyphenols of the filter the treatment that was subjected to a drying temperature of 40 ° C.

KEY WORDS: Orange peel, pineapple peel, drying temperature, filter, infusions, total polyphenols

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	10
II.	MARCO TEÓRICO	11
2.1.	NARANJA.....	11
2.1.1.	Aspectos Generales de la Naranja.....	11
2.1.2.	Consumo de la naranja	14
2.1.3.	Residuo: Cáscara de naranja.....	15
2.2.	PIÑA.....	18
2.2.1.	Aspectos generales de la piña	18
2.2.2.	Consumo de la Piña.....	19
2.2.3.	Residuo: Cáscara de Piña	19
2.3.	SECADO	22
2.3.1.	Definición	22
2.3.2.	Parámetros de Secado.....	23
2.3.3.	Cinética de Secado	25
2.3.4.	Curvas de Secado	26
2.3.5.	Secado por bandejas	32
2.4.	FILTRANTE.....	34
2.4.1.	Material de empaque para filtrantes.....	35
2.5.	POLIFENOLES TOTALES	37
2.5.1.	Definición	37
2.5.2.	Fuente de Polifenoles	37
2.5.3.	Método de Folin Ciocalteu	37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	38
3.2.	MATERIA PRIMA	38
3.3.	EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	39

3.4. MÉTODOS	41
3.4.1. Método experimental.....	41
3.4.2. Elaboración del Filtrante	41
3.4.3. Diseño Experimental	44
3.4.4. Métodos de Análisis	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
4.1. CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA CASCARA DE NARANJA Y CASCARA DE PIÑA.....	47
4.2. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN LA CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA	49
4.3. OBTENCION DE LA HARINA DE CASCARA DE NARANJA Y CASCARA DE PIÑA A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	52
4.3.1. PARÁMETROS DE SECADO	52
4.4. ANALISIS FISICOQUIMICOS	58
4.4.1. HUMEDAD	58
4.4.2. ACTIVIDAD DE AGUA	60
4.5. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN EL FILTRANTE E INFUSION ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA.....	61
4.5.1. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN EL FILTRANTE.	62
4.6. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN LA INFUSION.....	64
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	70
VIII. ANEXOS	80
8.1. Equipos para la Elaboración del Filtrante	80
8.2. Equipos para los Métodos analíticos	81
8.3. Procedimiento para la Elaboración del Filtrante	83
8.3.1. Obtención de la Harina de Cáscara de Piña.....	83
8.3.2. Obtención de la Harina de Cáscara de Naranja	84

8.4. Procedimiento de Determinación de Polifenoles	86
8.4.1. Preparación de los Reactivos	86
8.4.2. Preparación de la Muestra	86
8.4.3. Curva de Calibrado.....	87
8.5. Datos para determinar la cinética de secado	88
8.5.1. Datos para la cáscara de naranja a 40 °C.....	88
8.5.2. Datos para la cáscara de naranja a 50°C.....	89
8.5.3. Datos para la cáscara de naranja a 60 °C.....	90
8.5.4. Datos para la cáscara de piña a 40 °C	91
8.5.5. Datos para la cáscara de piña a 50 °C	92
8.5.6. Datos para la cáscara de piña a 60 °C	93
8.6. Fórmula para halla la velocidad de secado.	94
8.7. Gráficas para determinar la cinética de secado.....	94
8.7.1. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 40 °C.	94
8.7.2. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 50 °C.	95
8.7.3. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 60 °C. 97	
8.7.4. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de naranja a 40 °C	98
8.7.6. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de naranja a 60 °C	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición interna de la Naranja	13
Tabla 2: Composición Química de la Cáscara de Naranja	16
Tabla 3: Composición química de la cáscara de piña fresca	20
Tabla 4: Caracterización Fisicoquímica de Cascara de Naranja y Piña	47
Tabla 5: Resultados del Contenido de Polifenoles Totales en la Cascara de Piña y Naranja..	49
Tabla 6: Parámetros de secado para la cáscara de naranja.....	52
Tabla 7: Parámetros de secado para la cáscara de piña	52
Tabla 8: Contenido de polifenoles en la harina de cascara de naranja (Citrus Sinensis) evaluadas a Temperaturas de 40, 50 y 60 °C	55
Tabla 9: Análisis de Varianza para Polifenoles en la harina de cascara de naranja tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III	55
Tabla 10: Contenido de polifenoles en la harina de cascara de piña (Ananas Comosus) evaluadas a Temperaturas de 40, 50 y 60°C	57
Tabla 11: Análisis de Varianza para Polifenoles en la harina de cascara de piña tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III.....	57
Tabla 12: Humedad de la cascara de naranja y piña después del secado	59
Tabla 13: Actividad de agua de la cascara de naranja y piña sometidas a diferentes temperaturas de secado.....	60
Tabla 14: Contenido de polifenoles en filtrantes a base de harina de cascara de naranja (Citrus Sinensis) y cascara de piña (Ananas Comosus) tratadas a T° de 40, 50 y 60°C.....	63
Tabla 15: Análisis de Varianza para Polifenoles en filtrantes a base de harina de cascara de naranja (Citrus Sinensis) y cascara de piña (Ananas Comosus) tratadas a T°s de 40, 50 y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III.....	63
Tabla 16: Contenido de polifenoles en infusiones de los filtrantes a base de harina de cascara de naranja (sitris ss) y cascara de piña tratadas a T°s de 40, 50 y 60°C.....	65
Tabla 17: Análisis de Varianza para Polifenoles en las infusiones de las formulaciones a base de harina de cascara de naranja y piña (F1, F2 y F3) tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anatomía de la Naranja (Citrus Sinensis).....	13
Figura 2: Piña (ananas comosus).....	18
Figura 3: Curva de pérdida de humedad.....	26
Figura 4: Perfil de secado de un sólido.....	27
Figura 5: Curva de secado vs Humedad	29
Figura 6: Elaboración de Filtrante.....	43
Figura 7: Curva de secado de cáscara de naranja.....	53
Figura 8: Curva de secado de cáscara de piña	53
Figura 9: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en harinas de cáscara de naranja tratadas a 40, 50 y 60 °C.....	56
Figura 10: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en harinas de cáscara de piña tratadas a 40, 50 y 60 °C.....	57
Figura 11: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en Filtrante a base de harinas de cáscara de naranja y piña tratadas a 40, 50 y 60 °C.....	64
Figura 12: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en Infusión a base de harinas de cáscara de naranja y piña tratadas a 40, 50 y 60 °C.....	66
Figura 13: Contenido de polifenoles Totales en las muestras de Filtrantes e infusiones a diferentes temperaturas.....	67
Figura 14: Humedad en equilibrio de la cáscara de piña a 40°C	94
Figura 15: Humedad crítica de la cáscara de piña a 40 °C	95
Figura 17: Humedad en equilibrio para la cáscara de piña a 50 °C	95
Figura 16: Humedad crítica para la cáscara de piña a 50°C	96
Figura 18: Humedad en equilibrio para la cáscara de piña a 60°C	97
Figura 19: Humedad crítica para la cáscara de piña a 60°C.	97
Figura 20: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 40°C.....	98
Figura 21: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 40°C	98
Figura 22: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 50°C.....	99
Figura 23: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 50°C.	99
Figura 24: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 60°C.....	100
Figura 25: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 60°C	100

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente una de las ramas de la industria alimenticia que tiene mayor impacto es el procesamiento de frutos cítricos, ya que son las que tienen una mayor producción y consumo a nivel mundial de jugos y néctares. La mayor parte de la industrialización y aprovechamiento de los cítricos implica la extracción del jugo, que representa más del 60 % de la producción total de éstos. Teniendo en cuenta que luego de su proceso, los desechos que se obtienen son principalmente cáscara y bagazo, los cuales representan aproximadamente el 50 % de la masa total del fruto original. A partir de ellos se pueden obtener harinas, pectina, aceites esenciales, compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, así como la fibra y los polifenoles. Si hablamos de la cáscara de naranja la cual es desechada en grandes cantidades todos los días por distintas empresas que usan su pulpa y sumado a ellas los vendedores de jugo de dicha fruta, nos dejan su cáscara para saber aprovecharla ya que tiene varios beneficios para la salud; favorece la digestión. Se puede tomar en infusión para aliviar problemas de estómago e intestinales, ya que gracias a su alto número de fitonutrientes y flavonoides (tiene más que la pulpa interna), tiene grandes propiedades antiinflamatorias.

Por otro lado está la cáscara de piña que es consumida a veces como un refresco al hervir solo la cáscara pero al final de todas maneras es desechada, esta es consumida por su sabor agradable pero lo que pocos sabes son las propiedades que tiene esta para la salud como por ejemplo la cascara de piña es una excelente opción para disminuir de peso (por sus propiedades diuréticas), reducir el estrés, potenciar las defensas y el aparato inmunológico, ayudar a procesos desinflamatorios y digestivos, y representa una bebida antioxidante.

Considerando el impacto ambiental por las industrias, este proyecto de investigación busca evaluar el aprovechamiento de la cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) y la cáscara de piña (*Ananas comosus*) como una alternativa para la obtención de infusiones con capacidad antioxidante, generando un valor agregado para la agroindustria, mitigando al mismo tiempo al impacto ambiental asociado con la disposición de dichos recursos

II. MARCO TEÓRICO

2.1. NARANJA

2.1.1. Aspectos Generales de la Naranja

Los cítricos son una especie que pertenece a la clase Angiospermae , subclase dicotiledónea, a la orden rutae, a la familia rutaceae y al género citrus. Existen 145 especies de cítricos y entre ellos la naranja. La variedad de naranja se diferencia según el uso que se le vaya a dar, es decir si es para consumo fresco o para congelar. De esta manera se pueden determinar tres grupos: Navel, Blancas y Sanguinas.(Sparta, 2003)

El origen del género Citrus se sitúa en el sureste de Asia y el centro de China, Filipinas y el archipiélago Indomalayo hasta Nueva Guinea. Las primeras variedades e híbridas de cítricos fueron el resultado de un largo proceso de identificación, colecta y reproducción de plantas silvestres. (Agrocadenas, 2002)

La naranja es una fruta de escaso valor calórico y bajo contenido de grasa. Aporta a la dieta una cantidad interesante de fibra soluble (pectinas), cuyas principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y la glucosa en sangre, así como con el desarrollo de la flora intestinal. (Moreiras et al 2009).

En su composición también cabe destacar la elevada cantidad de ácido ascórbico o vitamina C que contiene (una naranja de tamaño medio aporta 82

mg de vitamina C, siendo 60 mg la ingesta recomendada al día para este nutriente), esta vitamina C favorece la absorción intestinal del hierro. También contiene cantidades apreciables de ácido fólico, y en menor cantidad, provitamina A. (Moreiras et al 2009).

Además, las naranjas aportan carotenoides con actividad provitamínica A (alfacaroteno, beta-caroteno y criptoxantina). Numerosos estudios epidemiológicos sugieren la importancia de estos carotenoides en la prevención de distintos tipos de cáncer y en la protección frente a enfermedades cardiovasculares. También contiene otros carotenoides sin actividad provitamínica A, como la luteína y la zeaxantina, que están presentes en la retina y el cristalino del ojo, y se asocian inversamente con el riesgo de padecer cataratas y degeneración macular. (Martínez et al, 2010).

Las naranjas presentan en su composición ácidos orgánicos, como el ácido málico y el ácido cítrico, que es el más abundante. Este último es capaz de potenciar la acción de la vitamina C, favorecer la absorción intestinal del calcio, y facilitar la eliminación de residuos tóxicos del organismo, como el ácido úrico. Además, contienen importantes cantidades de los ácidos hidroxicinámicos, ferúlico, caféico y p-cumárico, ordenados de mayor a menor en función de su actividad antioxidante. Las naranjas son ricas en flavonoides. Los más conocidos son: hesperidina, neoshesperidina, naringina, narirutina, tangeretina y nobiletina, a los cuales se les han atribuido múltiples funciones. (Moreiras et al 2009).

Cuando se consume esta fruta en forma de zumo varían sus características nutricionales, ya que este apenas contiene fibra y tiene menores cantidades de vitaminas y minerales que la naranja entera. En cualquier caso, lo ideal es tomarlo recién exprimido, para evitar las pérdidas de vitamina C (Moreiras et al 2009).

En la figura 1 se presenta un esquema representativo donde se puede observar la anatomía de la naranja y en Cuadro 01 su composición física.

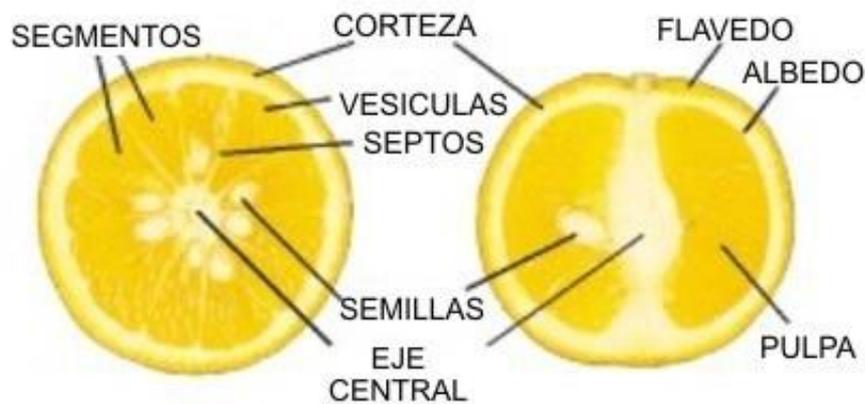


Figura 1: Anatomía de la Naranja (*Citrus Sinensis*)

Tabla 1: Composición interna de la Naranja

Componentes	Porcentaje en peso
Jugo	40-45
Flavedo	8-10
Albedo	15-30
Pulpa y bagazo	20-30
Semillas	0-4

Fuente: Seok et al., 2004, Rincón et al., 2005

2.1.2. Consumo de la naranja

El consumo de cítricos por persona en el Perú se encuentra en 10 kilos al año, entre las variedades de mayor importancia, en nuestro país figuran la naranja, tangerina, lima y limón, así como la toronja. Asimismo, del total de la producción de cítricos se exporta 12 por ciento, de los cuales, 1.4 por ciento lo ocupa la industria de jugos y 0.44 es fruta fresca. (Senasa, 2015)

El proceso de industrialización de cítricos genera subproductos como cáscara y semilla que son considerados como desperdicios (Juhaimi, 2014), por ejemplo, el rendimiento de zumo de cítricos (naranja y pomelo) es menos de la mitad del peso de fruta, produciendo cantidades muy grandes de desechos (Tenorio Domínguez, 2016).

La cáscara es descartada como desecho que contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante (Rafiq et al., 2016), esta representa una rica fuente de polifenoles. (LaghaBenamrouche et al., 2013)

El uso de residuos como fuente de polifenoles y antioxidantes puede tener considerable beneficio económico para los procesadores de alimentos (Singh y Immanuel, 2014; Suja et al., 2017).

2.1.3. Residuo: Cáscara de naranja

2.1.3.1. Definición

Las cáscaras de naranja son una fuente abundante de carbohidratos que tienen muchas propiedades beneficiosas para la salud. La pectina, un tipo de carbohidratos en la cáscara de naranja, tienen propiedades “prebióticas”. Estos carbohidratos prebióticos, también conocidos como oligosacáridos, se encuentran en ciertas frutas y vegetales. Prebióticos son comidas o nutrientes no digeribles que aumentan el crecimiento de bacterias probióticas beneficiosas en el intestino grueso. Bacteria prebiótica estimula salud y previene el crecimiento de patógenos alimentarios (Praloran, 1977).

2.1.3.2. Composición Química de la cáscara de Naranja

Tabla 2: Composición Química de la Cáscara de Naranja

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CASCARA DE NARANJA	
Nutrientes Mayores	
Humedad (g)	75.75
Ceniza (g)	0.44
Grasa (g)	1.7
Fibra. (g)	2.4
Carbohidratos (g)	11.75
Proteínas (mg)	940
Oligoelementos	
Potasio (mg)	181
Calcio (mg)	40
Fosforo (mg)	14
Magnesio (mg)	10
Hierro (mg)	1
Vitaminas	
Vitamina B1 (µg)	87
Vitamina B2 (µg)	40
Vitamina B3 (µg)	282
Vitamina B5 (µg)	250
Vitamina B6 (µg)	60
Vitamina E (µg)	0.18
Vitamina C (mg)	53.2
Vitamina A (UI)	225

Fuente: Bast et al, 2007

2.1.3.3. Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante en la cáscara de Naranja

En la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos son las principales fuentes de antioxidantes naturales, por lo que se ha propuesto utilizar estos subproductos de la industria como antioxidantes naturales. Así el objetivo de este estudio fue evaluar las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja que se cultivan en Venezuela y su potencial como posibles fuentes de materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales (Praloran, 1977).

La cáscara contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante (Rafiq et al., 2016), esta representa una rica fuente de polifenoles (LaghaBenamrouche et al., 2013)

Según Ordoñez-Gómez *et al*; (2018) El contenido de polifenoles en naranja valencia fue mayor en hojas que en cáscara con $1,68 \pm 0,04$ g AGE/ 100 g muestra y $1,40 \pm 0,024$ g AGE/ 100 g muestra. En cuanto a tangelo no hubo diferencia ($p > 0,05$) en el contenido de polifenoles en cáscara y hojas con $2,29$ g AGE/100 g muestra.

En cáscara de naranja valencia, la actividad antioxidante frente a DPPH fue mayor que en ABTS+ con $3,39 \pm 0,08$ mg/mL y $182 \pm 7,7$ μ g/mL, de manera similar, en hojas, la mayor actividad antioxidante fue $1,69 \pm 0,04$ mg/mL y $204,0 \pm 4,6$ μ g/mL. La actividad antioxidante frente al DPPH del extracto metanólico de cáscara de tangelo fue menor frente al extracto de hojas con $2,75 \pm 0,09$ mg/mL y $0,76 \pm 0,03$ mg/mL; Tenorio-Dominguez (2016) cuantifica naringina en los extractos

acuoso y metanólico: 81,1727 mg/g y 49,9399 mg/g respectivamente en la cáscara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*).

2.2. PIÑA

2.2.1. Aspectos generales de la piña

El nombre científico de la piña es *Ananás Comosus*; una fruta tropical de la familia Bromelia. Su nombre se debe al parecido que tiene con un cono de pino. En los países latinoamericanos se llama piña o Ananás, y es el principal ingrediente de muchas preparaciones. La apariencia diferente y exótico sabor, la hace ser muy apetecida, es de origen Sudamericano se cree que puede ser de la zona de Brasil y Paraguay y los nativos de estas regiones se encargaron de llevarla con ellos a lo largo de América y de esta manera llegaría al Caribe y Hawái. La Piña tiene una historia muy interesante, pues Colón la descubrió en el año 1493 en las indias y de ahí acompañaría a los españoles en su regreso, en un viaje directo a Europa, fue la primera bromelia en realizar este viaje. Los españoles la llevarían consigo a otras partes del mundo. (Muñoz, 2003)



Figura 2: Piña (*ananas comosus*)

Fuente: Olmué, 2012

2.2.2. Consumo de la Piña

El crecimiento de la producción de piña en el país y en el mundo ha permitido el establecimiento de un mercado de gran importancia económica. De acuerdo con Adegbite et al. (2014), la piña es la tercera fruta tropical de importancia económica en el mundo, después del banano y el melón. Se estima que a nivel mundial la producción de piña fresca fue de 17,5 a 18,0 millones de toneladas entre los años 2006 y 2010, siendo Filipinas, Brasil, Costa Rica, Tailandia y China los principales países productores, representando el 55% de la producción total (López-Herrera et al., 2014).

De manera conjunta al crecimiento en la producción y en las ventas de esta fruta, se ha venido dando un incremento en la cantidad de subproductos que se obtienen de su cultivo e industrialización, como la planta entera, los rastrojos (plantas sin raíces), las coronas, los tallos, las cáscaras, la pulpa y el corazón (López-Herrera et al., 2014).

2.2.3. Residuo: Cáscara de Piña

2.2.3.1. Definición

La cáscara corresponde al 19% de la fruta fresca (Alfaro et al, 1992). Este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, polímeros naturales presentes en los materiales vegetales (Sibaja, 1988). Se han encontrado elevados contenidos de fibra en algunas frutas tropicales como la piña (20%), en las cáscaras de piña se

han encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociado a un elevado contenido de miricetina principal antioxidante encontrada en este subproducto (Ramírez et al., 2009).

Chávez et al., (2009), reportó un contenido en fibra de 44,92% en cáscaras de piña. La FD de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de fibra dietética, varios autores identificaron que los subproductos de la piña son buena fuente de fibra dietética (>20% FD total), al tener un alto grado de FDI. La FD de piña ha sido empleada en forma efectiva en la producción de compuestos fenólicos a partir de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus oligosporus* en la extracción de sus contenidos nativos y en la fabricación de polímeros biodegradables para empaques (Cañas et al., 2011).

2.2.3.2. Composición química y nutricional de la cáscara de piña

Tabla 3: Composición química de la cáscara de piña fresca

Humedad	91.30
Proteína	0.75
Fibra bruta	32.49
Cenizas	1.5
Carbohidratos	64.70

Fuente: (Cañas et al., 2011)

2.2.3.3. Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante en la cáscara de Piña

Según Contreras, (2016) el contenido de fenoles totales en la cascara de la variedad cayena liza se puede observar el valor 8.19 ± 0.00 mg EAG/100 g muestra original, siendo un promedio de las mediciones; mientras que el contenido de fenoles totales en la cascara de la variedad lorena se puede observar el valor 21.71 ± 0 mg EAG/100 g muestra original, siendo un promedio de las mediciones.

La cáscara corresponde al 19% de la fruta fresca (Alfaro et al., 1992). Este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, polímeros naturales presentes en los materiales vegetales (Sibaja, 1988). Se han encontrado elevados contenidos de fibra en algunas frutas tropicales como la piña (20%), en las cáscaras de piña se han encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociado a un elevado contenido de miricetina principal antioxidante encontrada en este subproducto. Zepeda et al., (2009), reportó un contenido en fibra de 44,92% en cáscaras de piña. La FD de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de fibra dietética, varios autores identificaron que los subproductos de la piña son buena fuente de fibra dietética (>20% FD total), al tener un alto grado de FDI. La FD de piña ha sido empleada en forma efectiva en la producción de compuestos fenólicos a partir de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus*

oligosporus en la extracción de sus contenidos nativos y en la fabricación de polímeros biodegradables para empaques (Cañas et al., 2011).

2.3. SECADO

2.3.1. Definición

El secado es una de las operaciones más antiguas usadas para conservar alimentos que ha dado lugar a productos secos tradicionales como carnes, pescados, frutas, quesos. En las últimas décadas "nuevos" productos llamados alimentos de humedad intermedia han tenido un éxito notable como el café soluble y las formulaciones deshidratadas para la preparación de puré de papa. El secado es una operación que interviene a nivel artesanal, agrícola e industrial. El secado es una operación en la cual se elimina parcial o totalmente, por evaporación, el agua de un sólido o un líquido. El producto final es siempre sólido lo cual diferencia el secado de la evaporación. En esta última, aunque hay eliminación de agua, se parte siempre de un líquido para obtener un concentrado líquido.

Los objetivos del secado básicamente son; conservar para prolongar vida de anaquel, reducción de peso y volumen para facilitar empaque y transporte; presentar alternativas de consumo (Lamarque, 2008)

2.3.2. Parámetros de Secado

Díaz (2009), considera que los parámetros que influyen en el proceso de secado son: la humedad relativa del aire, la temperatura del aire, la velocidad del aire, el contenido de humedad inicial, final, de equilibrio y crítico para un producto, a continuación, se detalla:

A. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

La humedad relativa del aire se define como la razón de la presión de vapor de agua presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. Generalmente, se expresa en porcentaje (%), a medida que se incrementa la temperatura del aire aumenta su capacidad de absorción de humedad y viceversa. 4 Cuando el aire contiene su máxima capacidad, se dice que se trata de un aire completamente saturado y por lo tanto incapaz de absorber más humedad, por el contrario, un aire no saturado tiene la posibilidad de absorber una cantidad determinada de humedad hasta lograr su saturación.

B. TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura del aire desempeña un papel importante en los procesos de secado. En forma general, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. En la práctica de secado, la elección de la temperatura se llevará a cabo tomando en consideración el producto que se vaya a someter al proceso. Existen diversos niveles de temperaturas que se mantienen durante el proceso de secado:

- ✓ Temperatura de bulbo seco: es aquella del ambiente, se mide con instrumentación ordinaria como por ejemplo un termómetro de mercurio.
- ✓ Temperatura de bulbo húmedo: es la temperatura de equilibrio que se alcanza cuando la mezcla de aire seco y vapor de agua pasa por un proceso de enfriamiento adiabático hasta llegar a la saturación.

C. VELOCIDAD DEL AIRE

La velocidad del aire de secado tiene como funciones principales, en primer lugar, transmitirle energía requerida para calentar el agua contenida en el material facilitando su evaporación, y en segundo lugar, transportar la humedad saliente del material hacia el exterior del secador. Durante las primeras etapas del secado, la velocidad del aire desempeña un papel muy importante, sobre todo cuando el material contiene un alto contenido de humedad. A mayor velocidad, mayor será la tasa de evaporación y menor el tiempo de secado y viceversa, si la velocidad del aire disminuye la tasa de evaporación disminuye y el tiempo de secado aumenta. Por tal razón, para asegurar un secado rápido y uniforme es indispensable tener una buena circulación del aire constante y regular. 5 En la práctica, la economía del proceso determina la velocidad del aire. Se utiliza velocidades mayores a 3 m/s solo en casos excepcionales (productos con alto contenido de humedad), pero en general, la velocidad se considera entre 0.2 y 3 m/s. En algunos casos, es recomendable utilizar velocidades de secado altas al inicio del proceso de secado, pero a medida que disminuye la humedad se sugiere disminuir la velocidad. Lo anterior es posible si se cuenta con extractores de velocidad variable

2.3.3. Cinética de Secado

La cinética de secado es evaluar controlando la pérdida de peso de una muestra en función del tiempo (Mendoza et al., 2014). Se usa frecuentemente para describir los mecanismos microscópicos y macroscópicos de transferencia de calor y masa durante el secado, y es afectada por las condiciones de secado, tipos de secador y características de los materiales a ser secados. Los modelos de cinética de secado son esenciales para el diseño de equipo, optimización de proceso y mejoramiento de la calidad del producto (Giri y Prasad, 2007). Los procesos de remoción de humedad y su dependencia en las variables de proceso se expresan en términos de cinética de secado, y por lo tanto, la determinación de la velocidad de secado (Guiné y Castro, 2002), es esencial para el desarrollo de modelos confiables del proceso (Kiranoudis et al., 1997). Las curvas de secado se representan de diferentes maneras como por ejemplo el contenido de humedad en función del tiempo, la velocidad del secado en función del tiempo o la velocidad del secado en función del contenido de humedad (Karin y Hawlader, 2005).

Un elemento fundamental en el proceso de secado es el estudio de la intensidad de la transferencia de masa en el mismo. Para esto es necesario conocer los elementos más útiles de la transferencia de calor y masa que funcionen en los secaderos de contacto directo. Según Madariaga (1995), esta depende de una serie de factores que van desde condiciones internas a externas.

- **Las condiciones externas:** Están definidas por la resistencia a la transferencia de calor y de masa de la capa límite del gas, y en el caso que predominen, el secado no dependerá de las características del

sólido sino de las condiciones del gas, y estará controlado por la transferencia de masa y calor entre el gas y la superficie del sólido, empleándose en la evaporación todo el calor que se recibe del gas, la cual se comporta como una superficie libre de agua.

- **Las condiciones internas:** Están definidas, por la transferencia de calor y de masa a través del sólido. En el caso que predominen, es decir, que la resistencia a la transferencia de masa a través del material sea muy superior a la de la capa límite del gas, la difusión interna controlará el proceso y lo más importante será las propiedades del sólido (Eugenio et al; 1996)

2.3.4. Curvas de Secado

El comportamiento de los sólidos en el secado es medido como la pérdida de humedad en función del tiempo.

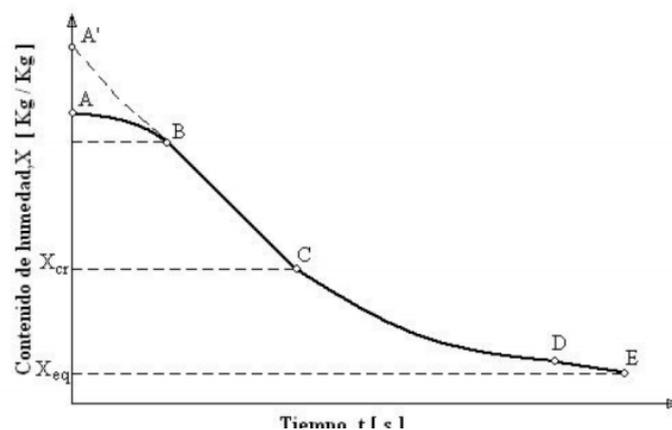


Figura 3: Curva de pérdida de humedad

Fuente: Geankoplis, 1998

El secado de un material se puede verificar haciendo uso de gráficos de perfiles de secado vs Tiempo de secado hallado experimentalmente como se observa en la Figura No.4. La velocidad del secado de una muestra se puede determinar haciendo uso de las siguientes metodologías.

- a. Por medio de una curva de contenido de humedad y tiempo de secado.
- b. Haciendo una curva de Velocidad (sacada por la diferencia del contenido de humedad de dos medidas dividido por el periodo de tiempo entre las éstas) vs contenido de humedad.



Figura 4: Perfil de secado de un sólido

Fuente: Geankoplis, 1998

- **Período de inducción inicial:**

Cuando un sólido se coloca en una estufa de secado, comienza a absorber calor e incrementa su temperatura hasta la fijada para el secado. A medida que la temperatura aumenta, la humedad se evapora y se empieza a enfriar el sólido. Posteriormente la velocidad de enfriamiento y calentamiento se igualan y la temperatura se estabiliza.

- **Período de velocidad constante:**

En el punto B la temperatura se estabilizará y permanecerá constante siempre y cuando haya una capa de humedad remanente en la superficie del sólido. Entre los puntos B y C la humedad de evaporación de la superficie se reemplaza por el agua de difusión del interior del sólido a una velocidad igual a la de evaporación, aquí la velocidad de secado/unidad de superficie es constante.

- **Período de decaimiento de velocidad:**

En el punto C, el agua de la superficie no se reemplazará más para mantener la capa. Pequeñas manchas empiezan a aparecer y la velocidad del secado comienza a decaer. A esto se le llama contenido de humedad crítica.

- **Contenido de humedad crítica:**

En el punto D conocido como segundo punto crítico, es el punto donde finaliza el periodo de velocidad constante. Aquí, el agua de superficie del sólido está totalmente evaporada y la velocidad de secado dependerá de la difusión de humedad a la superficie del sólido. Por lo anterior, este punto depende de la porosidad y del tamaño de partícula del sólido que se está secando. Entre los puntos D y E la velocidad de secado cae rápidamente y el periodo se denomina segundo periodo de disminución de velocidad. En el punto E la velocidad del secado es cero y comienza la humedad de equilibrio poniéndose el sólido en equilibrio con su ambiente externo (la temperatura y % de humedad es constante)

2.3.4.1. Curvas de régimen de secado.

Generalmente se pueden apreciar dos partes notorias de la curva de régimen de secado: un período de régimen constante y uno de caída de régimen como se

observa en la figura No 5, aunque teóricamente existen o se pueden apreciar tres etapas del proceso o períodos de secado. (Geankoplis, 1998)

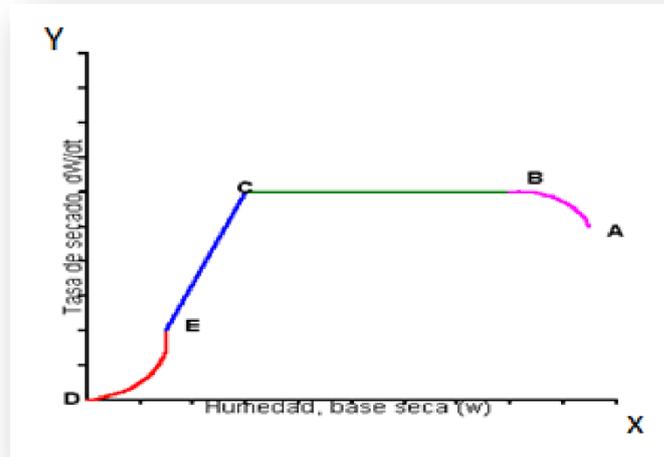


Figura 5: Curva de secado vs Humedad

Fuente: Geankoplis, 1998

Etapa A-B: Es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad ni por su cantidad. En esta etapa el sólido se calienta desde la temperatura ambiente hasta que se alcance el equilibrio entre el enfriamiento por evaporación y la absorción de calor de los gases. Este equilibrio se alcanza a la temperatura de bulbo húmedo del gas. (Geankoplis, 1998)

Etapa B-C: Es el llamado primer período de secado o período de velocidad de secado constante; donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. En este período el sólido tiene un comportamiento no higroscópico. La velocidad de secado se mantiene constante si el gas tiene un estado estacionario y en general depende solo de las propiedades y velocidad del mismo. Si durante el proceso, el gas se enfría, la velocidad de secado

decrece, pero sigue en esta zona dependiendo de factores externos al sólido. Durante este período la temperatura del sólido se mantiene igual a la de bulbo húmedo del gas, ya que se mantiene el equilibrio alcanzado al final de la etapa de calentamiento. (Geankoplis, 1998)

Etapa C-E: Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente; donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. En estas condiciones el sólido tiene un comportamiento higroscópico. Durante el período, la temperatura del material sobrepasa la de bulbo húmedo debido a que el descenso de la velocidad de secado rompe el equilibrio térmico que mantiene estable la temperatura y una parte considerable del calor se emplea en un calentamiento del sólido. Ahora la humedad deberá ser extraída del interior del material con el consiguiente incremento de la resistencia a la evaporación. (Geankoplis, 1998)

Este período de velocidad decreciente puede dividirse en dos partes, con diferentes comportamientos de la velocidad de secado, la cual decrece cada vez más al disminuir la humedad del sólido. Esto implica dos modelos de secado diferente en dicha zona. Un parámetro muy importante a determinar en los materiales a secar es la humedad a la cual se cambia del primero al segundo período, llamada humedad crítica. Esta depende del tipo del material y de la relación de secado en el primer período. La forma de la curva de secado en el segundo período varía en dependencia de las características del material a secar. Existen curvas típicas de cuerpos capilarporosos con grandes superficies específicas y de pequeñas superficies específicas, así como de cuerpos coloidales. (Geankoplis, 1998)

El método utilizado para el procesamiento de los datos experimentales y ajustar los modelos matemáticos de las curvas de secado, se basó en una ecuación cinética que permite describir todo el proceso de secado incluyendo ambos períodos, donde todos los parámetros de la ecuación se pueden determinar fácilmente a partir de la curva de secado y las condiciones límites.

2.3.4.2. Movimiento de la humedad dentro del sólido.

Cuando se produce la evaporación superficial, debe haber un movimiento de humedad desde las profundidades del sólido hacia la superficie. A continuación, se explicarán brevemente algunas de las teorías que se adelantaron para explicar el movimiento de la humedad y la relación de ésta con las curvas de régimen.

- **Difusión líquida:** Se puede producir la difusión de la humedad líquida debido a los gradientes de concentración entre las profundidades del sólido, donde la concentración es alta y la superficie donde ésta es baja.
- **Movimiento capilar:** La humedad no límite en sólidos granulares y porosos tales como arcillas, pigmentos de pinturas y otros semejantes, se traslada a través de capilares e intersticios de los sólidos mediante un mecanismo que implica tensión superficial. Los capilares se extienden desde pequeños receptáculos de humedad dentro del sólido hasta la superficie de secado. A medida que se lleva a cabo el secado, al principio la humedad se traslada por capilaridad hacia la superficie con suficiente rapidez, siendo constante el régimen de secado.

- **Difusión de vapor:** Especialmente si se suministra calor a una superficie de un sólido mientras en otra el secado continúa, se puede evaporar la humedad debajo de la superficie, difundiéndola hacia afuera como vapor. También se puede evaporar debajo de la superficie, las partículas de humedad existentes en sólidos granulares en forma aislada de la porción mayor de humedad que fluye a través de los capilares.
- **Presión:** Durante el secado debido a la concentración de las capas externas de un sólido, se puede compeler la humedad hacia la superficie. Usualmente solo podemos conjeturar sobre los mecanismos apropiados para cada sólido en particular, debiendo apoyarnos en el trabajo más o menos empírico de los regímenes experimentales de secado.

2.3.5. Secado por bandejas

Es un tipo de secado mediante la evaporación del agua de la superficie de un producto, traspasándola al aire circundante. El tiempo y/o la rapidez de este proceso va depender de varios factores como el aire (la velocidad con la que éste circule alrededor del producto, su grado de sequedad, etc.), y las características del producto (composición, contenido de humedad, tamaño de las partículas, etc.). (Keqing, X. 2014). El secador de bandeja por lo general consta de una cámara metálica rectangular que contiene unos soportes móviles sobre los que se apoyan unos bastidores. Cada bastidor contiene una cantidad de bandejas montadas unas sobre otras, que se cargan convenientemente un material apropiado.

El proceso consiste en circular aire caliente mediante las bandejas gracias a unos ventiladores acoplados al motor haciendo ingresar primero por un calentador formado por un haz de tubos por cuyo interior circula por lo general vapor de agua. Por un conducto de salida se evacua permanentemente aire húmedo y a través de la abertura de entrada ingresa aire fresco. Al final del proceso de secado, se retira de la cámara el conjunto de los bastidores para proceder a la descarga de producto seco y a una nueva carga, si se deseará volver a utilizar.

2.3.5.1.Ventajas:

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños entre 10 a 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 60 metros/min. Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos. La fuente energética de estos secadores puede ser de: vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el

producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes. (Beristain et al, 1990)

2.4. FILTRANTE

Productos filtrantes son aquellos materiales ricos en compuestos solubles que se encuentran en saquitos sellados de un papel poroso, llamado papel filtro, y de las cuales mediante un proceso lixiviación, en condiciones de operación adecuadas, se obtienen líquidos llamados tizana o infusión de interés sensorial o terapéutico (Millones et al,2014). Las hierbas aromáticas que son procesadas y empacadas en bolsitas filtrantes, reciben diversas denominaciones como: té herbales, hierbas filtrantes, aromáticas filtrantes, filtrante de infusiones, etc. Se ha pronunciado en lo siguiente: “Los tés herbales son parte de la tradición y cultura europea, su creciente popularidad se origina por un lado del reconocimiento tradicional de su valor como remedios domésticos, suaves para malestares menores y por otro lado, de una creciente 74 apreciación de la amplia variedad de sabores naturales y refrescantes que ellos ofrecen” (Millones et al, 2014). Es el producto constituido por las hojas secas de la hierba aromática envasado en bolsas filtrantes para su uso inmediato y que cumpla los requisitos de la norma. Se aceptan valores dentro del rango de 5-8% de humedad, en fibra sugiere como máximo 28%, es necesario controlar esta variable, porque productos con demasiada fibra tiende a ser muy pobres en esencias, lo que representa baja calidad. En el cuadro 5, se indican los requisitos que debe tener la hierba luisa y manzanilla como filtrantes para ser usados en infusión. Hay una tendencia mundial por consumir productos naturales. Con respecto al factor cultural, se menciona que el mercado peruano consume de estos

productos desde antes de la conquista española, donde consumían hierbas para tratar diferentes males, estos conocimientos se trasladaron de generación a generación y en la actualidad es un mercado abierto a este tipo de productos. En la actualidad hay una tendencia por consumir productos derivados de plantas medicinales o productos naturales, con la llegada del internet las personas cuentan con mayor información, sobre las ventajas de consumir de estos productos. (Cozar et al, 2011)

2.4.1. Material de empaque para filtrantes

2.4.1.1. Papel filtrante

El papel filtro son productos filtrantes, puede ser de dos tipos: papel no termosellable y papel termosellable (Millones et al, 2014).

- a)** Papel para bolsitas de Té regular-Ref-710 (plana): Es un papel a base de combinar la alta calidad de manila y otras fibras celulósicas las que proporcionan un sabor neutral, una infusión rápida y una excelente retención de las partículas de té, tiene una característica de un buen dobléz y un alto grado de resistencia a la humedad. Todos los materiales usados en la fabricación de este papel han sido aprobados por la entidad de los Estados Unidos “Food and Drug Administration” (Millones et al, 2014)
- b)** Papel para bolsitas de Té Termosellable-Ref-746 (plana): Papel mixto que incorpora una capa de alta calidad de manila hemp y otras fibras celulósicas además de una capa de fibra termoplástica, seleccionada para proporcionar y mejorar la fuerza del sellado bajo condiciones del agua hervida; esta cualidad proporciona un gusto completamente natural y una

excelente retención del polvo además de dar una buena infusión

(Millones et al, 2014)

- c) Papel para bolsitas de Té Regular-Ref-780 (plana): Papel a base de combinar la alta calidad del manila hemp y otras fibras celulósicas, las que proporcionan un sabor neutral, una infusión rápida y una excelente retención de las partículas de té. Como características posee un buen doblez y un alto grado de resistencia a la humedad (Millones et al, 2014)
- d) Papel para bolsitas de Té-Supersellable-Ref-784 (plana): Es un papel que consiste de una mezcla de fibras termoplásticas las cuales proporcionan una neutralidad absoluta en el gusto una rápida infusión y una buena retención de partículas de té. Con alta fuerza del sellado-humedad se obtiene una fuerza disponible en ninguna clase de papel para té, las bolsitas de té fabricadas con la referencia 784 pueden permanecer sumergidas en el agua hervida por horas (Millones et al, 2014)
- e) Papel para bolsitas de Té Termosellable-ref-785 (moldeado): Papel mixto moldeados que incorpora una capa de alta del manila hemp y otra de fibra celulósica, además de una capa de fibra termoplástica seleccionada para mejorar la fuerza del sellado bajo condiciones del agua hervida. Esta cualidad proporciona un gusto completamente neutral y una excelente retención del polvo y una buena infusión. (Millones et al, 2014)

2.5. POLIFENOLES TOTALES

2.5.1. Definición

Los polifenoles, son las sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilo, incluyendo derivados funcionales (ésteres, glucósidos, etc.). (Ruiz et al., 2010).

El ácido gálico es un ácido fenólico natural soluble en agua, se utiliza como estándar para curvas de calibración para cuantificar polifenoles totales, es decir, es un equivalente. Su lectura es generalmente en mg de ácido/100 gr o mL de muestra. Este ácido está presente en plantas frutas y verduras y se le atribuyen varios efectos biológicos como actividad antiinflamatoria, antioxidante y antibiótica. (Ruiz et al., 2010).

2.5.2. Fuente de Polifenoles

El consumo alimenticio de los compuestos fenólicos se ve afectado en gran medida por los hábitos y preferencias alimenticias de los individuos. La ingesta diaria promedio de polifenoles en la dieta es de aproximadamente 1g por persona; las principales fuentes son frutas y, en menor medida, legumbre, verduras y cereales (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

2.5.3. Método de Folin Ciocalteu

El procedimiento de Folin Ciocalteu, es uno de los métodos más antiguos, el reactivo consiste en mezclar tungstato y molibdato en un medio altamente alcalinas (en un pH > 10, ajustada con carbonato de sodio), donde ayuda a los fenoles a oxidarse, por medio de molibdotungstato, vira color azul porque es proporcional de la cantidad de fenoles presentes en la muestra, con un máximo

de absorbancia de 726 nm (Prior et al., 2005). El método de folin ciocalteu no está relacionado con la medición de actividad antioxidante. (Galili y Hovav, 2014).

En 1965, Singleton y Rossi perfeccionaron el procedimiento y probaron en vino el análisis de polifenoles totales, y a partir de ese día varias personas lo utilizan con sus respectivas modificaciones de acuerdo al alimento a analizar, desde entonces el ensayo ha encontrado variadas aplicaciones. (Huang et al., 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en:

- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo Agroindustrial de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

3.2. MATERIA PRIMA

Cáscara de Naranja

Para obtener la unidad experimental de cáscara de naranja, se aprovechó los residuos de cáscara de naranja procedentes de los diferentes puntos de ventas de jugos de naranja, los cuales utilizan la variedad VALENCIA

Cáscara de piña

Para obtener la unidad experimental de cáscara de piña se compró piña variedad TRUJILLANA procedente del valle de Santa y adquiridas en el mercado La Perla – Chimbote.

3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1. Reactivos e Insumos

- Solución de ácido oxálico al 0.5%.
- Folin – Ciocalteu. (FRC). Marca Merck.
- Ácido Gálico (ácido 3, 4, 5-trihidroxibenzoico). Marca Merck.
- Carbonato de Sodio (NaCO_3) 20%. Marca Merck.
- DPPH (2,2 – Difenil -1 – Picrihidracil). Marca: Merck.
- Trolox (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) Marca Merck.
- Metanol de grado HPLC. Marca Merck.
- Fenolftaleína.
- Agua destilada.

3.3.2. Materiales Complementarios

- Vasos de precipitado de 100 ml, 300 ml.
- Pipetas Graduadas de 5 y 10 ml.
- Fiolas de 10 ml, 50 ml y 10 ml.
- Viales marca Pirex
- Probetas de 20 – 50 ml marca Pirex

- Matracas Erlenmeyer de 100 - 250ml marca Pyrex
- Micropipetas: 10, 100 y 1000 uL.
- Pinzas de madera y de metal

3.3.3. Equipos

- Secador de bandejas modelo BT-10XL marca TORRH.
- Espectrofotómetro modelo V670 marca JASCO.
- Molino modelo M20 marca IKA WERKE
- Ultrasonido modelo 8892 marca CULE PARMER.
- Centrífuga Digital modelo SIGMA 2-1 GPK marca CENTURIÓN.
- Termo balanza modelo XM50 marca PRECISA.
- Estufa modelo SLN 115 marca POLEKO APARATURA.
- Balanza analítica modelo LX220A marca PRECISA.
- Mufla modelo 347034984 marca THERMOLYNE.
- Balanza Analítica. Mod. LX 220^a, Marca: Precisa.
- Tamizador Mod. AS 200, Marca Retsch.
- Potenciométrico. Mod. A211, Marca Orion Star.
- Refractómetro Digital. Mod. J157, Marca: Rudolph Research Analytical.

3.3.4. Otros materiales

- Papel Aluminio.
- Papel Toalla.

- Bolsas Ziploc
- Tablas de picar
- Cuchillo
- Marcador indeleble
- Cinta Masking Eape
- Papel filtro
- Bolsitas filtrantes

3.4. MÉTODOS

3.4.1. Método experimental

El desarrollo del método experimental se realizó en 2 etapas; la primera etapa consistió en la obtención de las harinas de cáscara de piña y naranja sometidas a diferentes temperaturas, la segunda etapa se llevó a cabo elaborando el filtrante con una formulación: 50%-50% de cáscara de naranja y piña respectivamente.

3.4.2. Elaboración del Filtrante

- Recepción de la Materia Prima

Se recepcionó 3 kg de cáscara de naranja y piña respectivamente, las cuales fueron sometidas a análisis fisicoquímicos.

- Selección

Se seleccionó la materia prima que está en condiciones óptimas de maduración y que no presente daños en la cáscara; para nuestro proceso

- Acondicionamiento de la materia prima

Se procedió a cortar las cáscaras de naranja y piña en trozos pequeños con una medida aproximada de 1 cm x 1 cm.

- **Limpieza y desinfección de la cáscara de naranja y piña**

Las cáscaras para el proceso, se lavaron y frotaron manualmente para eliminar residuos de tierra y otras partículas presentes en la superficie del fruto, luego se sumergieron por 5 minutos en agua clorada a 50 ppm con el fin de mantener la inocuidad de nuestro producto. Se secaron con toallas de papel absorbente y se pesaron.

- **Secado por bandejas de la cáscara de naranja y piña**

En el secado de la cáscara se utilizó un secador de bandeja. La carga será alrededor de 900 gr de trozos de cáscara de naranja y de piña por bandeja. Para una distribución uniforme de la misma, en el interior del secador hay 3 bandejas y se acomodaron 300 gramos de las cáscaras por cada bandeja, las cáscaras fueron secadas por separado.

- **Molienda y Tamizado**

Una vez deshidratadas las cáscaras de naranja y cáscara de piña a diferente temperatura de secado, se realizará la operación de molienda empleando un molino marca IKA WERKE, para obtener las harinas de ambas cáscaras. Las cuales luego fueron pasadas por un tamiz de 1 mm de diámetro.

- **Formulación**

Se mezclaron las dos harinas obtenidas con una formulación de 50,50 % del peso total.

- **Envasado del producto**

El envase del producto será una bolsa filtrante hecho de papel filtro a unas dimensiones de 5x5 cm y será sellado por acción del calor. Peso neto será de 3gr.

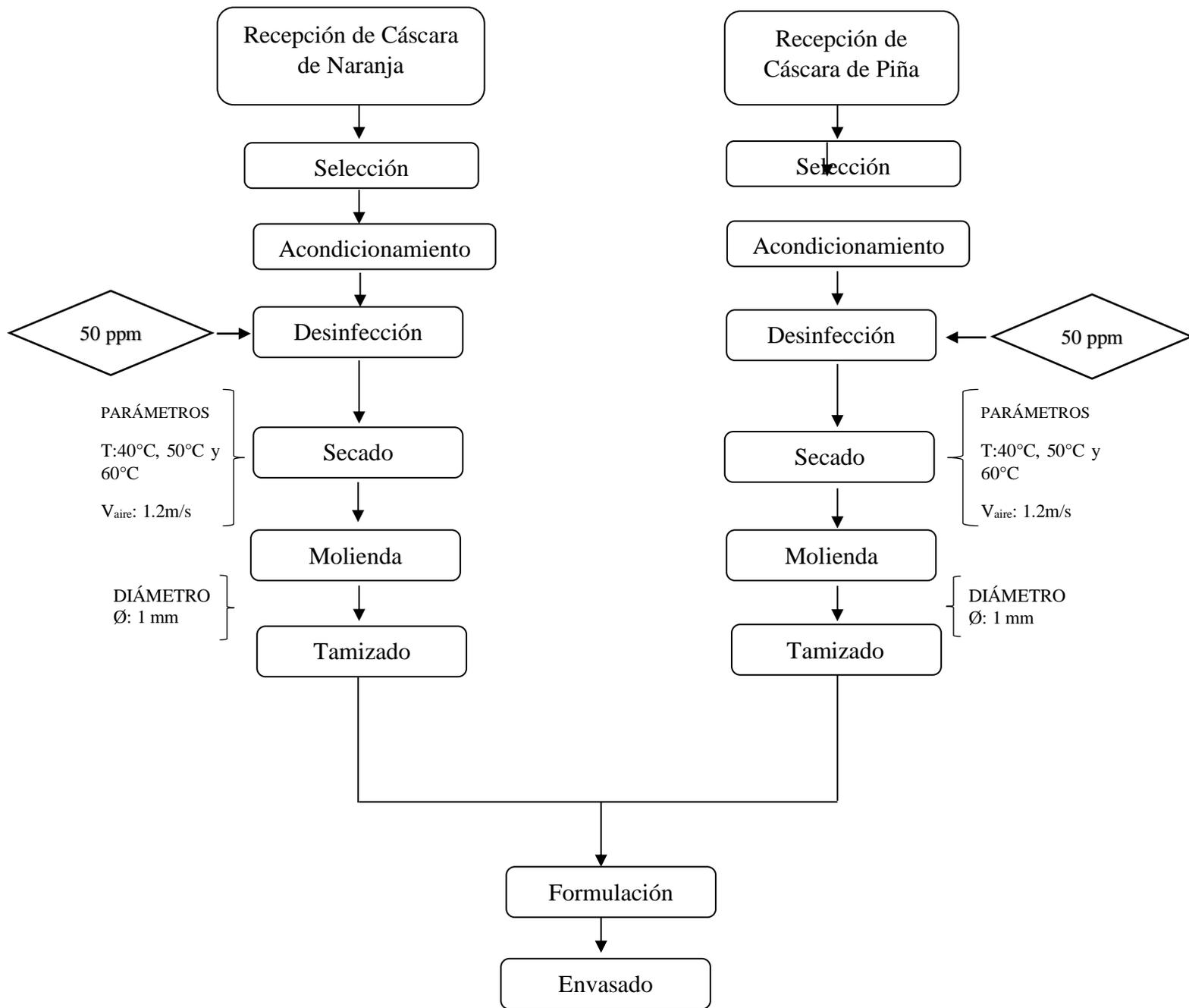


Figura 6: Elaboración de Filtrante

3.4.3. Diseño Experimental

Los datos fueron sometidos a un diseño aleatorizado completamente al azar, con una variable independiente (Temperatura de secado: 40, 50 y 60 °C) cada tratamiento se realizó por triplicado a los filtrantes.

Variable Independiente (Temperatura)	Variables Dependientes (Polifenoles Totales)		
	Repeticiones		
T1: 40 °C			
T2: 50 °C			
T3: 60 °C			

3.4.4. Métodos de Análisis

3.4.4.1. Caracterización de las materias primas

La caracterización se realizó a la cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) y cáscara de piña (*Ananas Comosus*) por separado.

A. Humedad: se determinó por secado y diferencia de pesos de acuerdo al método de la estufa 934.06 del AOAC (1996).

B. pH: se empleó el método potenciométrico 981.12 de la AOAC (2005).

C. Sólidos Solubles (°Brix): se realizó el método refractométrico 932.12 AOAC (1998)

D. Acidez Titulable: se determinó según el método 942.15 AOAC (1998).

E. Método de la determinación de Polifenoles Totales

Se utiliza el Método Folin- Ciocalteu. Singleton y Rossi, 1995, modificado por (Cárdenas, 2016). Se fundamenta en la propiedad que tienen los fenoles al reaccionar con los agentes oxidantes, este reactivo de Folin, contiene molibdato y tungstato sódico que, al reaccionar con los compuestos fenólicos, forman complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico. Cuando está en medio básico la transferencia de electrones logra reducir estos complejos a óxidos de tungsteno y molibdeno, cromógenos de color azul intenso que son proporcionales a la cantidad de grupos fenólicos presentes en las moléculas de interés.

Preparación de reactivos: Preparación de folin-ciocalteu (0.25N) con 1.25ml de folín comercial (2N) en una fiola de 10ml con agua

destilada. El carbonato de sodio (20%) con 2 gr de carbonato de sodio en una fiola de 10ml con agua destilada, y se somete a sonicación para completar la disolución. **Preparación de la curva patrón:** El ácido gálico (250ppm) con 25 mg de ácido gálico y se diluye en una fiola de 100 ml con agua destilada. Se prepara concentraciones de ácido gálico de 0, 20, 50, 100, 150, 200 ppm, en un volumen total de 1000uL con agua destilada. Para hacer la lectura de la muestra se toma 100uL de solución de ácido gálico 200uL de Folín, 300uL de Na₂CO₃ y 1400uL de agua destilada. Se lectura la absorbancia en un espectrofotómetro a 726 nm

F. Extracción para obtener las muestras para la determinación de Polifenoles Totales

Para obtener las muestras se utilizó el método de extracción con Metanol al 80%. Se pesó 2 gr de la muestra, se colocó en un matraz, previamente cubierto con papel aluminio para evitar el paso de luz y se aforaron a 10 ml de disolvente (Metanol al 80%). Se colocaron en tubos cónicos de 15ml y se cerró cuidadosamente y se agito por un tiempo de 15 min en el vortex. Acto seguido se colocó en ultrasonido por un tiempo de 10 min. Luego se procedió a centrifugar a 3500 rpm a un tiempo de 10 min. La parte líquida se colocó en un depósito oscuro y se almacena en refrigeración hasta la hora de los análisis.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA CASCARA DE NARANJA Y CASCARA DE PIÑA

Las cáscaras de naranja y piña fueron cortadas de tamaños similares para un buen resultado en los análisis posteriores.

Tabla 4: Caracterización Fisicoquímica de Cascara de Naranja y Piña

COMPONENTE	CASCARA DE NARANJA	CASCARA DE PIÑA
Humedad (%)	71 ± 0.01	80 ± 0.01
pH	3.05 ± 0.01	3.53 ± 0.01
Solidos Solubles (°Brix)	8.40 ± 0.26	12.73 ± 0.38
Acidez Titulable (% ac. Citrico)	0.11 ± 0.00	0.13 ± 0.00

La humedad reportada de cascara de naranja es de 71 % ± 0.009, dato que está muy alejado con lo reportado por (Domínguez, 2016) con 66.50 %, por el tipo de variedad que se ha estudiado, Asimismo; la cascara de piña presentó una humedad de 80 % ± 0.006 comparando con lo reportado por (Gutiérrez *et al.*, 2003) con 88.55% no es muy lejano a lo mencionado en esta investigación.

Según Ferhat *et al.*, (2006) reporto un resultado de pH de cascara de naranja de 3.93 dato que no está lejano con lo mencionado en esta investigación, análisis que indica el estado de madurez de la fruta. La cascara de piña presenta un pH de 3.53 ± 0.01 resultado que es alto a

comparación con lo reportado por (Salazar, 2014) y (Gutiérrez, 2003) con 3.30 y 3.29, respectivamente. También menciona García (2016) con un 3.7, esto se debe a que contiene ácidos débiles como describen Hajar *et al.*, (2012) como son el ácido cítrico y ácido málico, así como también, la presencia de sales (sodio, potasio y calcio).

Los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de la cascara de naranja y piña, se observa que hay una gran diferencia por ser fruta cítrica y tropical, respectivamente; reportando en cascara de naranja con 8.40 ± 0.27 y cascara de piña con 12.73 ± 0.38 , donde Montero-Calderón & Cerdas-Araya (2005) quienes mencionan que el porcentaje de sólidos solubles debe encontrarse entre 12 a 13° Brix.

Para el valor de acidez titulable (% ácido cítrico) de cascara de naranja y cascara de piña, se obtuvo 0.11 ± 0.00 y 0.13 ± 0.00 , respectivamente. Y según Ferhat *et al.*, (2006) la acidez titulable encontrado en la cascara de naranja es de 0.29 por la variedad y lugar de donde es la cascara, a diferencia con lo mencionado por García (2016) con un porcentaje de acidez de 1.78 la cual fue evaluado con respecto al ácido cítrico diferenciándose por haber trabajado con una variedad de piña diferente.

4.2. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN LA CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA

Se realizó el análisis de la cascara de piña y de naranja por triplicado, realizando el método de Folin Ciocalteu, los resultados se muestran en la Tabla (5)

Estos desechos (cascaras, bagazos, entre otros) son un agente problema para la contaminación ambiental, porque son desechados (Ajila *et al.*, 2007). Sin embargo, esto contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante (Rafiq *et al.*, 2016), esta representa una fuente de polifenoles totales. (Lagha-Benamrouche *et al.*, 2013)

Tabla 5: Resultados del Contenido de Polifenoles Totales en la Cascara de Piña y Naranja.

MATERIA PRIMA	POLIFENOLES TOTALES
	(mg EAG/ 100g)
Cascara de Naranja	0.98 ± 0.13
Cascara de Piña	0.47± 0.04

Los polifenoles son compuestos naturales con múltiples propiedades biológicas relacionadas con beneficios para la salud. (Lizárraga & Hernández, 2018). Debido a que los polifenoles pueden perder su funcionalidad por ser susceptibles al oxígeno, la temperatura, la luz, y además pueden interactuar con los nutrientes del alimento (proteínas, carbohidratos y lípidos).

- **En la Cascara de Naranja**

Estos residuos de cáscara de naranjas dulces y amargas, limones y mandarinas han probado ser fuente importante de ácidos fenólicos y flavonoides, principalmente polimetoxiflavonas (PMFs), flavanonas, y flavanonas glicosiladas (Wang et al., 2014)

Según Ordoñez *et al.*, (2018), el contenido de polifenoles totales en cascaras de naranja depende del tipo de variedad (*Washington Navel, Thomson Navel, Sanguinelli, Double fine, Portugaise, Jaffa, Bigarade*), en la cual mediante este estudio de investigación se encuentra dentro del rango de 9.608 – 31.623 mg AGE/100g, donde los resultados muestran que la cascara de naranja son ricos en compuestos fenólicos. Además, Rincón *et al.*, (2005) estudio la cascara de naranja, mandarina y toronja con 43.3, 76.4 y 51.1 mg AGE/ 100 g respectivamente, de procedencia de Venezuela mediante el método Folin-Ciocalteu, teniendo una variación con respecto a cantidades. Sin embargo, con los resultados obtenidos en esta investigación está muy lejano con lo reportado con los autores mencionados.

A diferencia de lo investigado por Li *et al.*, (2006), estudiaron las cascaras de 5 frutos cítricos diferentes (*limón Yen Ben, limón Meyer, pomelo, mandarina y naranja*) donde la toronja tuvo los polifenoles totales más altos con 161.60 mg AGE / 100 g cf, seguida de mandarina con 121.14 mg AGE / 100 g cf, Yen Ben limón con 118.95 mg AGE / 100 g cf, naranja con 73.59 mg AGE / 100 g cf y limón Meyer con 59.77 mg AGE / 100 g cf, teniendo en cuenta la preparación de la muestra, el tipo de disolvente y concentración que se utilizó, temperatura de

ultrasonido. Y llegaron a la conclusión que el mejor disolvente para la extracción era con etanol. Diferenciándose con esta investigación por lo utilizado que es el metanol al 80%. Obteniendo un resultado mucho menor por lo reportado de los autores mencionados.

- **En la Cascara de Piña**

Se obtuvo un contenido de 0.47 mg AGE/ 100g de polifenoles totales, dato similar con lo mencionado por Bosquet, (2006), el cual determino el contenido de compuestos fenólicos totales con un valor de 0,23 mg AGE/ 100g en la cáscara de piña.

Los datos reportados en esta investigación tienen se encuentran por debajo de los resultados de la investigación de (Albán et al., 2019), quien reportó que el contenido de polifenoles totales en la cáscara contiene un 40.9 mg AGE/100 g para la variedad Golden Sweet y 34.5 mg AGE/100 g para la variedad Cayena Lisa, mientras que según (Kuskoski *et al.*, 2005) reportó que la pulpa contiene un 21.7 mg AGE/100 g, y en otro estudio de (Zapata *et al.*, 2014) muestra resultados de 26.8 mg AGE/100 g dando un mejor contenido de polifenoles totales en la cáscara de la piña que en la pulpa, demostrando que existe mayor cantidad de polifenoles en la cáscara de cualquier fruta que en la porción comestible (Lizárraga et al., 2018). Ya que es una variedad de piña diferente.

4.3. OBTENCION DE LA HARINA DE CASCARA DE NARANJA Y CASCARA DE PIÑA A DIFERENTES TEMPERATURAS

La cáscara corresponde al 19% de la fruta fresca, este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, harinas naturales presentes en los materiales vegetales. (Chamba *et al.*, 2019).

4.3.1. PARÁMETROS DE SECADO

A. Cáscara de Naranja

Tabla 6: Parámetros de secado para la cáscara de naranja

CONDICION DE SECADO	VELOCIDAD DE SECADO (Kg/Hm ²)	HUMEDAD CRÍTICA (Kgagua/KgMseca)	HUMEDAD EN EQUILIBRIO (Kgagua/KgMseca)
40 °C	0.2312	0.1660	0.0223
50 °C	0.2446	1.9508	0.02839
60 °C	0.2416	1.9508	0.0291

B. Cáscara de piña

Tabla 7: Parámetros de secado para la cáscara de piña

CONDICION DE SECADO	VELOCIDAD DE SECADO (Kg/Hm ²)	HUMEDAD CRÍTICA (Kgagua/KgMseca)	HUMEDAD EN EQUILIBRIO (Kgagua/KgMseca)
40 °C	0.1976	3.4612	0.0129
50 °C	0.2046	2.7544	0.0574
60 °C	0.1906	2.4444	0.03985

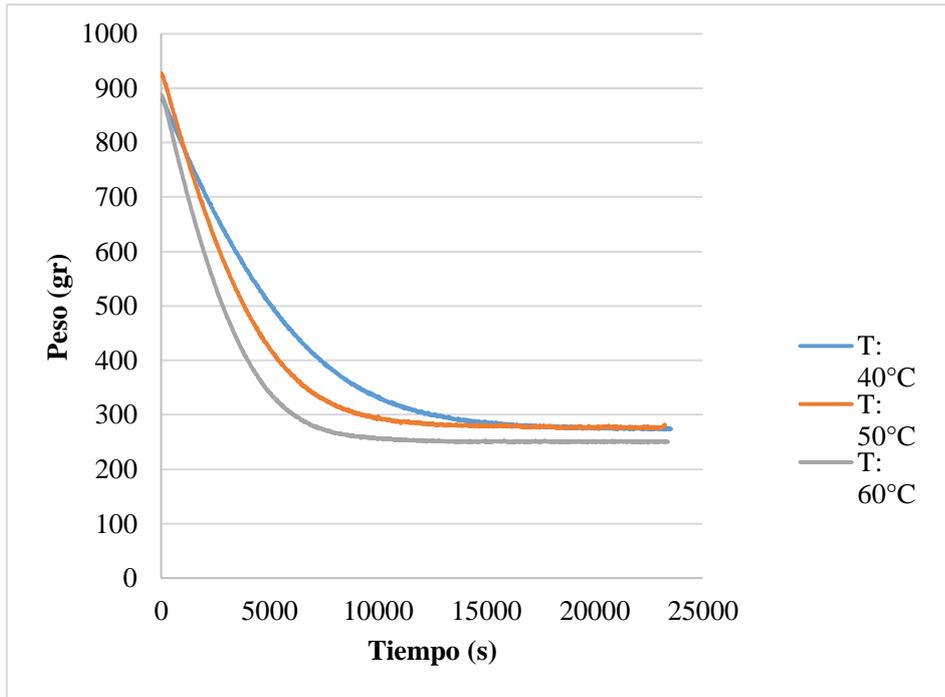


Figura 7: Curva de secado de cáscara de naranja

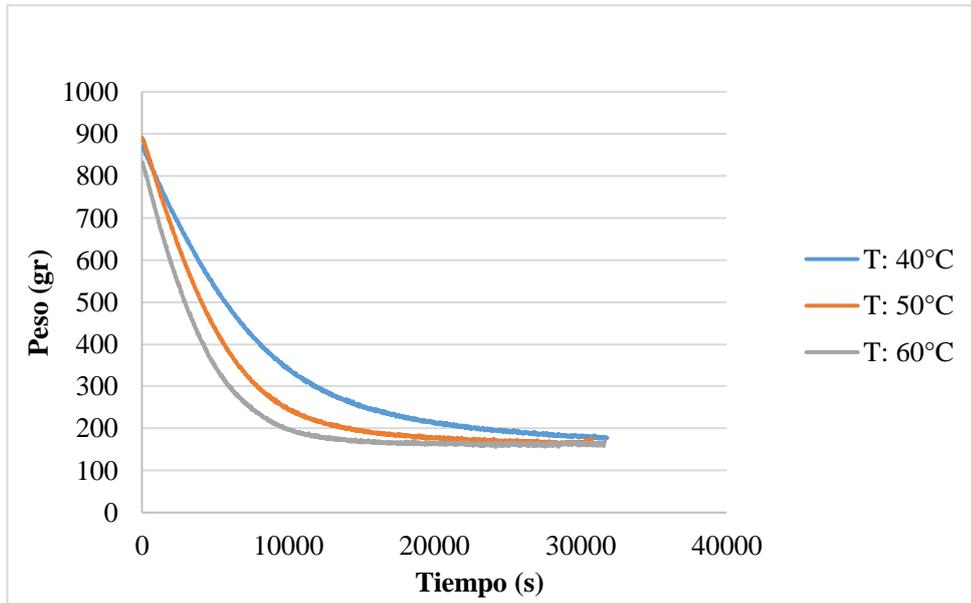


Figura 8: Curva de secado de cáscara de piña

En la Figura 7 y 8 se muestran las curvas de secado de cascara de naranja y piña respectivamente a temperatura de 40, 50 y 60 °C mediante el método de secado en bandejas manteniendo un peso final constante.

Se observó que en la curva de velocidad de secado la temperatura influyo cuando mayor fue la temperatura de secado. De las tres temperaturas (40, 50 y 60°C) es decir, cuando la temperatura es menor el tiempo de secado es mayor, es decir 40°C a un tiempo de 31840 s (8.84 h) mientras que la temperatura de 60°C el tiempo de secado fue 30820 s (8.56 h) en la cascara de piña.

Y en la cascara de naranja la temperatura de 40°C se obtuvo un mayor tiempo de secado de 23540 s (6.54 h) mientras que en la temperatura de 50 y 60°C se obtuvo un tiempo de secado de 23260 s (6.46 h) y 23400 s (6.5 h), respectivamente. Sin embargo, teniendo en cuenta que el tiempo de secado de la cascara de piña y de naranja se diferencia porque la piña contiene un 90% de agua en la cascara a diferencia de la de naranja.

4.3.2. Contenido de polifenoles totales en harinas de cascara de naranja y cáscara de piña tratadas a 40, 50 y 60°C

A. Contenido de Polifenoles totales en harina de cáscara de naranja tratada a 40, 50 y 60 °C

Para el contenido de polifenoles totales presente en la cascara de naranja secadas a diferentes temperaturas, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un $P < 0,05$ y nivel de confianza del 95%, por tanto, es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 8: Contenido de polifenoles en la harina de cascara de naranja (Citrus Sinensis) evaluadas a Temperaturas de 40, 50 y 60 °C

Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (40°C)	1,3550	1,6519	1,6467
T2 (50°C)	1,0938	1,0382	1,0911
T3 (60°C)	1,0278	1,0260	1,0269

Tabla 9: Análisis de Varianza para Polifenoles en la harina de cascara de naranja tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,504514	2	0,252257	23,00	0,0064
B:BLOQUE	0,0158582	2	0,0079291	0,72	0,5394
RESIDUOS	0,0438643	4	0,0109661		
TOTAL (CORREGIDO)	0,564236	8			

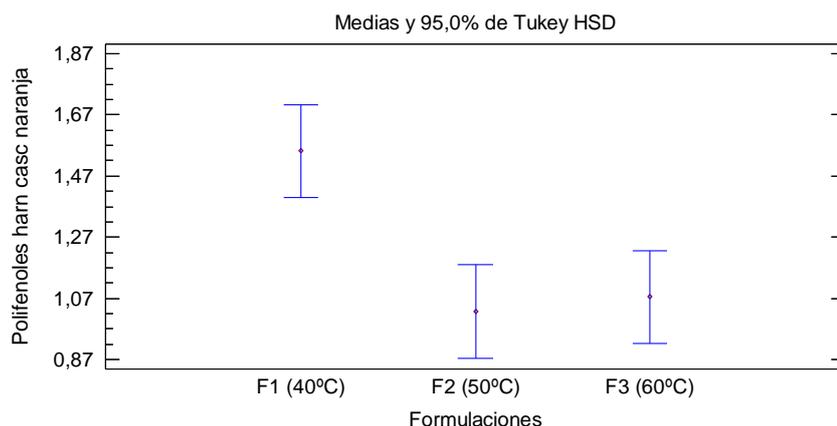


Figura 9: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en harinas de cáscara de naranja tratadas a 40, 50 y 60 °C

Como podemos observar, hay diferencia significativa entre los tratamientos arrojando un $p=0.0064$.

El mejor valor de la media se obtuvo a la temperatura de 40 °C, con un valor de 1.5512 g EAG/ 100 g, el cual nos indica que a la temperatura de 40°C el contenido de polifenoles es mayor a diferencia de la temperatura de 50 °C y 60°C los cuales arrojaron una media de 1.07437 g EAG/ 100 g y 1.0269 g EAG/ 100 g. El secado a 40 °C influye positivamente en el contenido de polifenoles totales en la cáscara de naranja.

B. Contenido de Polifenoles totales en harina de cáscara de piña tratada a 40, 50 y 60 °C

Para el contenido de polifenoles totales presente en la cascara de piña secadas a diferentes temperaturas, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un $P < 0,05$ y nivel de confianza del 95%, por tanto, es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 10: Contenido de polifenoles en la harina de cascara de piña (Ananas Comosus) evaluadas a Temperaturas de 40, 50 y 60°C

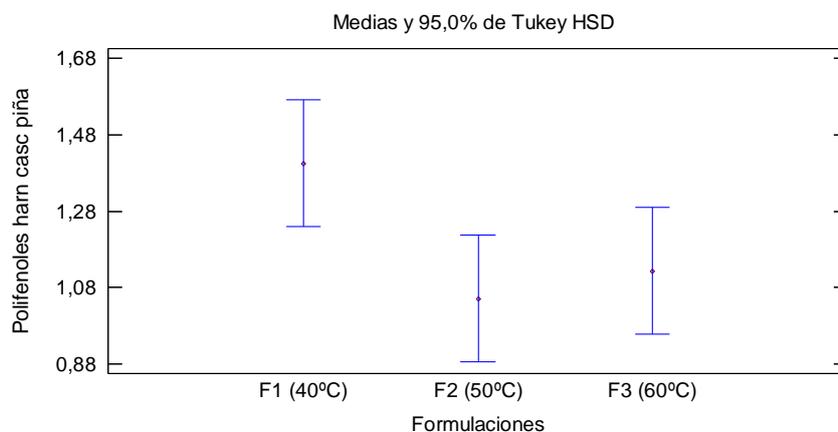
Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
T1 (40°C)	2,1372	1,0061	1,0712
T2 (50°C)	1,6259	0,8746	0,8715
T3 (60°C)	1,5642	0,7969	0,7930

Tabla 11: Análisis de Varianza para Polifenoles en la harina de cascara de piña tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0,209082	2	0,104541	8,00	0,0400
B:BLOQUE	1,52674	2	0,763371	58,40	0,0011
RESIDUOS	0,0522835	4	0,0130709		
TOTAL (CORREGIDO)	1,78811	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Figura 10: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en harinas de cáscara de piña tratadas a 40, 50 y 60 °C



Como podemos observar, hay diferencia significativa entre los tratamientos arrojando un $p=0.0400$.

El mejor valor de la media se obtuvo a la temperatura de 40 °C, con un valor de 1,40483 g EAG/ 100 g, el cual nos indica que a la temperatura de 40°C el contenido de polifenoles es mayor a diferencia de la temperatura de 50 °C y 60°C los cuales arrojaron una media de 1.124 g EAG/ 100 g y 1.05137 g EAG/ 100 g. El secado a 40 °C influye positivamente en el contenido de polifenoles totales en la cáscara de piña.

4.4. ANALISIS FISICOQUIMICOS

Se presenta los resultados de los análisis fisicoquímicos de la cascara de naranja y piña después del secado a tres condiciones de secado (temperatura de 40, 50 y 60 °C).

4.4.1. HUMEDAD

El contenido de humedad es un valor que influye en las características composicionales, depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a los cuales se sometieron durante su procesamiento (Cruz, 2002).

Tabla 12: Humedad de la cascara de naranja y piña después del secado

CONDICION DE SECADO (°C)	HUMEDAD	
	CASCARA DE NARANJA	CASCARA DE PIÑA
40 °C	10.79 ± 0.25	10.11 ± 0.18
50°C	10.04 ± 0.19	10.85 ± 0.23
60°C	10.42 ± 0.30	9.92 ± 0.16

En la tabla 12 se muestran los resultados de humedad obtenidos de la cascara de naranja y piña después del proceso de secado. Se presentó un porcentaje de humedad promedio mayor en la cascara de naranja de 10.79% para temperatura de 40°C mientras tanto en la cascara de piña se obtuvo un promedio de humedad mayor en la temperatura de secado de 50°C con 10.85 %. Sin embargo, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las condiciones de secado (40, 50 y 60 °C) lo cual se relación con el contenido de humedad de las cascaras de naranja y piña.

Según García (2003), las cascaras de piña y mango presentaron diferencias significativas en el contenido de humedad con valores de 9.84 y 6.72%, respectivamente. Utilizando como método de deshidratación una estufa Memmert a 60°C durante 24 horas, para las cascaras utilizadas. A diferencia del método de secado por estufa a 105°C durante 24 horas, donde el contenido de humedad de la muestra de la cascara de piña fue de 12.5% (Toledo, 2009).

Hoy en día hay diversos tipos de secados que influyen en las características del producto deshidratado, según Andrade y Betancourt, (2013) utilizaron dos fases del proceso de osmodeshidratación en cascara de piña en la primera fase a una temperatura de 20°C por un tiempo de 4 horas y en la segunda fase mediante un secado con aire en un horno de bandeja a 75°C por 6 horas obteniendo un porcentaje final de 4.3 %, dato reportado por lo bajo en esta investigación.

4.4.2. ACTIVIDAD DE AGUA

El secado es un método clásico para conservar alimentos que incrementa la estabilidad de los mismos porque reduce su actividad de agua, limitando así la actividad microbiológica y los cambios físicos y químicos que se producen durante el almacenamiento. (Mayor et al., 2004).

Hay que tener en cuenta que, a menor humedad en el producto, existe menor actividad de agua y por ende se obtiene una mayor seguridad en la conservación. (Cedeño et al., 2014).

Tabla 13: Actividad de agua de la cascara de naranja y piña sometidas a diferentes temperaturas de secado

CONDICION DE SECADO (°C)	ACTIVIDAD DE AGUA (a_w)	
	CASCARA DE NARANJA	CASCARA DE PIÑA
40 °C	0.45 ± 0.03	0.61 ± 0.02
50°C	0.41 ± 0.01	0.47 ± 0.03
60°C	0.34 ± 0.04	0.36 ± 0.02

La actividad de agua (a_w), siendo menor de 0.45 en cascara de naranja y 0.61 en cascara de piña en la investigación reportado en esta investigación indica que las condiciones es decir que la temperatura utilizada (40, 50 y 60 °C) porque nos permitió obtener un producto deshidratado con buenas características para un buen almacenamiento,

Según Sema *et al.*, (2015), liofilizó la cascara de mango obteniendo como resultado una actividad de agua de 0.37 mencionando que los alimentos con a_w inferiores a 0.4 son seguros en el almacenamiento contra microorganismos y reacciones de oxidación, hidrolíticas y actividad enzimática. (Sing *et al.*, 1993). Y según Ross (2014) la disminución de la actividad de agua es directamente proporcional en la disminución de la actividad microbiana.

4.5. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN EL FILTRANTE E INFUSION ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA.

Al ser consumidas en fresco o procesadas, por lo general se desecha su cáscara; pero hoy se sabe que la cáscara de cualquier fruta contiene más polifenoles totales que la porción comestible. Esto ha llevado a buscar fuentes vegetales de bajo costo como son los residuos agroindustriales para evaluar su uso como fuente de polifenoles totales con aplicación potencial (Lizarraga *et al.*, 2018).

Según Randhier *et al.*, (2008) indica que los compuestos fenólicos aumentan de manera efectiva cuando la temperatura se encuentra entre 60 y 80°C, y cuando excede los 100°C se produce una pérdida debido a su descomposición por efecto del calor.

4.5.1. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN EL FILTRANTE.

En la Tabla 14, se muestra el contenido de polifenoles totales en los filtrantes por efecto de temperaturas (40,50 y 60°C) mediante secado de bandejas, donde las cascaras obtenidas (Filtrante) presentan valores más elevados con respecto a las cascaras de naranja y piña en fresco con 0.98 y 0.47 mg AGE/100g, respectivamente (Tabla 5). Lo mencionado por (Benites *et al.*, 2011), indica que esto se debe a que hay un aumento en la concentración de metabolitos secundarios al disminuir la cantidad de agua presente en las cascaras y gracias a eso aumentan su biodisponibilidad. Donde la mayor concentración de polifenoles totales se encuentra presenta en el filtrante del secado a una temperatura de 40°C con 1.28 mg AGE/100 g.

Sin embargo, comparando las muestras de cascarilla de Tingo María donde presento el contenido de polifenoles de 2,67 mg AGE/100g. Además, según Elba *et al.*, (2014), reportaron valores de 2.40-2, 51 mg AGE/100g de cascarilla de cacao venezolano como materia prima para infusiones y relacionando con los resultados en esta investigación se puede concluir que el contenido de polifenoles totales de la cascarilla de cacao es mayor a comparación con lo mencionando con los dos autores mencionados anteriormente.

Para el contenido de polifenoles totales presente en la cascara de naranja secadas a diferentes temperaturas, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un $P < 0,05$ y nivel de confianza del 95%, por tanto es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 14: Contenido de polifenoles en filtrantes a base de harina de cascara de naranja (*Citrus Sinensis*) y cascara de piña (*Ananas Comosus*) tratadas a T° de 40, 50 y 60°C

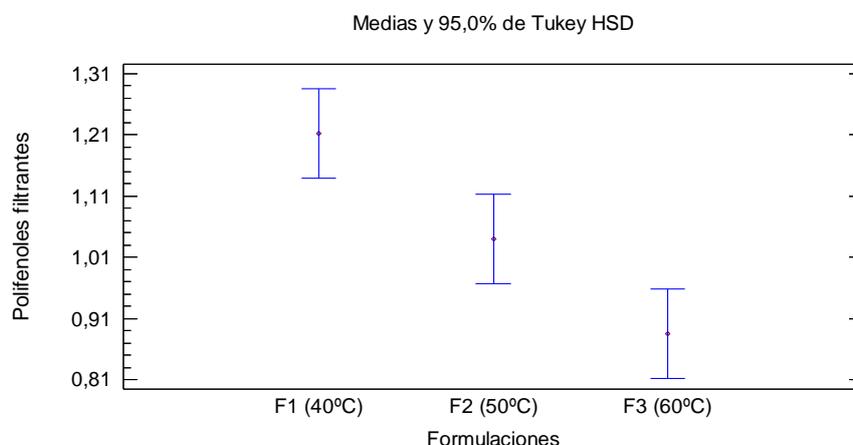
Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
F1 (40°C)	1,4774	1,0807	1,0786
F2 (50°C)	1,3203	0,8991	0,8994
F3 (60°C)	1,0590	0,7982	0,7999

Tabla 15: Análisis de Varianza para Polifenoles en filtrantes a base de harina de cascara de naranja (*Citrus Sinensis*) y cascara de piña (*Ananas Comosus*) tratadas a T°s de 40, 50 y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Formulaciones	0,160111	2	0,0800557	31,67	0,0035
B:BLOQUE	0,2586	2	0,1293	51,15	0,0014
RESIDUOS	0,0101115	4	0,00252786		
TOTAL (CORREGIDO)	0,428823	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Figura 11: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en Filtrantea base de harinas de cáscara de naranja y piña tratadas a 40, 50 y 60 °C



Como podemos observar, hay diferencia significativa entre los tratamientos arrojando un $p=0.0035$.

El mejor valor de la media se obtuvo a la temperatura de 40 °C, con un valor de 1.21223 g EAG/ 100 g, el cual nos indica que a la temperatura de 40°C el contenido de polifenoles es mayor a diferencia de la temperatura de 50 °C y 60°C los cuales arrojaron una media de 1.0396 g EAG/ 100 g y 0.8857 g EAG/ 100 g. La formulación con las harinas de 40 °C contiene el mayor contenido de polifenoles totales.

4.6. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN LA INFUSION

Se considera que una infusión es el producto líquido que se obtiene al extraer, de las sustancias orgánicas, las partes solubles mediante agua caliente. La infusión o tizana consiste entonces en poner una porción de materia seca en una taza sobre la cual se vierte agua hirviendo, que luego se tapa y se deja reposar por unos 5 o 10 minutos (Cozar y Mucha, 2011).

Se muestra en la Tabla 16, que las infusiones presentan una concentración alta de polifenoles totales; las cuales fueron elaboradas con agua caliente hirviendo para las tres temperaturas utilizadas, presentando un contenido de polifenoles totales similares entre sí, pero sobresaliendo con resultados muy elevados a comparación en el contenido de polifenoles de cascara de naranja y piña en fresco y de los filtrantes elaborados a diferentes temperaturas, debido a la solubilidad en agua de polifenoles totales que permiten que ciertos compuestos permanezcan en la cascara tamizada y lo restante se transfiere mediante el agua hirviendo en infusión. (Arranz, 2010)

Para el contenido de polifenoles totales presente en las infusiones tratadas a diferentes temperaturas, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un $P < 0,05$ y nivel de confianza del 95%, por tanto es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 16: Contenido de polifenoles en infusiones de los filtrantes a base de harina de cascara de naranja y cascara de piña tratadas a T°s de 40, 50 y 60°C

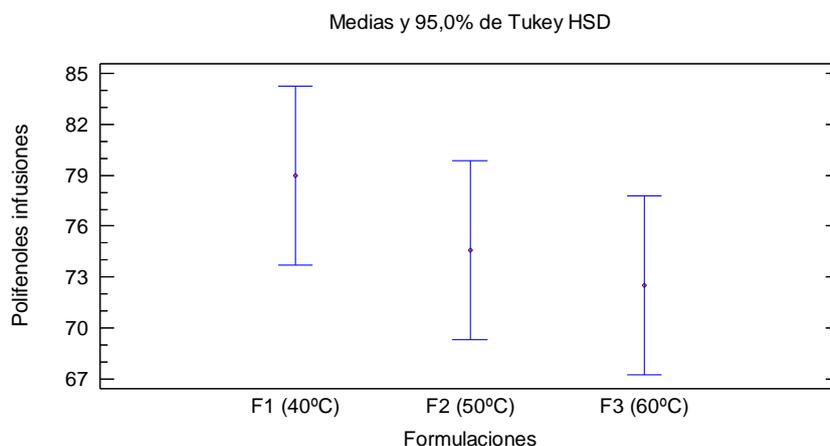
Tratamientos	REPETICIONES		
	I	II	III
F1 (40°C)	81,6732	82,5521	72,6671
F2 (50°C)	71,9184	76,0200	75,7813
F3 (60°C)	71,3216	73,5460	72,6671

Tabla 17: Análisis de Varianza para Polifenoles en las infusiones de las formulaciones a base de harina de cascara de naranja y piña (F1, F2 y F3) tratadas a 40°C, 50°C y 60°C - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Formulaciones	65,1661	2	32,583	2,50	0,1976
B:BLOQUE	20,8211	2	10,4106	0,80	0,5108
RESIDUOS	52,155	4	13,0387		
TOTAL (CORREGIDO)	138,142	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Figura 12: Grafico de medias del Contenido de polifenoles totales en Infusión a base de harinas de cáscara de naranja y piña tratadas a 40, 50 y 60 °C



Como podemos observar, no hay diferencia significativa entre los tratamientos arrojando un $p=0.1973$.

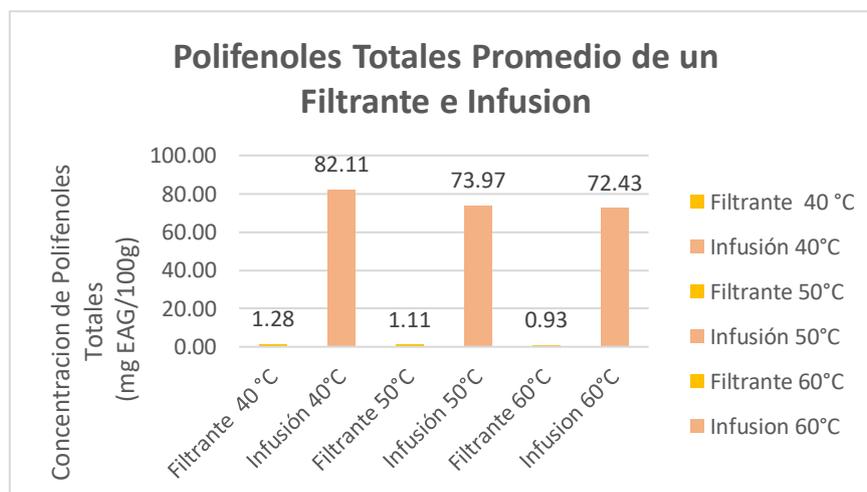
Los valores de la media fueron los siguientes: a la temperatura de 40 °C, con un valor de 78.9641 g EAG/ 100 g, a 50 °C con un valor de 74.5732 g EAG/ 100 g y 60°C con un valor de 72,5116 g EAG/ 100 g, lo cual indica que el contenido de polifenoles no varía de manera significativa en ninguno de los 3 tratamientos

de las infusiones del filtrante de cáscara de naranja (*Citrus Sinensi*) y cascara de piña (*Ananas Comosus*)

Según Muñoz *et al.*, (2012), hizo una comparación de compuestos fenólicos de infusiones herbales comerciales de manzanilla, limón, hierba buena, árnica, boldo y té verde obteniendo como resultados 6.92 mg AGE/100g, 7.56 mg AGE/100g, 23.18 mg AGE/100g, 17.33 mg AGE/100g, 31.27 mg AGE/100g y 162.80 mg AGE/100g, respectivamente. Al relacionar los resultados con los de esta investigación se puede observar que las cascara de frutas contienen mayor contenido de polifenoles totales.

Hicieron un estudio de dos infusiones de frutos amarillos (mango, naranja, piña y maracuyá) y frutos rojos (fresa, cereza, grosella y frambuesa) reportando valores de 17.38 y 50.52 mg AGE/100g, respectivamente, (Valera, 2011). Indicando que las infusiones de cascara de fruta cítrica y tropical contiene polifenoles totales similares a infusiones comerciales.

Figura 13: Contenido de polifenoles Totales en las muestras de Filtrantes e infusiones a diferentes temperaturas



V. CONCLUSIONES

- La hipótesis que se planteó al iniciar esta investigación, es que a una temperatura de secado de 60 °C se obtiene un mayor contenido de polifenoles totales en un filtrante elaborado a base de cáscara de naranja y piña respectivamente, no ha sido aceptada. En los resultados obtenidos se observa que a la temperatura de secado de 60°C el contenido de polifenoles es menor con respecto a 40 y 50°C; esto debido a que los procesos de secado a temperaturas mayores destruyen algunos compuestos fenólicos y además los polifenoles totales son sensibles al calor.
- Se encontró una regularidad en el aumento de polifenoles totales, para todos los tratamientos, donde los filtrantes obtenidos a diferentes condiciones de secado presentan valores más elevados con respecto a las cáscaras de naranja y piña en fresco, este comportamiento se debe a que hay un aumento en la concentración de metabolitos secundarios al disminuir la cantidad de agua presente en las cáscaras y por tanto aumentan su biodisponibilidad. La mayor concentración de polifenoles se presenta en la condición de secado a 40°C, la cual presenta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto a las otras muestras.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar otros métodos de secado y extracción de polifenoles.
- Evaluar cascaras de otro tipo de frutas como por ejemplo la uva, mango, palta con el fin de tener alternativas que generen valor agregado y disminución de residuos agroindustriales para el cuidado del medio ambiente.
- Realizar este estudio en productos similares que ya se encuentran en el mercado como los téis verdes, negros, etc.

VII. REERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ✓ Ajila, C. M., Naidu, K. A., Bhat, S. G., & Rao, U. P. (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food chemistry*, 105(3), 982-988.
- ✓ Albán Zambrano, P. A., & Fuentes Merchan, V. M. (2019). *Polifenoles totales y actividad antioxidante en la cáscara de piña (Ananas comosus, L. Merrill) en dos variedades (Golden Sweet y Cayena Lisa)* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- ✓ Alfaro, R., & Rodríguez, J. J. (1992). Impacto ambiental de los desechos agroindustriales (café, piña y palma africana). *Informe Anual*.
- ✓ Alvarez Bazurto, G. A., & Ortiz Paredes, S. M. (2016). *Aprovechamiento de los residuos Agrícolas de la Piña ANANAS COMOSUS para la obtención de una bebida fermentada y papel artesanal* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química).
- ✓ Anagnostopoulou, M. A., Kefalas, P., Papageorgiou, V. P., Assimopoulou, A. N., & Boskou, D. (2006). Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). *Food chemistry*, 94(1), 19-25.
- ✓ ASAE (2002). ASAE Standards, 40th ed. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.
- ✓ Beristain, C. I., Azuara, E., Cortes, R., & Garcia, H. S. (1990). Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. *International Journal of Food Science & Technology*, 25(5), 576-582.
- ✓ Bosquet, L. G. (2006). Exposición solar: Beneficios, riesgos y prevención. *Offarm: farmacia y sociedad*, 25(5), 48-54.

- ✓ Casas, N., Díaz, N., & Rodríguez, C. (2016). Utilización De Cáscaras De Mango (Mangifera Indica L.) Deshidratadas En La Elaboración De Infusiones Aromáticas. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S325-S328.
- ✓ Cañas, Z; Restrepo, D; Cortés, M. 2011. Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Fac. Nal. Agr. Medellín*. Formato PDF. (En línea) Consultado, 8 jul. 2012. Disponible en <http://www.agro.unalmed.edu>.
- ✓ Cedeño Reyes, J. L., & Zambrano Delgado, J. B. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas* (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
- ✓ Chamba Cumbicos, L. T., Chávez, N., & Lizeth, T. (2019). *Aplicación de un recubrimiento a base de cáscara de piña (ananas comosus) y aceite esencial de semilla de aguacate (persea americana) para conservar queso fresco* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2019).
- ✓ Cheng, Z., Moore, J., y Yu, L. (2006). High-throughput relative DPPH radical scavenging capacity assay. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20), 7429-7436.
- ✓ Cozar Basualdo, A. G., & Mucha Oscanoa, L. A. (2011). Elaboración y caracterización química y organoleptica de un filtrante de maca (lepidium peruvianum chacón) con cáscara de naranja (citrus aurantium).
- ✓ Contreras Tamani, J. D., & Tamani Murayari, L. (2016). Evaluación de la composición bromatológica y su capacidad antioxidante de la Ananas comosus (piña) en las variedades de Cayena Liza y Lorenza.

- ✓ Cruz, M. (2002). Caracterización fisicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*). *México: Facultad de Ingeniería Química Universidad Autónoma de Yucatán p156*.
- ✓ Díaz, F. (2009). Estudio del proceso de secado en una columna de charolas. Tesis de maestría en Ciencias. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Departamento de Ingeniería Mecánica. Cuernavaca, Morelos, México.
- ✓ Domínguez, M. T. (2016). Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 419-431.
- ✓ Espachs-Barroso, A., Soliva-Fortuny, R. C., & Martín-Belloso, O. (2005). A natural clouding agent from orange peels obtained using polygalacturonase and cellulase. *Food chemistry*, 92(1), 55-61.
- ✓ Eugenio, G., & Rivera, R. (1996). Desarrollo de tecnología en el secado de oca (*Oxalis tuberosa*) para utilizarla como conservas alimenticias. *Ambato. Tesis Ing. Alim. UTA*.
- ✓ Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Smadja, J., & Chemat, F. (2006). An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *Journal of Chromatography A*, 1112(1-2), 121-126.
- ✓ Fontella, F. U., Siqueira, I. R., Vasconcellos, A. P. S., Tabajara, A. S., Netto, C. A., y Dalmaz, C. (2005). Repeated restraint stress induces oxidative damage in rat hippocampus. *Neurochemical research*, 30(1), 105-111.

- ✓ Fukumoto, L. R., y Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(8), 3597-3604.
- ✓ Galili, S., y Hovav, R. (2014). Determination of polyphenols, flavonoids, and antioxidant capacity in dry seeds. In *Polyphenols in Plants* (pp. 305-323).
- ✓ García Corrales, C. (2016). *Caracterización de parámetros de calidad de salchichas tipo frankfurt adicionadas con Compuestos funcionales a partir de la cáscara de piña (ananás comosus var. Esmeralda)* (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- ✓ García, I. (2003). *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos de mango criollo (Mangifera indica) y su incorporación en galletas* (Doctoral dissertation, Tesis] Huajuapán de León,(Oaxaca). Universidad Tecnológica de la Mixteca).
- ✓ Geankoplis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias. 3ª. Edición. CECSA. México. p, 545.*
- ✓ Ghasemi, K., Ghasemi, Y., & Ebrahimzadeh, M. A. (2009). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pak J Pharm Sci*, 22(3), 277-281.
- ✓ Gorinstein, S., Haruenkit, R., Poovarodom, S., Vearasilp, S., Ruamsuke, P., Namiesnik, J., y Sheng, G. P. (2010). Some analytical assays for the determination of bioactivity of exotic fruits. *Phytochemical Analysis*, 21(4), 355-362.

- ✓ Gutiérrez, F., Bourrillón, A. R., Dormond, H., Poore, M., & Jones, R. W. C. (2003). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agronomía costarricense*, 27(1), 79-89.
- ✓ Hajar, N., Zainal, S., Nadzirah, K. Z., Roha, A. S., Atikah, O., & Elida, T. T. (2012). Physicochemical properties analysis of three indexes pineapple (*Ananas comosus*) peel extract variety N36. *APCBEE Procedia*, 4, 115-121.
- ✓ Hossain, M. A., & Rahman, S. M. (2011). Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. *Food Research International*, 44(3), 672-676.
- ✓ Huang, D., Ou, B., y Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- ✓ Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
- ✓ Lamarque, A. (2008). *Fundamentos teorico-practicos de quimica organica/Theoretical and practical organic chemistry*. Editorial Brujas.
- ✓ Lagha-Benamrouche, S., & Madani, K. (2013). Phenolic contents and antioxidant activity of orange varieties (*Citrus sinensis* L. and *Citrus aurantium* L.) cultivated in Algeria: Peels and leaves. *Industrial Crops and Products*, 50, 723-730.
- ✓ Li, BB, Smith, B. y Hossain, MM (2006). Extracción de fenólicos de las cáscaras de cítricos: I. Método de extracción con solvente. *Tecnología de separación y purificación*, 48 (2), 182-188.

- ✓ Lizárraga-Velázquez, C. E., Hernández, C., González-Aguilar, G. A., & Basilio-Heredia, J. (2018). Propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes de polifenoles en peces carnívoros de cultivo. *CienciaUAT*, 12(2), 127-136.
- ✓ Martínez, S. A. (2010). *Compuestos polifenólicos (extraíbles y no extraíbles) en alimentos de la dieta española: metodología para su determinación e identificación*. Universidad Complutense de Madrid.
- ✓ Mendoza, J. S., Mercado, J. L., Vanegas, M., Fernández, A., & Vertel, M. L. (2014). Cinética de secado de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad CORPOICA M-tai en función de la temperatura y de la velocidad de aire. *Revista ION*, 27(2), 29-42.
- ✓ Millones, C., Mori, G., Bacalla, J., Vásquez, E., & Tafur, R. (2014). Obtención de un filtrante de anís de monte (*Tagetes filifolia* Lag.) edulcorado con hojas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Scientia Agropecuaria*, 5(1), 45-51.
- ✓ Montero Calderón, M., & Cerdas Araya, M. D. M. (2005). *Guías técnicas del manejo poscosecha para el mercado fresco; piña (*Ananas comosus*)* (No. 634.774 M778). Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José (Costa Rica).
- ✓ Moreiras O, Varela-Moreiras G, Ávila JM, Beltrán B, Cuadrado C, del Pozo S et al (2009). La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta.
- ✓ Muñoz-Velázquez, E. E., Rivas-Díaz, K., Loarca-Piña, M., Flavia, G., Mendoza-Díaz, S., Reynoso-Camacho, R., & Ramos-Gómez, M. (2012). Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(3), 481-495.

- ✓ Olmué (2012). Colombia. Recuperado de: <http://www.olmue.com.co/producto-insumo>

- ✓ Ordoñez-Gómez, E. S., Reátegui-Díaz, D., & Villanueva-Tiburcio, J. E. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 113-121.

- ✓ Padilla-Camberos, E., Lazcano-Díaz, E., Flores-Fernandez, J. M., Owolabi, M. S., Allen, K., & Villanueva-Rodríguez, S. (2014). Evaluation of the inhibition of carbohydrate hydrolyzing enzymes, the antioxidant activity, and the polyphenolic content of Citrus limetta peel extract. *The Scientific World Journal*, 2014.

- ✓ Prior, R. L., y Cao, G. (2001). In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. In *Bio-Assays for Oxidative Stress Status* (pp. 39-47).

- ✓ Prior, R. L., Wu, X., y Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(10), 4290-4302.

- ✓ Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S. A., Bashir, N., Nazir, F., & Nayik, G. A. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(4), 351-358.

- ✓ Randhir, R., Kwon, Y. I., & Shetty, K. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(3), 355-364.

- ✓ Rao, K. S., Chaudhury, P. K., y Pradhan, A. (2010). Evaluation of anti-oxidant activities and total phenolic content of *Chromolaena odorata*. *Food and chemical toxicology*, 48(2), 729-732.
- ✓ Rincón, A. M., Vásquez, A., & Padilla, M. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 55(3), 305-310.
- ✓ Ross, T. & Nichols, D. S., (2014). Ecology of Bacteria and Fungi in Foods- Influence of Available Water.
- ✓ Ruiz, A., Hermosin-Gutierrez, I., Mardones, C., Vergara, C., Herlitz, E., Vega, M., y Von Baer, D. (2010). Polyphenols and antioxidant activity of calafate (*Berberis microphylla*) fruits and other native berries from Southern Chile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(10), 6081-6089.
- ✓ Salazar, J. A. E., & Campos-Granados, C. M. (2014). Características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno. *Nutrición animal tropical*, 8(2), 51-71.
- ✓ Sangronis, E., Soto, M. J., Valero, Y., & Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 64(2), 123-130.
- ✓ Sema-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Efecto de la Adición de Edulcorantes no Calóricos sobre las Propiedades Físicoquímicas y la Cinética de Secado de Cáscara de Mango Liofilizado. *Información tecnológica*, 26(4), 37-44.

- ✓ Shahidi, F., y Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. *Journal of functional foods*, 18, 820-897.
- ✓ Sibaja, R., Moya, M. E., Ch, M. D., Pereira, R., & Madrigal, R. (1988). Caracterización química de algunos desechos agroindustriales en Costa Rica. *Uniciencia*, 5(1-2), 27-32.
- ✓ Tenorio Domínguez, M. (2016). Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 419-431.
- ✓ Toledo Guillen, A. R. (2009). *Obtención de compuestos bioactivos de cáscara de naranja (Citrus sinensis) mediante la extracción de CO2 supercrítico* (Master's thesis, TOLEDO GUILLEN, ALMA ROSA).
- ✓ Valera, Jorge. (2011). Alimentación medicinal II. *INDECOPI PERU*.
- ✓ Vasco, C., Ruales, J., y Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 111(4), 816-823.
- ✓ Wang, L., Wang, J., Fang, L., Zheng, Z., Zhi, D., Wang, S., & Zhao, H. (2014). Anticancer activities of citrus peel polymethoxyflavones related to angiogenesis and others. *BioMed research international*, 2014
- ✓ Zepeda, L. C., Méndez, G. C., de la Caza, L. G., Vela, J. D., & Chabela, M. D. L. P. (2009). Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. *Nacameh*, 3(2), 71-82.

- ✓ Zapata, S., Piedrahita, A. M., & Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Perspectivas en nutrición humana*, 16(1), 25-36.

VIII. ANEXOS

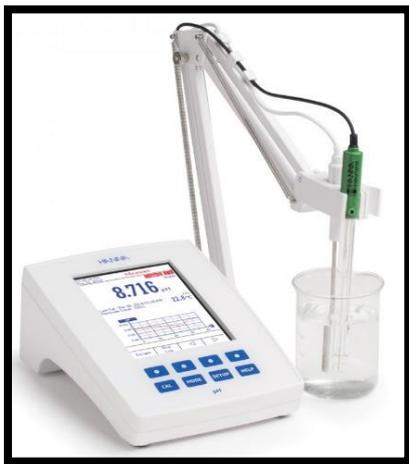
8.1. Equipos para la Elaboración del Filtrante



Brixómetro



Secador de Bandejas



Potenciometro



Determinador de Aw



Termobalanza



Tamizador



Hervidor



Molino

8.2. Equipos para los Métodos analíticos

Computadora y Espectrofotómetro



Ultrasonido



Centrifuga



Refrigeradora



Balanza Analítica



Vortex



8.3. Procedimiento para la Elaboración del Filtrante

8.3.1. Obtención de la Harina de Cáscara de Piña

Recepción de Materia Prima



Pelado



Secado de la Materia Prima



Cáscara Seca



Molienda



8.3.2. Obtención de la Harina de Cáscara de Naranja

Recepción de Materia Prima



Cortado de la Cáscara



Secado de la Cáscara



Cáscara Seca



Molienda



8.3.3. Elaboración del Filtrante

Tamizado



Filtrante



Infusion

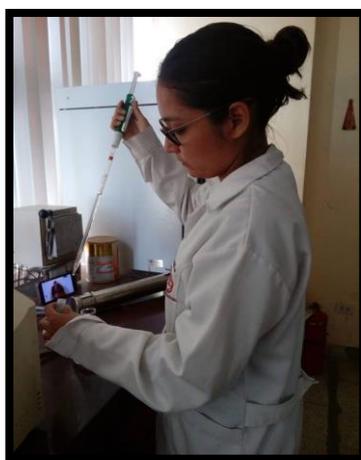
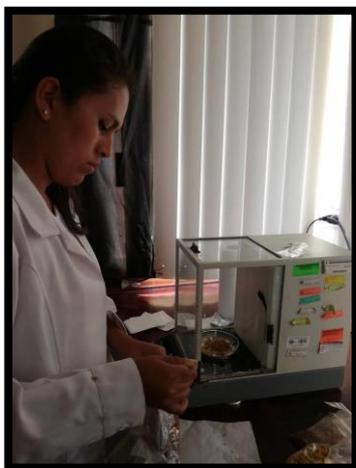


8.4. Procedimiento de Determinación de Polifenoles

8.4.1. Preparación de los Reactivos



8.4.2. Preparación de la Muestra



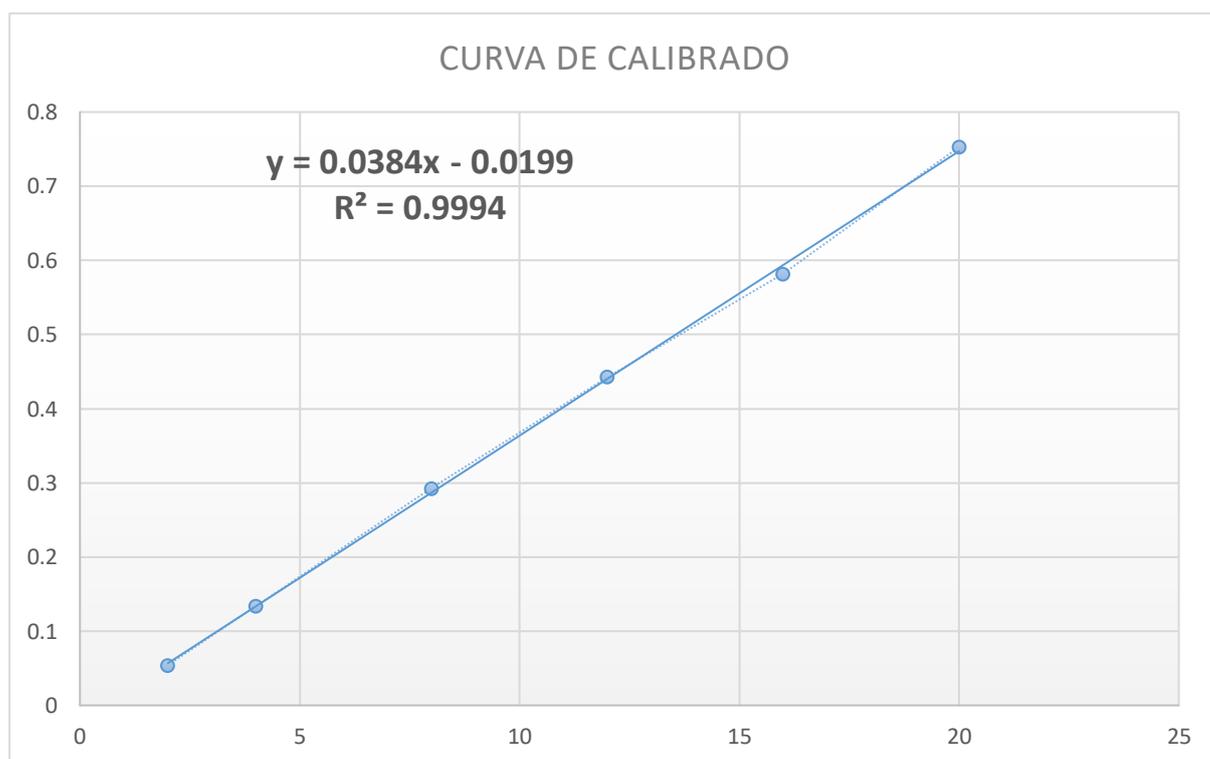
8.4.3. Curva de Calibrado

Se elaboró la curva de calibrado de polifenoles totales, la cual nos sirvió como patrón para hallar las concentraciones adecuadas a utilizar para cada tratamiento.

Datos para la obtención de la curva de calibrado de polifenoles

TUBO	CONCENTRACION (mg/L)	ABSORBANCIA (526 nm)
1	2	0.0542
2	4	0.1338
3	8	0.2926
4	12	0.4430
5	16	0.5821
6	20	0.7529

Curva de calibrado para el estándar de polifenoles totales



8.5. Datos para determinar la cinética de secado

8.5.1. Datos para la cáscara de naranja a 40 °C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	40°C	humedad (40)	x(kg.agua/k gMseca)	valor medio x	R
0	0	0	0.2944	0.20317	2.22700866		1.65061
0.13888889	8.33333333	500	0.2804	0.18917	2.07355037	0.19617	1.88641
0.27777778	16.66666667	1000	0.2644	0.17317	1.89816946	0.18117	1.68991
0.41666667	25	1500	0.25006667	0.15883667	1.7410574	0.166003333	1.68598
0.55555556	33.33333333	2000	0.23576667	0.14453667	1.58431072	0.151686667	1.50127
0.69444444	41.66666667	2500	0.22303333	0.13180333	1.44473675	0.13817	1.50520
0.83333333	50	3000	0.21026667	0.11903667	1.3047974	0.12542	1.32442
0.97222222	58.33333333	3500	0.19903333	0.10780333	1.18166539	0.11342	1.26153
1.11111111	66.66666667	4000	0.18833333	0.09710333	1.06437941	0.102453333	1.22223
1.25	75	4500	0.17796667	0.08673667	0.9507472	0.09192	1.19472
1.38888889	83.33333333	5000	0.16783333	0.07660333	0.83967262	0.08167	0.97857
1.52777778	91.66666667	5500	0.15953333	0.06830333	0.74869378	0.072453333	0.92355
1.66666667	100	6000	0.1517	0.06047	0.66283021	0.064386667	0.87246
1.80555556	108.3333333	6500	0.1443	0.05307	0.58171654	0.05677	0.79779
1.94444444	116.6666667	7000	0.13753333	0.04630333	0.50754503	0.049686667	0.66417
2.08333333	125	7500	0.1319	0.04067	0.44579634	0.043486667	0.62094
2.22222222	133.3333333	8000	0.12663333	0.03540333	0.38806679	0.038036667	0.60129
2.36111111	141.6666667	8500	0.12153333	0.03030333	0.33216413	0.032853333	0.50304
2.5	150	9000	0.11726667	0.02603667	0.28539589	0.02817	0.43623
2.63888889	158.3333333	9500	0.11356667	0.02233667	0.24483905	0.024186667	0.32619
2.77777778	166.6666667	10000	0.1108	0.01957	0.21451277	0.020953333	0.39300
2.91666667	175	10500	0.10746667	0.01623667	0.17797508	0.017903333	0.19257
3.05555556	183.3333333	11000	0.10583333	0.01460333	0.16007161	0.01542	0.24759
3.19444444	191.6666667	11500	0.10373333	0.01250333	0.13705287	0.013553333	0.27117
3.33333333	200	12000	0.10143333	0.01020333	0.11184186	0.011353333	0.17685
3.47222222	208.3333333	12500	0.09993333	0.00870333	0.09539991	0.009453333	0.10611
3.61111111	216.6666667	13000	0.09903333	0.00780333	0.08553473	0.008253333	0.18078
3.75	225	13500	0.0975	0.00627	0.06872739	0.007036667	0.12183
3.88888889	233.3333333	14000	0.09646667	0.00523667	0.05740071	0.005753333	0.05895
4.02777778	241.6666667	14500	0.09596667	0.00473667	0.05192006	0.004986667	0.09039
4.16666667	250	15000	0.0952	0.00397	0.04351639	0.004353333	0.07860
4.30555556	258.3333333	15500	0.09453333	0.00330333	0.03620885	0.003636667	0.09432
4.44444444	266.6666667	16000	0.09373333	0.00250333	0.0274398	0.002903333	0.04323
4.58333333	275	16500	0.09336667	0.00213667	0.02342066	0.00232	0.01179
4.72222222	283.3333333	17000	0.09326667	0.00203667	0.02232453	0.002086667	0.00393
4.86111111	291.6666667	17500	0.09323333	0.00200333	0.02195915	0.00202	0.05502
5	300	18000	0.09276667	0.00153667	0.01684387	0.00177	0.03930
5.13888889	308.3333333	18500	0.09243333	0.00120333	0.01319011	0.00137	0.01179
5.27777778	316.6666667	19000	0.09233333	0.00110333	0.01209397	0.001153333	0.05502
5.41666667	325	19500	0.09186667	0.00063667	0.0069787	0.00087	0.05109
5.55555556	333.3333333	20000	0.09143333	0.00020333	0.0022288	0.00042	-0.09039
5.69444444	341.6666667	20500	0.0922	0.00097	0.01063247	0.000586667	0.06288
5.83333333	350	21000	0.09166667	0.00043667	0.00478644	0.000703333	-0.00786
5.97222222	358.3333333	21500	0.09173333	0.00050333	0.00551719	0.00047	0.02358
6.11111111	366.6666667	22000	0.09153333	0.00030333	0.00332493	0.000403333	0.03144
6.25	375	22500	0.09126667	3.6667E-05	0.00040191	0.00017	-0.00393
6.38888889	383.3333333	23000	0.0913	7E-05	0.00076729	5.33333E-05	0.01512
6.46111111	387.6666667	23260	0.09123333	3.3333E-06	3.6538E-05	3.6667E-05	-0.00001

8.5.2. Datos para la cáscara de naranja a 50°C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	50°C	humedad (50)	x(kg.agua/kgMseca)	valor medio x	R
0	0	0	0.3093	0.2154	2.29392971		1.125165
0.13888889	8.33333333	500	0.2880	0.1941	2.06709265	2.180511	1.153338
0.27777778	16.66666667	1000	0.2662	0.1723	1.83457579	1.950834	1.128687
0.41666667	25	1500	0.2448	0.1509	1.60702875	1.720802	1.051211
0.55555556	33.33333333	2000	0.2249	0.1310	1.39510117	1.501065	0.984299
0.69444444	41.66666667	2500	0.2063	0.1124	1.19666312	1.295882	0.845194
0.83333333	50	3000	0.1903	0.0964	1.02626908	1.111466	0.764197
0.97222222	58.33333333	3500	0.1758	0.0819	0.87220447	0.949237	0.704329
1.11111111	66.66666667	4000	0.1625	0.0686	0.73020944	0.801207	0.612766
1.25	75	4500	0.1509	0.0570	0.60667377	0.668442	0.549376
1.38888889	83.33333333	5000	0.1405	0.0466	0.49591764	0.551296	0.438445
1.52777778	91.66666667	5500	0.1322	0.0383	0.40752574	0.451722	0.415554
1.66666667	100	6000	0.1243	0.0304	0.32374867	0.365637	0.299340
1.80555556	108.33333333	6500	0.1186	0.0247	0.26340078	0.293575	0.258841
1.94444444	116.66666667	7000	0.1137	0.0198	0.21121761	0.237309	0.218342
2.08333333	125	7500	0.1096	0.0157	0.16719915	0.189208	0.190169
2.22222222	133.33333333	8000	0.1060	0.0121	0.12886049	0.148030	0.151431
2.36111111	141.66666667	8500	0.1031	0.0092	0.09833156	0.113596	0.139105
2.5	150	9000	0.1005	0.0066	0.07028754	0.084310	0.061629
2.63888889	158.33333333	9500	0.0993	0.0054	0.05786297	0.064075	0.065150
2.77777778	166.66666667	10000	0.0981	0.0042	0.04472843	0.051296	0.080998
2.91666667	175	10500	0.0966	0.0027	0.02839901	0.036564	0.036977
3.05555556	183.33333333	11000	0.0959	0.0020	0.02094427	0.024672	0.042260
3.19444444	191.66666667	11500	0.0951	0.0012	0.01242457	0.016684	-0.001761
3.33333333	200	12000	0.0951	0.0012	0.01277955	0.012602	0.031695
3.47222222	208.33333333	12500	0.0945	0.0006	0.00638978	0.009585	0.017608
3.61111111	216.66666667	13000	0.0942	0.0003	0.0028399	0.004615	0.029934
3.75	225	13500	0.0936	-0.0003	-0.00319489	-0.000177	0.012326
3.88888889	233.33333333	14000	0.0934	-0.0005	-0.0056798	-0.004437	-0.005282
4.02777778	241.66666667	14500	0.0935	-0.0004	-0.00461484	-0.005147	0.029934
4.16666667	250	15000	0.0929	-0.0010	-0.01064963	-0.007632	-0.021130
4.30555556	258.33333333	15500	0.0933	-0.0006	-0.00638978	-0.008520	0.028173
4.44444444	266.66666667	16000	0.0928	-0.0011	-0.01206958	-0.009230	-0.017608
4.58333333	275	16500	0.0931	-0.0008	-0.0085197	-0.010295	0.045781
4.72222222	283.33333333	17000	0.0922	-0.0017	-0.01774938	-0.013135	-0.022891
4.86111111	291.66666667	17500	0.0927	-0.0012	-0.01313454	-0.015442	0.026412
5	300	18000	0.0922	-0.0017	-0.01845935	-0.015797	-0.010565
5.13888889	308.33333333	18500	0.0924	-0.0015	-0.01632943	-0.017394	0.021130
5.27777778	316.66666667	19000	0.0920	-0.0019	-0.02058928	-0.018459	-0.010565
5.41666667	325	19500	0.0922	-0.0017	-0.01845935	-0.019524	0.000000
5.55555556	333.33333333	20000	0.0922	-0.0017	-0.01845935	-0.018459	-0.033456
5.69444444	341.66666667	20500	0.0928	-0.0011	-0.01171459	-0.015087	-0.017608
5.83333333	350	21000	0.0931	-0.0008	-0.00816471	-0.009940	0.054585
5.97222222	358.33333333	21500	0.0921	-0.0018	-0.01916933	-0.013667	-0.003522
6.11111111	366.66666667	22000	0.0922	-0.0017	-0.01845935	-0.018814	0.010565
6.25	375	22500	0.0920	-0.0019	-0.02058928	-0.019524	0.000000
6.38888889	383.33333333	23000	0.0920	-0.0019	-0.02058928	-0.020589	-0.193013
6.46111111	387.66666667	23260	0.0939	0.0000	-0.00035499	-0.010472	0.000038

8.5.3. Datos para la cáscara de naranja a 60 °C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	60°C	humedad (50)	x(kg.agua/k gMseca	valor medio x	R
0	0	0	0.2961	0.2127	2.550759		1.234336
0.13888889	8.33333333	500	0.2728	0.1894	2.270584	2.410671	1.449156
0.27777778	16.66666667	1000	0.2453	0.1619	1.941647	2.106115	1.278357
0.41666667	25	1500	0.2211	0.1377	1.651479	1.796563	1.169186
0.55555556	33.33333333	2000	0.1990	0.1156	1.386091	1.518785	1.065297
0.69444444	41.66666667	2500	0.1788	0.0954	1.144285	1.265188	0.915627
0.83333333	50	3000	0.1615	0.0781	0.936451	1.040368	0.802935
0.97222222	58.33333333	3500	0.1463	0.0629	0.754197	0.845324	0.681438
1.11111111	66.66666667	4000	0.1334	0.0500	0.599520	0.676859	0.581071
1.25	75	4500	0.1224	0.0390	0.467626	0.533573	0.459574
1.38888889	83.33333333	5000	0.1137	0.0303	0.363309	0.415468	0.382098
1.52777778	91.66666667	5500	0.1065	0.0231	0.276579	0.319944	0.271167
1.66666667	100	6000	0.1013	0.0179	0.215028	0.245803	0.255319
1.80555556	108.3333333	6500	0.0965	0.0131	0.157074	0.186051	0.169039
1.94444444	116.6666667	7000	0.0933	0.0099	0.118705	0.137890	0.126779
2.08333333	125	7500	0.0909	0.0075	0.089928	0.104317	0.098606
2.22222222	133.3333333	8000	0.0890	0.0056	0.067546	0.078737	0.061629
2.36111111	141.6666667	8500	0.0879	0.0045	0.053557	0.060552	0.072194
2.5	150	9000	0.0865	0.0031	0.037170	0.045364	0.035216
2.63888889	158.3333333	9500	0.0858	0.0024	0.029177	0.033173	0.029934
2.77777778	166.6666667	10000	0.0853	0.0019	0.022382	0.025779	-0.003522
2.91666667	175	10500	0.0853	0.0019	0.023181	0.022782	0.031695
3.05555556	183.3333333	11000	0.0847	0.0013	0.015987	0.019584	0.017608
3.19444444	191.6666667	11500	0.0844	0.0010	0.011990	0.013989	0.001761
3.33333333	200	12000	0.0844	0.0010	0.011591	0.011791	0.028173
3.47222222	208.3333333	12500	0.0838	0.0004	0.005196	0.008393	0.003522
3.61111111	216.6666667	13000	0.0838	0.0004	0.004396	0.004796	0.010565
3.75	225	13500	0.0836	0.0002	0.001998	0.003197	-0.003522
3.88888889	233.3333333	14000	0.0836	0.0002	0.002798	0.002398	-0.015847
4.02777778	241.6666667	14500	0.0839	0.0005	0.006395	0.004596	0.042260
4.16666667	250	15000	0.0831	-0.0003	-0.003197	0.001599	-0.022891
4.30555556	258.3333333	15500	0.0836	0.0002	0.001998	-0.000600	0.003522
4.44444444	266.6666667	16000	0.0835	0.0001	0.001199	0.001599	0.007043
4.58333333	275	16500	0.0834	0.0000	-0.000400	0.000400	-0.015847
4.72222222	283.3333333	17000	0.0837	0.0003	0.003197	0.001399	0.019369
4.86111111	291.6666667	17500	0.0833	-0.0001	-0.001199	0.000999	0.003522
5	300	18000	0.0832	-0.0002	-0.001998	-0.001599	-0.003522
5.13888889	308.3333333	18500	0.0833	-0.0001	-0.001199	-0.001599	-0.014087
5.27777778	316.6666667	19000	0.0836	0.0002	0.001998	0.000400	0.010565
5.41666667	325	19500	0.0834	0.0000	-0.000400	0.000799	-0.035216
5.55555556	333.3333333	20000	0.0840	0.0006	0.007594	0.003597	0.017608
5.69444444	341.6666667	20500	0.0837	0.0003	0.003597	0.005596	0.012326
5.83333333	350	21000	0.0835	0.0001	0.000799	0.002198	0.017608
5.97222222	358.3333333	21500	0.0831	-0.0003	-0.003197	-0.001199	-0.001761
6.11111111	366.6666667	22000	0.0832	-0.0002	-0.002798	-0.002998	-0.024652
6.25	375	22500	0.0836	0.0002	0.002798	0.000000	0.017608
6.38888889	383.3333333	23000	0.0833	-0.0001	-0.001199	0.000799	-0.010159
6.46111111	387.6666667	23260	0.0834	0.0000	0.000000	-0.000600	0.000000

8.5.4. Datos para la cáscara de piña a 40 °C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	40.00000	humedad (40)	x(kg.agua/kgMseca)	valor medio x	R
0	0	0	0.28987	0.230567	3.888139		0.647982392
0.14	8.33	500	0.27760	0.218300	3.681282	3.7847105	0.689361702
0.42	25.00	1500	0.25150	0.192200	3.241147	3.4612142	0.649743213
0.56	33.33	2000	0.23920	0.179900	3.033727	3.1374368	0.519442406
0.69	41.67	2500	0.22937	0.170067	2.867903	2.9508151	0.596918562
0.83	50.00	3000	0.21807	0.158767	2.677347	2.7726251	0.554658841
0.97	58.33	3500	0.20757	0.148267	2.500281	2.5888139	0.535289802
1.11	66.67	4000	0.19743	0.138133	2.329399	2.4148398	0.535289802
1.25	75.00	4500	0.18730	0.128000	2.158516	2.2439573	0.475421864
1.39	83.33	5000	0.17830	0.119000	2.006745	2.0826307	0.431401321
1.53	91.67	5500	0.17013	0.110833	1.869028	1.9378865	0.383859134
1.67	100.00	6000	0.16287	0.103567	1.746487	1.8077572	0.470139398
1.81	108.33	6500	0.15397	0.094667	1.596402	1.6714446	0.355685987
1.94	116.67	7000	0.14723	0.087933	1.482856	1.5396290	0.369772561
2.08	125.00	7500	0.14023	0.080933	1.364812	1.4238336	0.302861335
2.22	133.33	8000	0.13450	0.075200	1.268128	1.3164699	0.322230374
2.36	141.67	8500	0.12840	0.069100	1.165261	1.2166948	0.272927366
2.50	150.00	9000	0.12323	0.063933	1.078134	1.1216976	0.28701394
2.64	158.33	9500	0.11780	0.058500	0.986509	1.0323215	0.242993397
2.78	166.67	10000	0.11320	0.053900	0.908938	0.9477234	0.18488628
2.92	175.00	10500	0.10970	0.050400	0.849916	0.8794266	0.200733676
3.06	183.33	11000	0.10590	0.046600	0.785835	0.8178752	0.176082172
3.19	191.67	11500	0.10257	0.043267	0.729623	0.7577291	0.16375642
3.33	200.00	12000	0.09947	0.040167	0.677347	0.7034851	0.169038885
3.47	208.33	12500	0.09627	0.036967	0.623384	0.6503654	0.13382245
3.61	216.67	13000	0.09373	0.034433	0.580663	0.6020236	0.17432135
3.75	225.00	13500	0.09043	0.031133	0.525014	0.5528387	0.119735877
3.89	233.33	14000	0.08817	0.028867	0.486790	0.5059022	0.056346295
4.03	241.67	14500	0.08710	0.027800	0.468803	0.4777965	0.13382245
4.17	250.00	15000	0.08457	0.025267	0.426082	0.4474424	0.11269259
4.31	258.33	15500	0.08243	0.023133	0.390107	0.4080944	0.11269259
4.44	266.67	16000	0.08030	0.021000	0.354132	0.3721192	0.077476156
4.58	275.00	16500	0.07883	0.019533	0.329399	0.3417650	0.063389582
4.72	283.33	17000	0.07763	0.018333	0.309162	0.3192805	0.045781365
4.86	291.67	17500	0.07677	0.017467	0.294547	0.3018550	0.06162876
5.00	300.00	18000	0.07560	0.016300	0.274874	0.2847105	0.082758621
5.14	308.33	18500	0.07403	0.014733	0.248454	0.2616639	0.066911225
5.28	316.67	19000	0.07277	0.013467	0.227094	0.2377740	0.049303008
5.42	325.00	19500	0.07183	0.012533	0.211355	0.2192243	0.056346295
5.56	333.33	20000	0.07077	0.011467	0.193367	0.2023609	0.040498899
5.69	341.67	20500	0.07000	0.010700	0.180438	0.1869028	0.038738078
5.83	350.00	21000	0.06927	0.009967	0.168072	0.1742552	0.05106383
5.97	358.33	21500	0.06830	0.009000	0.151771	0.1599213	0.014086574
6.11	366.67	22000	0.06803	0.008733	0.147274	0.1495222	0.103888481
6.25	375.00	22500	0.06607	0.006767	0.114109	0.1306914	-0.01056493
6.39	383.33	23000	0.06627	0.006967	0.117482	0.1157954	0.008804109
6.53	391.67	23500	0.06610	0.006800	0.114671	0.1160764	0.056346295
6.67	400.00	24000	0.06503	0.005733	0.096684	0.1056773	7.39027E-16
6.81	408.33	24500	0.06503	0.005733	0.096684	0.0966835	0.024651504
6.94	416.67	25000	0.06457	0.005267	0.088814	0.0927487	0.038738078
7.08	425.00	25500	0.06383	0.004533	0.076447	0.0826307	0.036977256
7.22	433.33	26000	0.06313	0.003833	0.064643	0.0705453	0.05106383
7.36	441.67	26500	0.06217	0.002867	0.048342	0.0564924	-0.021129861
7.50	450.00	27000	0.06257	0.003267	0.055087	0.0517144	0.01056493
7.64	458.33	27500	0.06237	0.003067	0.051714	0.0534008	0.024651504
7.78	466.67	28000	0.06190	0.002600	0.043845	0.0477797	-0.017608217
7.92	475.00	28500	0.06223	0.002933	0.049466	0.0466554	0.093323551
8.06	483.33	29000	0.06047	0.001167	0.019674	0.0345700	0.021129861
8.19	491.67	29500	0.06007	0.000767	0.012929	0.0163013	0.005282465
8.33	500.00	30000	0.05997	0.000667	0.011242	0.0120854	-0.029933969
8.47	508.33	30500	0.06053	0.001233	0.020798	0.0160202	0.101797506
8.56	513.67	30820	0.05930	0.000000	0.000000	0.0103991	0

8.5.5. Datos para la cáscara de piña a 50 °C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	50	humedad (50)	x(kg.agua/kgMseca)	valor medio x	R
0	0	0	0.2970	0.2387	4.09491138		0.846955
0.14	8.33	500	0.2810	0.2227	3.81989708	3.957404	0.986941
0.42	25.00	1500	0.2436	0.1853	3.17895941	3.499428	0.896258
0.56	33.33	2000	0.2267	0.1684	2.88793596	3.033448	0.822304
0.69	41.67	2500	0.2111	0.1528	2.62092624	2.754431	0.822304
0.83	50.00	3000	0.1955	0.1372	2.35391652	2.487421	0.695525
0.97	58.33	3500	0.1824	0.1241	2.12807318	2.240995	0.716654
1.11	66.67	4000	0.1688	0.1105	1.89536878	2.011721	0.653265
1.25	75.00	4500	0.1564	0.0981	1.68324757	1.789308	0.568745
1.39	83.33	5000	0.1457	0.0874	1.49857061	1.590909	0.521203
1.53	91.67	5500	0.1358	0.0775	1.32933105	1.413951	0.484226
1.67	100.00	6000	0.1266	0.0683	1.17209834	1.250715	0.457814
1.81	108.33	6500	0.1180	0.0597	1.02344197	1.097770	0.345121
1.94	116.67	7000	0.1114	0.0531	0.91137793	0.967410	0.410271
2.08	125.00	7500	0.1037	0.0454	0.77815895	0.844768	0.264123
2.22	133.33	8000	0.0987	0.0404	0.69239565	0.735277	0.235950
2.36	141.67	8500	0.0942	0.0359	0.61578045	0.654088	0.272927
2.50	150.00	9000	0.0890	0.0307	0.52715838	0.571469	0.177843
2.64	158.33	9500	0.0857	0.0274	0.46941109	0.498285	0.198973
2.78	166.67	10000	0.0819	0.0236	0.40480274	0.437107	0.144387
2.92	175.00	10500	0.0792	0.0209	0.35791881	0.381361	0.135583
3.06	183.33	11000	0.0766	0.0183	0.31389365	0.335906	0.139105
3.19	191.67	11500	0.0740	0.0157	0.26872499	0.291309	0.114453
3.33	200.00	12000	0.0718	0.0135	0.23156089	0.250143	0.028173
3.47	208.33	12500	0.0713	0.0130	0.22241281	0.226987	0.123258
3.61	216.67	13000	0.0689	0.0106	0.18238994	0.202401	0.063390
3.75	225.00	13500	0.0677	0.0094	0.16180675	0.172098	0.044021
3.89	233.33	14000	0.0669	0.0086	0.14751286	0.154660	0.054585
4.03	241.67	14500	0.0659	0.0076	0.12978845	0.138651	0.063390
4.17	250.00	15000	0.0647	0.0064	0.10920526	0.119497	0.049303
4.31	258.33	15500	0.0637	0.0054	0.09319611	0.101201	0.015847
4.44	266.67	16000	0.0634	0.0051	0.08805031	0.090623	0.047542
4.58	275.00	16500	0.0625	0.0042	0.07261292	0.080332	0.031695
4.72	283.33	17000	0.0619	0.0036	0.06232133	0.067467	0.014087
4.86	291.67	17500	0.0617	0.0034	0.05774728	0.060034	0.059868
5.00	300.00	18000	0.0605	0.0022	0.0383076	0.048027	0.028173
5.14	308.33	18500	0.0600	0.0017	0.02915952	0.033734	-0.065150
5.28	316.67	19000	0.0612	0.0029	0.05031447	0.039737	0.105649
5.42	325.00	19500	0.0592	0.0009	0.01600915	0.033162	0.012326
5.56	333.33	20000	0.0590	0.0007	0.01200686	0.014008	0.028173
5.69	341.67	20500	0.0585	0.0002	0.00285878	0.007433	0.010565
5.83	350.00	21000	0.0583	0.0000	-0.00057176	0.001144	0.007043
5.97	358.33	21500	0.0581	-0.0002	-0.00285878	-0.001715	0.024652
6.11	366.67	22000	0.0577	-0.0006	-0.01086335	-0.006861	0.044021
6.25	375.00	22500	0.0568	-0.0015	-0.02515723	-0.018010	-0.014087
6.39	383.33	23000	0.0571	-0.0012	-0.02058319	-0.022870	-0.005282
6.53	391.67	23500	0.0572	-0.0011	-0.01886792	-0.019726	0.031695
6.67	400.00	24000	0.0566	-0.0017	-0.02915952	-0.024014	-0.012326
6.81	408.33	24500	0.0568	-0.0015	-0.02515723	-0.027158	0.014087
6.94	416.67	25000	0.0566	-0.0017	-0.02973128	-0.027444	0.026412
7.08	425.00	25500	0.0561	-0.0022	-0.0383076	-0.034019	-0.021130
7.22	433.33	26000	0.0565	-0.0018	-0.03144654	-0.034877	0.035216
7.36	441.67	26500	0.0558	-0.0025	-0.04288165	-0.037164	-0.008804
7.50	450.00	27000	0.0560	-0.0023	-0.04002287	-0.041452	0.008804
7.64	458.33	27500	0.0558	-0.0025	-0.04288165	-0.041452	0.073955
7.78	466.67	28000	0.0544	-0.0039	-0.06689537	-0.054889	-0.010565
7.92	475.00	28500	0.0546	-0.0037	-0.06346484	-0.065180	-0.035216
8.06	483.33	29000	0.0553	-0.0030	-0.05202973	-0.057747	0.019369
8.19	491.67	29500	0.0549	-0.0034	-0.05831904	-0.055174	-0.035216
8.33	500.00	30000	0.0556	-0.0027	-0.04688393	-0.052601	-0.072194
8.47	508.33	30500	0.0569	-0.0014	-0.02344197	-0.035163	-0.115554
8.56	513.67	30820	0.0583	0.0000	0.00057176	-0.011435	-0.000029

8.5.6. Datos para la cáscara de piña a 60 °C

tiempo (h)	tiempo (min)	Tiempo (s)	60	humedad (50)	x(kg. agua/kg Mseca)	valor medio x	R
0	0	0	0.2776	0.2224	4.028986		1.0406
0.14	8.33	500	0.2579	0.2027	3.672101	3.850543	1.0917
0.42	25.00	1500	0.2166	0.1614	2.923309	3.297705	0.9526
0.56	33.33	2000	0.1985	0.1433	2.596618	2.759964	0.8875
0.69	41.67	2500	0.1817	0.1265	2.292271	2.444444	0.9033
0.83	50.00	3000	0.1646	0.1094	1.982488	2.137379	0.7131
0.97	58.33	3500	0.1511	0.0959	1.737923	1.860205	0.7255
1.11	66.67	4000	0.1374	0.0822	1.489130	1.613527	0.6216
1.25	75.00	4500	0.1256	0.0704	1.275966	1.382548	0.5247
1.39	83.33	5000	0.1157	0.0605	1.096014	1.185990	0.4085
1.53	91.67	5500	0.1080	0.0528	0.955918	1.025966	0.4455
1.67	100.00	6000	0.0995	0.0443	0.803140	0.879529	0.3469
1.81	108.33	6500	0.0930	0.0378	0.684179	0.743659	0.3117
1.94	116.67	7000	0.0871	0.0319	0.577295	0.630737	0.2113
2.08	125.00	7500	0.0831	0.0279	0.504831	0.541063	0.2360
2.22	133.33	8000	0.0786	0.0234	0.423913	0.464372	0.2360
2.36	141.67	8500	0.0741	0.0189	0.342995	0.383454	0.1673
2.50	150.00	9000	0.0710	0.0158	0.285628	0.314312	0.1638
2.64	158.33	9500	0.0679	0.0127	0.229469	0.257548	0.1056
2.78	166.67	10000	0.0659	0.0107	0.193237	0.211353	0.1233
2.92	175.00	10500	0.0635	0.0083	0.150966	0.172101	0.0722
3.06	183.33	11000	0.0622	0.0070	0.126208	0.138587	0.0493
3.19	191.67	11500	0.0612	0.0060	0.109300	0.117754	0.0511
3.33	200.00	12000	0.0603	0.0051	0.091787	0.100543	0.0704
3.47	208.33	12500	0.0589	0.0037	0.067633	0.079710	0.0158
3.61	216.67	13000	0.0586	0.0034	0.062198	0.064915	0.0652
3.75	225.00	13500	0.0574	0.0022	0.039855	0.051027	-0.0106
3.89	233.33	14000	0.0576	0.0024	0.043478	0.041667	0.0299
4.03	241.67	14500	0.0570	0.0018	0.033213	0.038345	-0.0070
4.17	250.00	15000	0.0572	0.0020	0.035628	0.034420	-0.0018
4.31	258.33	15500	0.0572	0.0020	0.036232	0.035930	0.0511
4.44	266.67	16000	0.0562	0.0010	0.018720	0.027476	0.0247
4.58	275.00	16500	0.0558	0.0006	0.010266	0.014493	0.0440
4.72	283.33	17000	0.0549	-0.0003	-0.004831	0.002717	0.0035
4.86	291.67	17500	0.0549	-0.0003	-0.006039	-0.005435	-0.0352
5.00	300.00	18000	0.0555	0.0003	0.006039	0.000000	-0.0123
5.14	308.33	18500	0.0558	0.0006	0.010266	0.008152	0.0405
5.28	316.67	19000	0.0550	-0.0002	-0.003623	0.003321	-0.0317
5.42	325.00	19500	0.0556	0.0004	0.007246	0.001812	0.0722
5.56	333.33	20000	0.0542	-0.0010	-0.017512	-0.005133	-0.0141
5.69	341.67	20500	0.0545	-0.0007	-0.012681	-0.015097	-0.0053
5.83	350.00	21000	0.0546	-0.0006	-0.010870	-0.011775	0.0229
5.97	358.33	21500	0.0542	-0.0010	-0.018720	-0.014795	0.0106
6.11	366.67	22000	0.0540	-0.0012	-0.022343	-0.020531	-0.0440
6.25	375.00	22500	0.0548	-0.0004	-0.007246	-0.014795	0.0546
6.39	383.33	23000	0.0538	-0.0014	-0.025966	-0.016606	0.0106
6.53	391.67	23500	0.0536	-0.0016	-0.029589	-0.027778	-0.0053
6.67	400.00	24000	0.0537	-0.0015	-0.027778	-0.028684	0.0299
6.81	408.33	24500	0.0531	-0.0021	-0.038043	-0.032911	-0.0106
6.94	416.67	25000	0.0533	-0.0019	-0.034420	-0.036232	-0.0123
7.08	425.00	25500	0.0535	-0.0017	-0.030193	-0.032307	0.0106
7.22	433.33	26000	0.0533	-0.0019	-0.033816	-0.032005	-0.0158
7.36	441.67	26500	0.0536	-0.0016	-0.028382	-0.031099	0.0458
7.50	450.00	27000	0.0528	-0.0024	-0.044082	-0.036232	-0.0863
7.64	458.33	27500	0.0544	-0.0008	-0.014493	-0.029287	-0.0405
7.78	466.67	28000	0.0552	0.0000	-0.000604	-0.007548	0.1638
7.92	475.00	28500	0.0521	-0.0031	-0.056763	-0.028684	-0.1056
8.06	483.33	29000	0.0541	-0.0011	-0.020531	-0.038647	-0.0141
8.19	491.67	29500	0.0543	-0.0009	-0.015700	-0.018116	0.0282
8.33	500.00	30000	0.0538	-0.0014	-0.025362	-0.020531	0.0018
8.47	508.33	30500	0.0538	-0.0014	-0.025966	-0.025664	-0.1156
8.56	513.67	30820	0.0552	0.0000	-0.000604	-0.013285	0.0000

8.6. Fórmula para halla la velocidad de secado.

$$R = \frac{-Ls}{A} * \frac{dx}{dt}$$

Donde:

R= Velocidad de secado

Ls= Humedad en base seca

A= Área de la superficie expuesta

8.7. Gráficas para determinar la cinética de secado

8.7.1. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 40 °C.

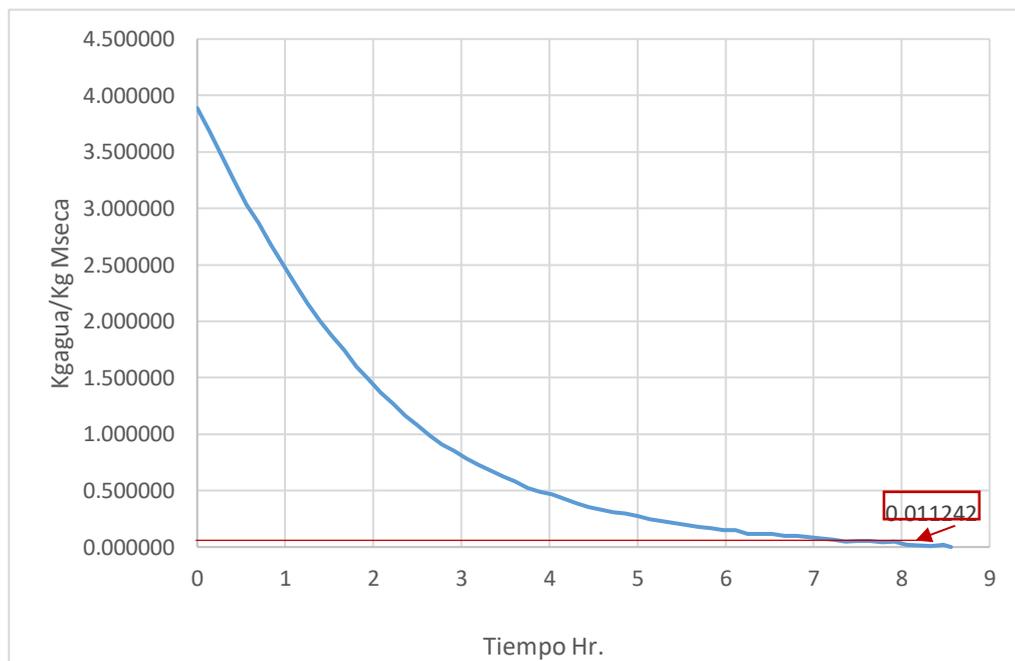


Figura 14: Humedad en equilibrio de la cáscara de piña a 40°C

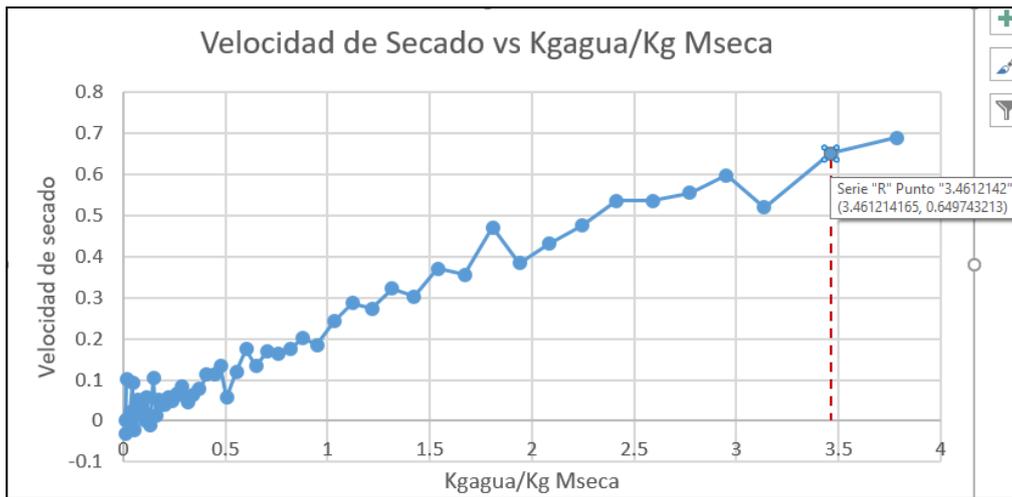


Figura 15: Humedad crítica de la cáscara de piña a 40 °C

8.7.2. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 50 °C.

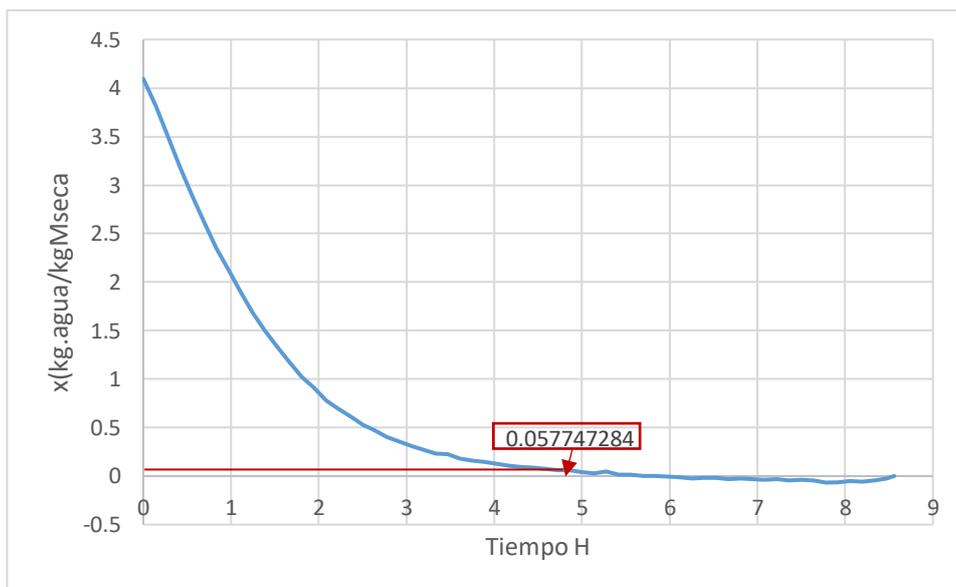


Figura 16: Humedad en equilibrio para la cáscara de piña a 50 °C

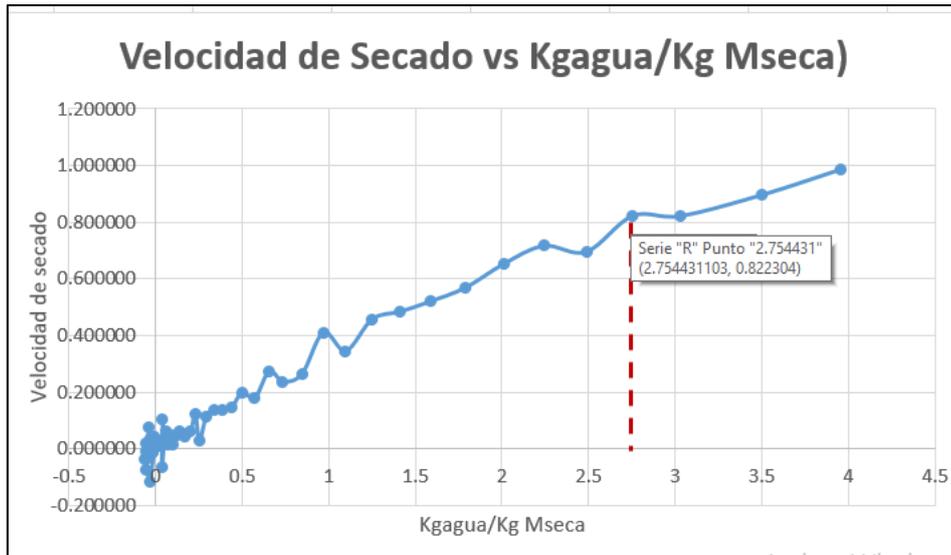


Figura 17: Humedad crítica para la cáscara de piña a 50°C

8.7.3. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de piña a 60 °C.

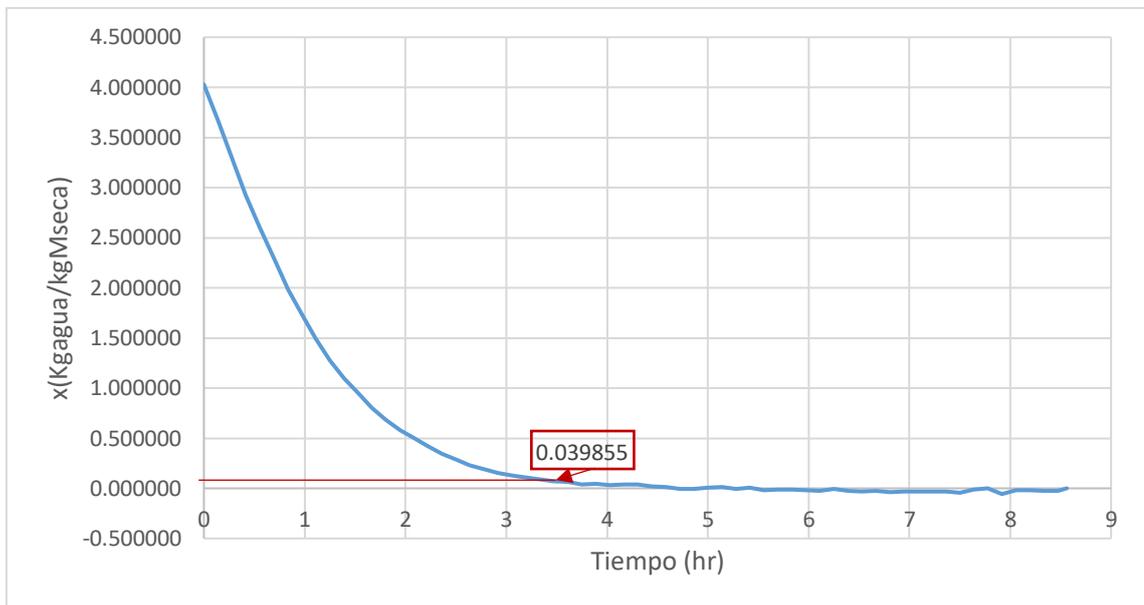


Figura 18: Humedad en equilibrio para la cáscara de piña a 60°C

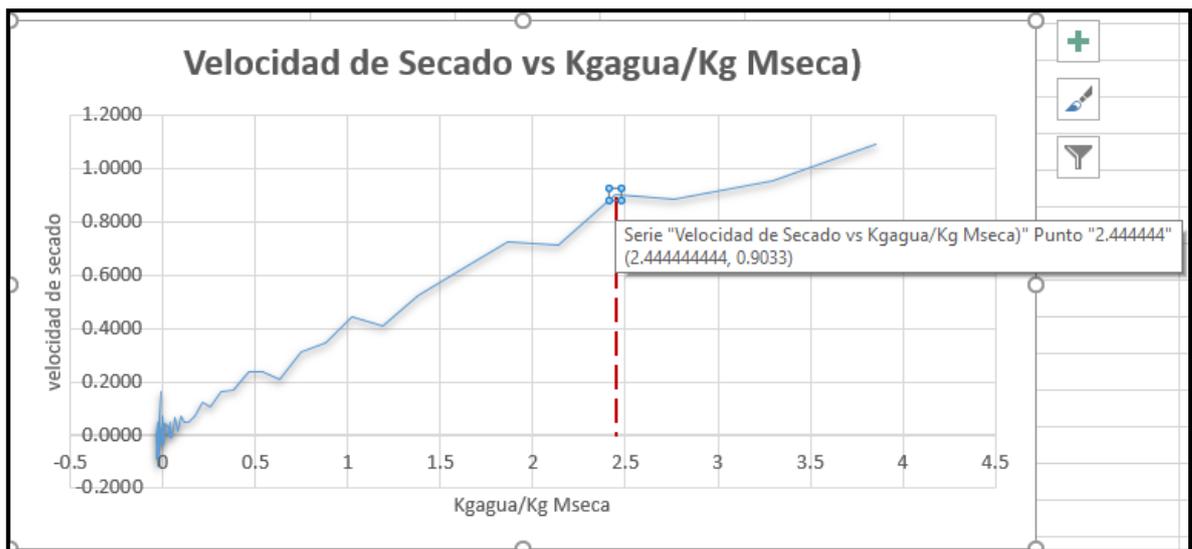


Figura 19: Humedad crítica para la cáscara de piña a 60°C.

8.7.4. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de naranja a 40 °C

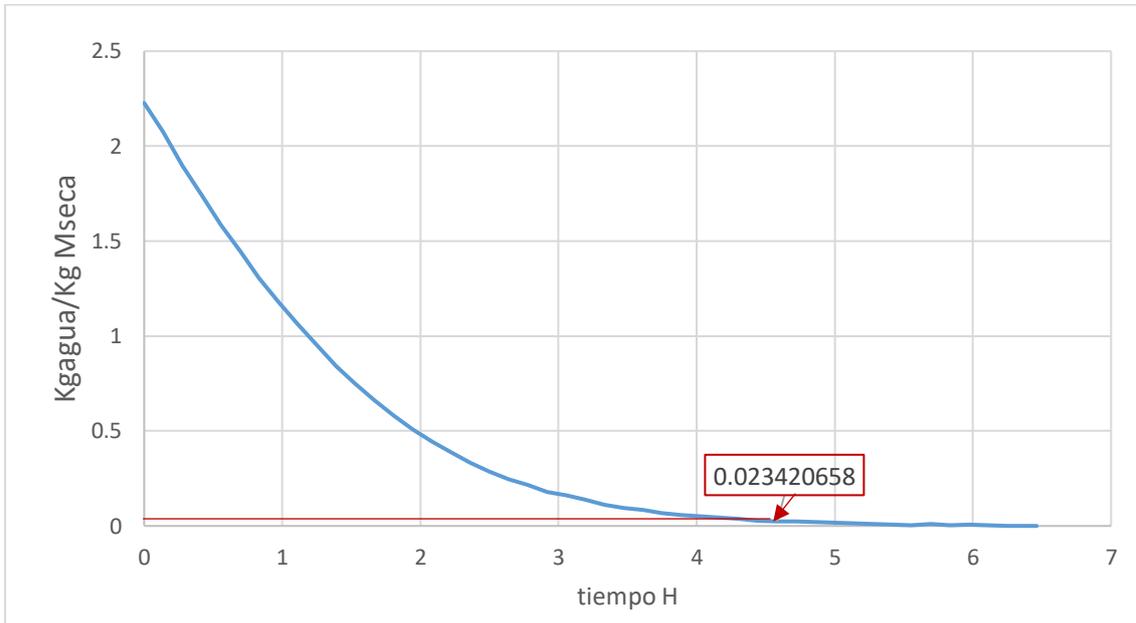


Figura 20: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 40°C

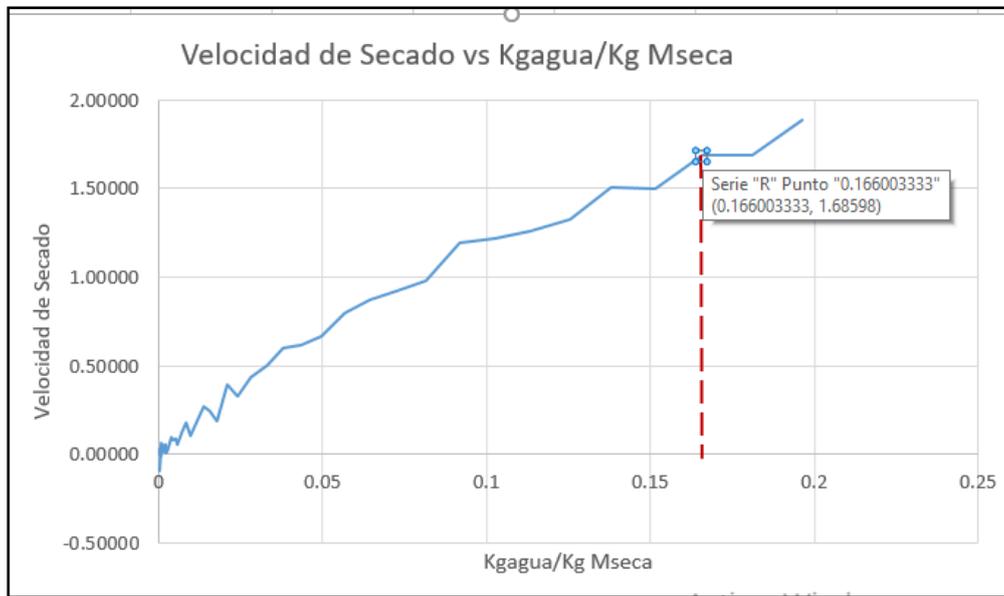


Figura 21: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 40°C

8.7.5. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de naranja a 50 °C

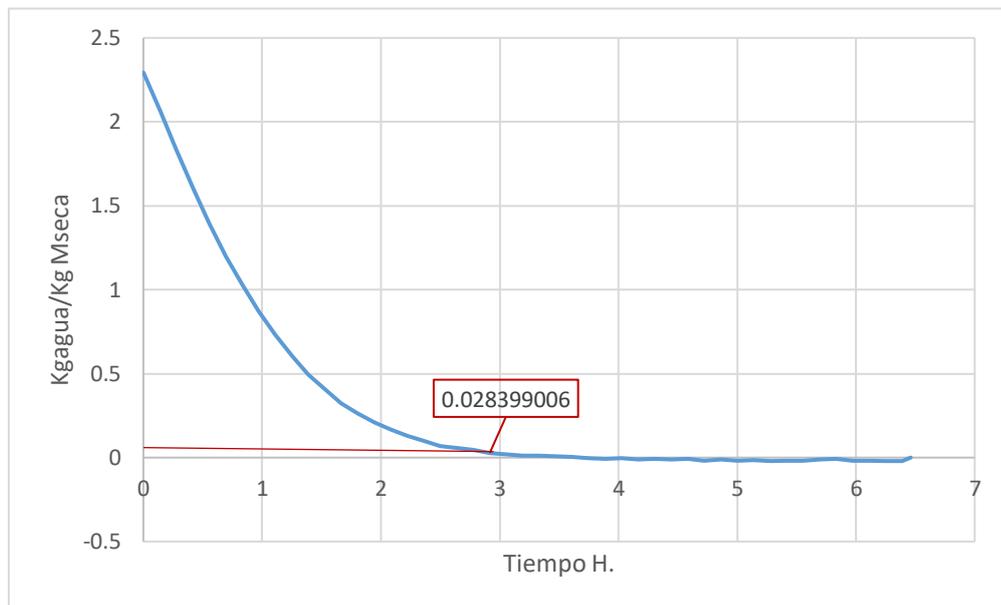


Figura 22: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 50°C

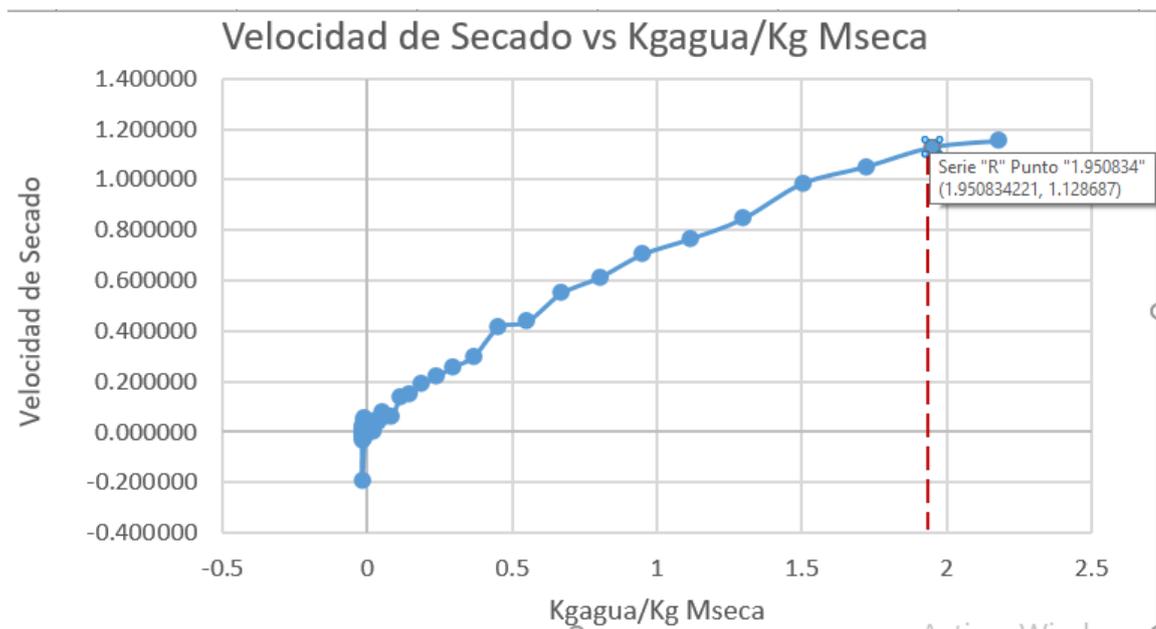


Figura 23: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 50°C.

8.7.6. Gráficas para determinar la humedad en equilibrio y crítica de la cáscara de naranja a 60 °C

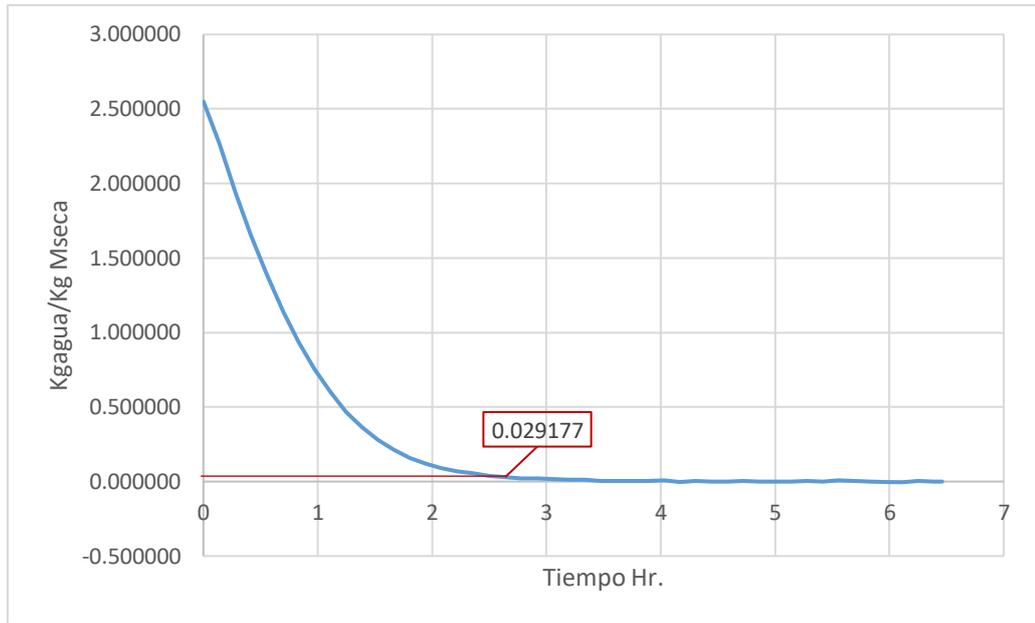


Figura 24: Humedad en equilibrio para la cáscara de naranja a 60°C

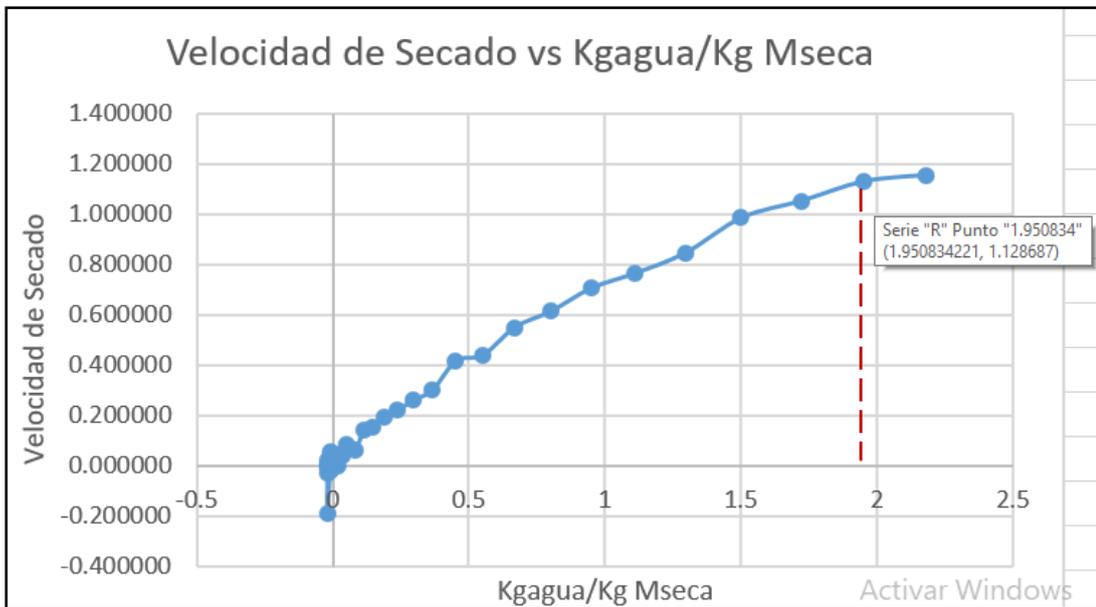


Figura 25: Humedad crítica para la cáscara de naranja a 60°C



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Ana Paula Falla Guillen
Título del ejercicio: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Título de la entrega: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATUR.
Nombre del archivo: tesis-final.docx
Tamaño del archivo: 4.22M
Total páginas: 83
Total de palabras: 14,878
Total de caracteres: 75,588
Fecha de entrega: 12-dic-2019 11:25a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1233178542

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL
CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE
ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA"

PRESENTADO POR
Bach. Falla Guillen Anapaula Alejandra
Bach. Sánchez Bazan Erika Karelia Yimara

ASESORA
Dra. Luz María Paucar Menacho

TESIS PARA ADQUIRIR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

NUEVO CHIMBOTE-PERU
2019

“INFLUENCIA DE LA
TEMPERATURA DE SECADO
EN EL CONTENIDO DE
POLIFENOLES TOTALES DE
UN FILTRANTE ELABORADO A
BASE DE CÁSCARA DE
NARANJA Y PIÑA”

por Ana Paula Falla Guillen

Fecha de entrega: 12-dic-2019 11:25a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1233178542

Nombre del archivo: tesis-final.docx (4.22M)

Total de palabras: 14878

Total de caracteres: 75588

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN EL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE UN FILTRANTE ELABORADO A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
7	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%

8	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
9	kerwa.ucr.ac.cr Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
11	Submitted to Universiti Teknologi MARA Trabajo del estudiante	<1%
12	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1%
13	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1%
14	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	<1%
15	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
16	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
17	www.earthagroempresarial.ac.cr Fuente de Internet	<1%
18	eprints.fbme.utm.my Fuente de Internet	<1%

19	bitacora.ingenet.com.mx Fuente de Internet	<1%
20	www.agrocadenas.gov.co Fuente de Internet	<1%
21	www.procisur.org.uy Fuente de Internet	<1%
22	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
23	www.agronomia.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
24	academica-e.unavarra.es Fuente de Internet	<1%
25	Submitted to Colegio Mayor Secundario Presidente del Perú Trabajo del estudiante	<1%
26	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
27	vie.uis.edu.co Fuente de Internet	<1%
28	Submitted to CSU Channel Islands Trabajo del estudiante	<1%
29	ruc.udc.es Fuente de Internet	<1%

30	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1%
31	www.lume.ufrgs.br Fuente de Internet	<1%
32	domstevia.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
33	www.somecta.org.mx Fuente de Internet	<1%
34	jupiter.utm.mx Fuente de Internet	<1%
35	Submitted to Universidad Anáhuac Poniente -- Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. Trabajo del estudiante	<1%
36	journals.rifst.ac.ir Fuente de Internet	<1%
37	bedoyectaus.com Fuente de Internet	<1%
38	cicytac.cba.gov.ar Fuente de Internet	<1%
39	dias.library.tuc.gr Fuente de Internet	<1%
40	Submitted to Universidad de San Martín de Porres Trabajo del estudiante	<1%

41	Submitted to Florida International University Trabajo del estudiante	<1 %
42	www.silae.it Fuente de Internet	<1 %
43	lume.ufrgs.br Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
45	pubs.sci epub.com Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Hochschule Fulda Trabajo del estudiante	<1 %
47	biblioteca.ucp.edu.co Fuente de Internet	<1 %
48	melhorcomsaude.com.br Fuente de Internet	<1 %
49	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to Corporación Universitaria del Caribe Trabajo del estudiante	<1 %
51	bibliotecadigital.udea.edu.co Fuente de Internet	<1 %

52	baadalsg.inflibnet.ac.in Fuente de Internet	<1%
53	www.cris.uns.ac.rs Fuente de Internet	<1%
54	docs.exdat.com Fuente de Internet	<1%
55	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1%
56	bibliotecadigital.univalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
57	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1%
58	lajar.ucv.cl Fuente de Internet	<1%
59	ri.uaq.mx Fuente de Internet	<1%
60	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
61	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
62	Submitted to Nanyang Technological University Trabajo del estudiante	<1%
63	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	

<1%

64

www.revistas.una.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

65

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

<1%

66

Submitted to Esumer Institucion Universitaria

Trabajo del estudiante

<1%

67

www.scielo.cl

Fuente de Internet

<1%

68

udg.mx

Fuente de Internet

<1%

69

www.tandfonline.com

Fuente de Internet

<1%

70

jab.alzahra.ac.ir

Fuente de Internet

<1%

71

repositorio.uade.edu.ar

Fuente de Internet

<1%

72

www.docinade.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

73

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

74

bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1%

75	Submitted to University of Sydney Trabajo del estudiante	<1%
76	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
77	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia Trabajo del estudiante	<1%
78	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
79	dspace.umh.es Fuente de Internet	<1%
80	docslide.us Fuente de Internet	<1%
81	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo