

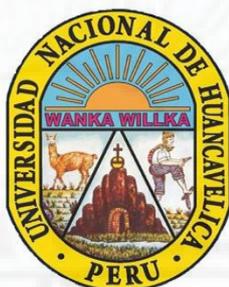
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL DESHIDRATADO
DE CHINA KONOCA (*Xenophyllum poposum*) EN LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y VALOR BIOACTIVO”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Magdalena TAIPE YALLI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION DE VIRTUAL

En la ciudad universitaria de "Común Era"; de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link es: meet.google.com/bjr-xzvw-hcv, el día 04 de febrero del 2021 a horas 03:00 pm., donde se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David RUIZ VILCHEZ
Secretario : Mg. Jovencio TICSIHUA HUAMAN
Vocal : Mtra. Carmen TAPE LUCAS

Designado con Resolución N° 079-2020-D-FCA-UNH (15-12-2020), del proyecto de investigación titulado: "EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL DESHIDRATADO DE CHINA KONOKA (*Xenophyllum poposum*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y VALOR BIOACTIVO"

Cuyo autor es la graduada:

BACHILLER : Magdalena TAPE YALLI

ASESOR : Mg. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERÓN

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del: proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO **POR UNANIMIDAD**

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Dr. David RUIZ VILCHEZ
PRESIDENTE



Mg. Jovencio TICSIHUA HUAMAN
SECRETARIO

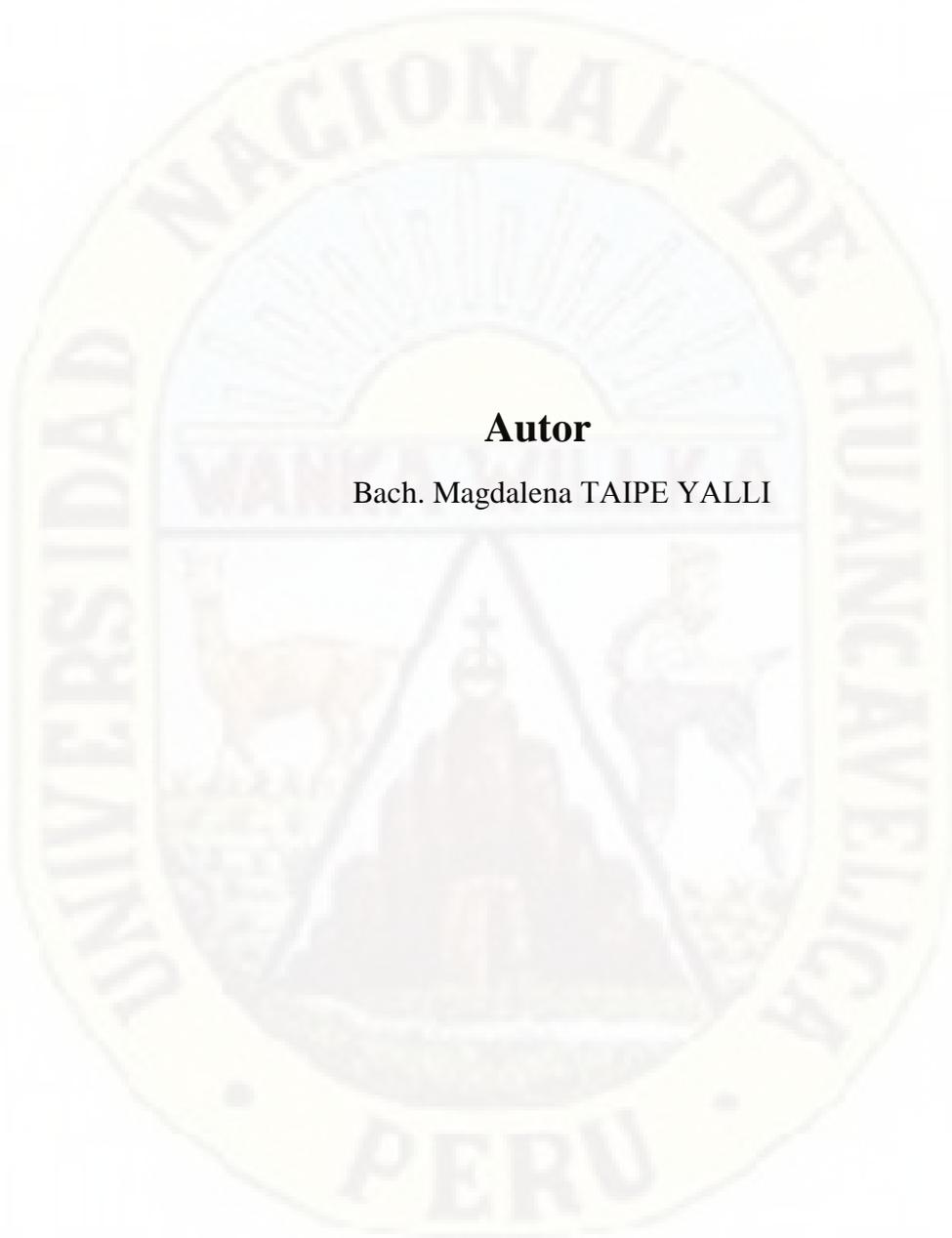


Mtra. Carmen TAPE LUCAS
VOCAL



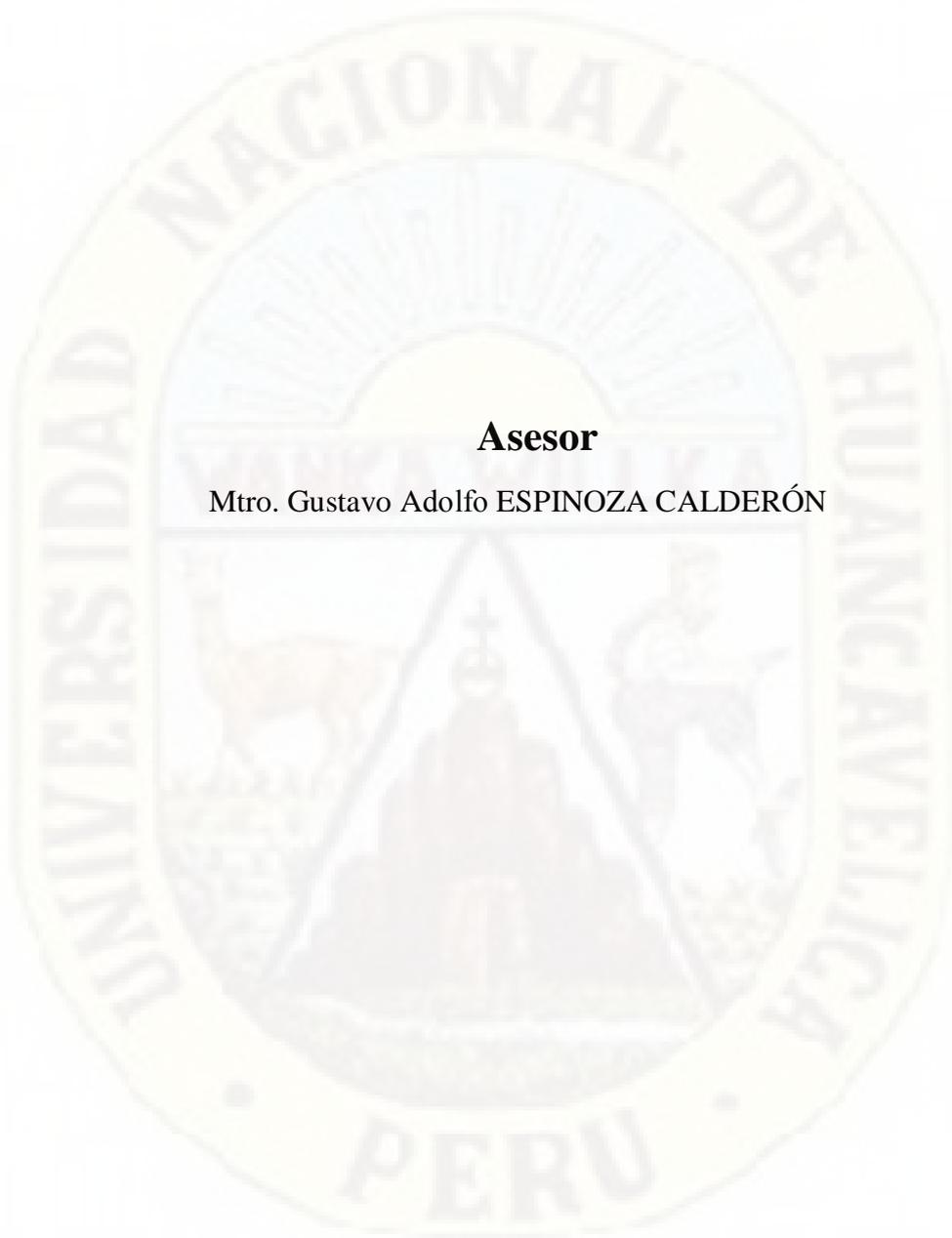
Título

**“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL DESHIDRATADO DE CHINA KONOCA
(*Xenophyllum poposum*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y VALOR
BIOACTIVO”**



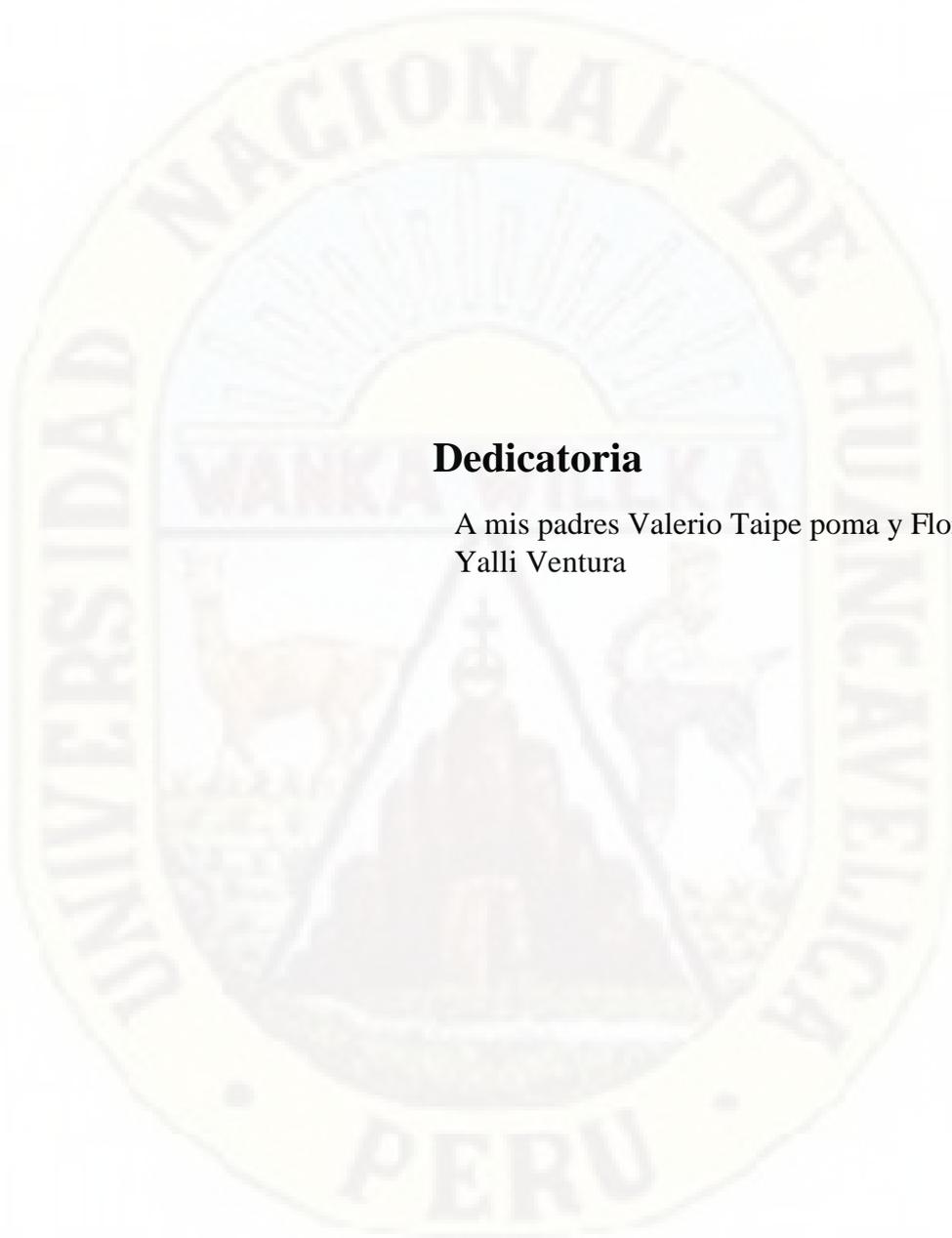
Autor

Bach. Magdalena TAIPE YALLI



Asesor

Mtro. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERÓN



Dedicatoria

A mis padres Valerio Taipe poma y Floriana
Yalli Ventura

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento, admiración y respeto a las siguientes personas que me apoyaron para la realización de este proyecto de investigación.

Al Dr. David Ruiz Vílchez, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias por su colaboración y recomendación durante el desarrollo y culminación de esta tesis.

Al Mg. Alfonso Ruiz Rodríguez, director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por su colaboración.

A mi asesor, el Mg. Gustavo Adolfo Espinoza Calderón, por su valiosa colaboración durante la ejecución y culminación de mi tesis.

Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron de una forma u otra durante el desarrollo y término de esta tesis.

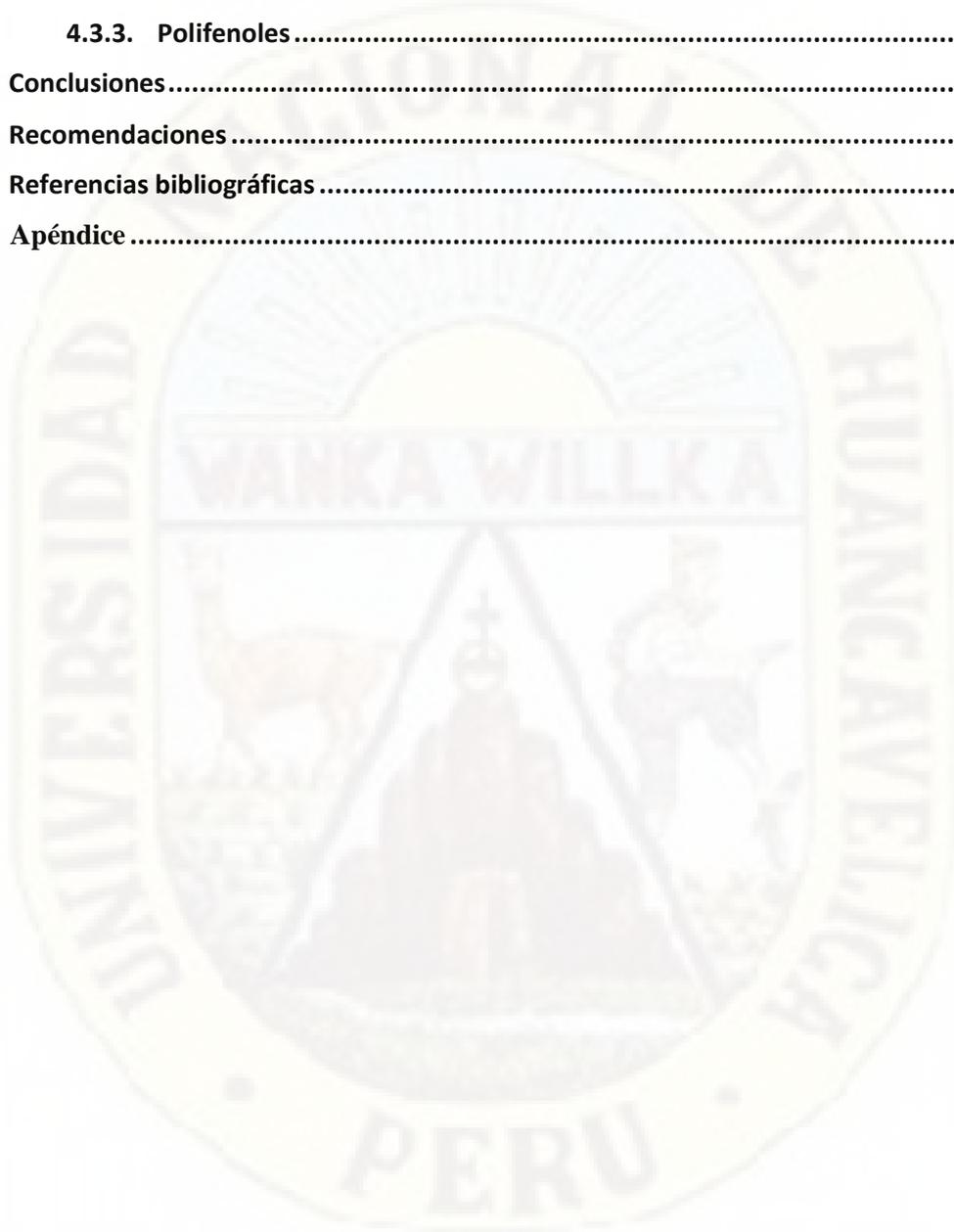
A mi alma máter la Universidad Nacional de Huancavelica por abrirme sus puertas para conseguir mi carrera profesional, así mismo a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a todos los catedráticos que laboran en esta escuela por compartir sus conocimientos científicos, experiencias y exigencias.

Contenido

Acta de Sustentación.....	ii
Título.....	iii
Autor.....	iv
Asesor.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de contenido de tablas.....	xi
Índice de contenido de figuras.....	xii
Índice de contenido de apéndices.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	xvi
CAPÍTULO I.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción del problema.....	17
1.2. Formulación del Problema.....	18
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación.....	19
1.5. Limitaciones.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de Investigación.....	21
2.2. Bases Teóricas.....	25
2.2.1. China konoca.....	25
2.2.2. Deshidratado.....	26
2.2.3. Deshidratado de hojas comestibles.....	27
2.2.4. Deshidratado en bandejas.....	27
2.2.5. Características físico químicas.....	28
2.2.6. Valor de compuestos fenólicos.....	28

2.2.7. Factores que afectan en el deshidratado en bandejas.....	28
2.3. Bases conceptuales	29
2.3.1. Deshidratación.....	29
2.4. Definición de términos.....	29
2.5. Hipótesis.....	30
2.6. Variables	30
2.6.1. Variables independientes	30
2.6.2. Variables dependientes	30
2.7. Operacionalización de variables	30
CAPÍTULO III.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	31
3.2. Tipo de investigación	31
3.3. Nivel de investigación	31
3.4. Población, muestra y muestreo	31
3.4.1. Población.....	31
3.4.2. Muestra	31
3.4.3. Muestreo	32
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5.1. Diseño de investigación.....	32
3.5.2. Procedimiento de deshidratado.....	32
3.5.3. Caracterización fisicoquímica de la china konoca (<i>Xenophyllum poposum</i>)	34
3.5.4. Cinética de deshidratado de la china konoka.....	35
3.5.5. Modelado matemático de la cinética de deshidratado	35
3.5.6. Análisis de polifenoles totales.....	35
CAPÍTULO IV	37
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
4.1. Análisis de información	37
4.1.1. La china konoka	37
4.1.2. Caracterización de las curvas de deshidratado	37
4.1.3. Modelamiento matemático para la pérdida de humedad	38
4.1.4. Determinación del tiempo de equilibrio teórico	41
4.1.5. Contenido de polifenoles totales	41
4.2. Prueba de hipótesis.....	42

4.3. Discusión de resultados.....	43
4.3.1. China konoca	43
4.3.2. Curvas de deshidratado.....	43
4.3.3. Polifenoles	45
Conclusiones.....	47
Recomendaciones	48
Referencias bibliográficas	49
Apéndice	52



Índice de contenido de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	30
Tabla 2. Diseño experimental.....	32
Tabla 3. Contenido de humedad y solidos totales de la china konoka.....	37
Tabla 4. Valores R^2 para el modelado polinómico de grado 2.....	41
Tabla 5. Valores de tiempo de equilibrio en la pérdida de humedad.....	41
Tabla 6. Evaluación de polifenoles totales durante el deshidratado	42
Tabla 7. Prueba de hipótesis.....	42



Índice de contenido de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de deshidratado de hojas (Jinde, 2014).....	27
Figura 2. Diagrama de flujo de deshidratación de china konoka.....	34
Figura 3. Curva de deshidratado a 60 y 80 durante 480 minutos.....	37
Figura 4. Curva de deshidratado a 60° y 80° durante 600 minutos	38
Figura 5. Datos experimentales para la pérdida de humedad en hojas de china konoka por 480 minutos a las temperaturas de 60 y 80 °C.....	38
Figura 6. Datos experimentales para la pérdida de humedad en hojas de china konoka por 600 minutos a las temperaturas de 60 y 80 °C.....	39
Figura 7. Ajuste polinómico de segundo grado a los datos experimentales de pérdida de humedad en china konoka a 60 y 80 °C durante 480 minutos	39
Figura 8. Ajuste polinómico de segundo grado a los datos experimentales de pérdida de humedad en china konoka a 60 y 80 °C durante 600 minutos	40

Índice de contenido de apéndices

Apéndice 1: Informe de determinación de polifenoles totales en muestra deshidratada e china konoka.....	52
Apéndice 2: Informe de determinación de polifenoles totales en muestra deshidratada de china konoka	53
Apéndice 3: Muestras fresca de china konoka	54
Apéndice 4: Muestra deshidratada de china konoka.....	55
Apéndice 5: Testimonio fotográfico	56
Apéndice 6: Matriz de consistencia.....	57



Resumen

El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de la china konoca (*Xenophyllum poposum*) en las características fisicoquímicas, expresadas en términos de humedad y sólidos totales; y el valor bioactivo, expresado como polifenoles totales. Para ello, se efectuó la evaluación de cinética de deshidratado de esta planta a 60 y 80 °C, durante 480 y 600 minutos, en donde se hizo las mediciones de pérdida de humedad. Se obtuvieron gráficas de velocidad de deshidratado en función del tiempo, temperatura y la humedad, con estos datos se realizó un modelado matemático de cada tratamiento para describir la tendencia en las curvas de deshidratado y predecir el tiempo de equilibrio en el decrecimiento de humedad. Resultando un modelo polinómico de segundo grado el que mostró mejor bondad de ajuste en la cinética de secado por aire caliente. Se tomó el tratamiento con 480 min y 80 °C, por presentar una mayor velocidad de pérdida de humedad, para evaluar la variación de polifenoles de la china konoca, que fue inicialmente de 19.27 mg AGE/100g de muestra fresca con 55% de humedad, menguando a 9.51 mg AGE/100g de muestra deshidratada a 6.51% de humedad.

Palabras clave: *Xenophyllum poposum*, china konoca, deshidratación, polifenoles totales

Abstract

The purpose of this work was to evaluate the effect of time and temperature of the dehydrated of china konoca (*Xenophyllum poposum*) on the physicochemical characteristics, expressed in terms of humidity and total solids; and the bioactive value, expressed as total polyphenols. For this, the dehydration kinetics of this plant was evaluated at 60 and 80 °C, for 480 and 600 minutes, where the moisture loss measurements were made. Dehydration speed graphs were obtained as a function of time, temperature and humidity, with these data a mathematical modeling of each treatment was carried out to describe the trend in the dehydration curves and predict the equilibrium time in the decrease in humidity. Resulting in a second degree polynomial model which showed the best goodness of fit in the kinetics of hot air drying. The treatment was taken with 480 min and 80 ° C, due to its higher humidity loss rate, to evaluate the variation of polyphenols from china konoca, which was initially 19.27 mg AGE / 100g of fresh sample with 55% humidity, decreasing to 9.51 mg AGE / 100g of dehydrated sample at 6.51% humidity.

keywords: *Xenophyllum poposum*, china konoca, dehydration, total polyphenols

Introducción

La china konoca (*Xenophyllum poposum*) es una planta andina que crece en Perú, en zonas de climas fríos, como en el barrio San Felipe, distrito de Pilpichaca, departamento de Huancavelica. Sin embargo, esta planta que crece de manera silvestre, todavía no ha sido utilizada en la agroindustria, simplemente es utilizada de manera ocasional por la población, a manera de infusión casera. Es muy apreciada por aquellas personas que conocen esta planta y la usan, debido a sus cualidades curativas, por su sabor y aroma intenso. El propósito de esta investigación es obtener un producto deshidratado, para preservar los compuestos bioactivos, al terminar las etapas de procesamiento en la china konoca, ya que son beneficiosos para el consumo humano. En la actualidad existen escasos conocimientos sobre esta planta andina, la cual es consumida por los pobladores de la zona sin conocimiento exacto de sus compuestos, únicamente por sus propiedades curativas, para el dolor estomacal, “mal de viento” y soroche, lo cual me conlleva a realizar este proyecto de investigación. Para ello se realizará la deshidratación de la china Konoca por aire caliente mediante estufa, evaluando el efecto del tiempo y temperatura de deshidratado que permitan conservar en lo posible las características fisicoquímicas y valor bioactivo. Se espera, mediante este trabajo, lograr un producto con mayor tiempo de vida útil, para aplicarlo a nivel comercial en el mercado regional, nacional e internacional.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La Organización mundial de la salud (2013), reconoce la fitoterapia como terapia alternativa de eficacia comprobada. Actualmente por causa del alto coste de los medicamentos industrializados y la tendencia de los consumidores a utilizar productos de origen vegetal, el comercio de plantas medicinales está en expansión en todo el mundo. A lo largo de la historia de la humanidad las plantas medicinales han sido utilizadas como remedios debido a las propiedades curativas que poseen algunas especies. Durante mucho tiempo las plantas medicinales fueron el principal recurso disponible para la medicina. Por esta razón fueron desarrollándose numerosos estudios sobre esas plantas e investigaciones sobre el uso de sus productos y derivados. A nivel mundial el 40% de los remedios son derivados directa o indirectamente de fuentes naturales, siendo el 75% de origen vegetal y el 25% de origen animal y microorganismos. Y el 80% de la población mundial hace uso de alguna planta medicinal o aromática, siendo el 30% por indicación médica.

En Huancavelica también cuenta con una diversidad de plantas medicinales entre ellas está la china konoca muy utilizada por sus propiedades curativas. La falta de conocimiento de las propiedades curativas de esta planta hace que no valoremos la diversidad que es existente en la región sabiendo sus propiedades podríamos contribuir en el alivio de malestares como el dolor estomacal, soroche o “mal viento”. Gracias a sus efectos curativos, está siendo usada en la población de manera artesanal sin ser investigada. En el centro poblado del Barrio San Felipe, distrito de Pilpichaca, región Huancavelica, esta planta habita todo el año, con una mayor producción en los meses de enero hasta abril, es utilizada por los pobladores en infusiones, como medicina alternativa, principalmente para controlar los dolores estomacales. Es importante señalar

que debido al gran valor biológico que tiene la china konoca, es utilizada y comercializada por los pobladores de la zona, especialmente gracias a los atributos que ofrece en la medicina natural y tradicional, y es consumido como un mate. Es por ello que despierta el interés, de realizar el estudio del efecto del tiempo y temperatura de las características fisicoquímicas y valor bioactivo, con la finalidad de promover el consumo de esta planta nativa y acceso a la compra de este producto.

El propósito de la investigación es evaluar el efecto del tiempo y temperatura en el deshidratado en bandejas en las características fisicoquímicas y valor bioactivo de la china konoca el cual permite realizar un mejor diseño experimental sencillo.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de china konoca (*Xenophyllum poposum*) en las características fisicoquímicas y valor bioactivo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de la china konoca (*Xenophyllum poposum*) en las características fisicoquímicas y valor bioactivo

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de deshidratado en las características fisicoquímicas, expresado en términos de humedad y sólidos totales de la china konoca. (*Xenophyllum poposum*).

- Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura de deshidratado de la china konoca. (*Xenophyllum poposum*) en el valor bioactivo, expresado como contenido de polifenoles totales.
- Realizar un modelado matemático de la cinética de deshidratado de la china konoca para evaluar el efecto del tiempo y temperatura.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación, tiene mucha importancia para facilitar o dar a conocer sobre el efecto del tiempo y temperatura en el deshidratado en bandejas sobre las características fisicoquímicas y de valor bioactivo de la china konoca (*Xenophyllum poposum*). Que a su vez esta planta es muy utilizada en las zonas donde crece, debido a que tiene efectos beneficiosos en aliviar el dolor estomacal, soroche y el mal viento que habita en el departamento de Huancavelica, esta planta posee una reconocida utilización en problemas cardiovasculares, así como también, para atenuar dolores estomacales.

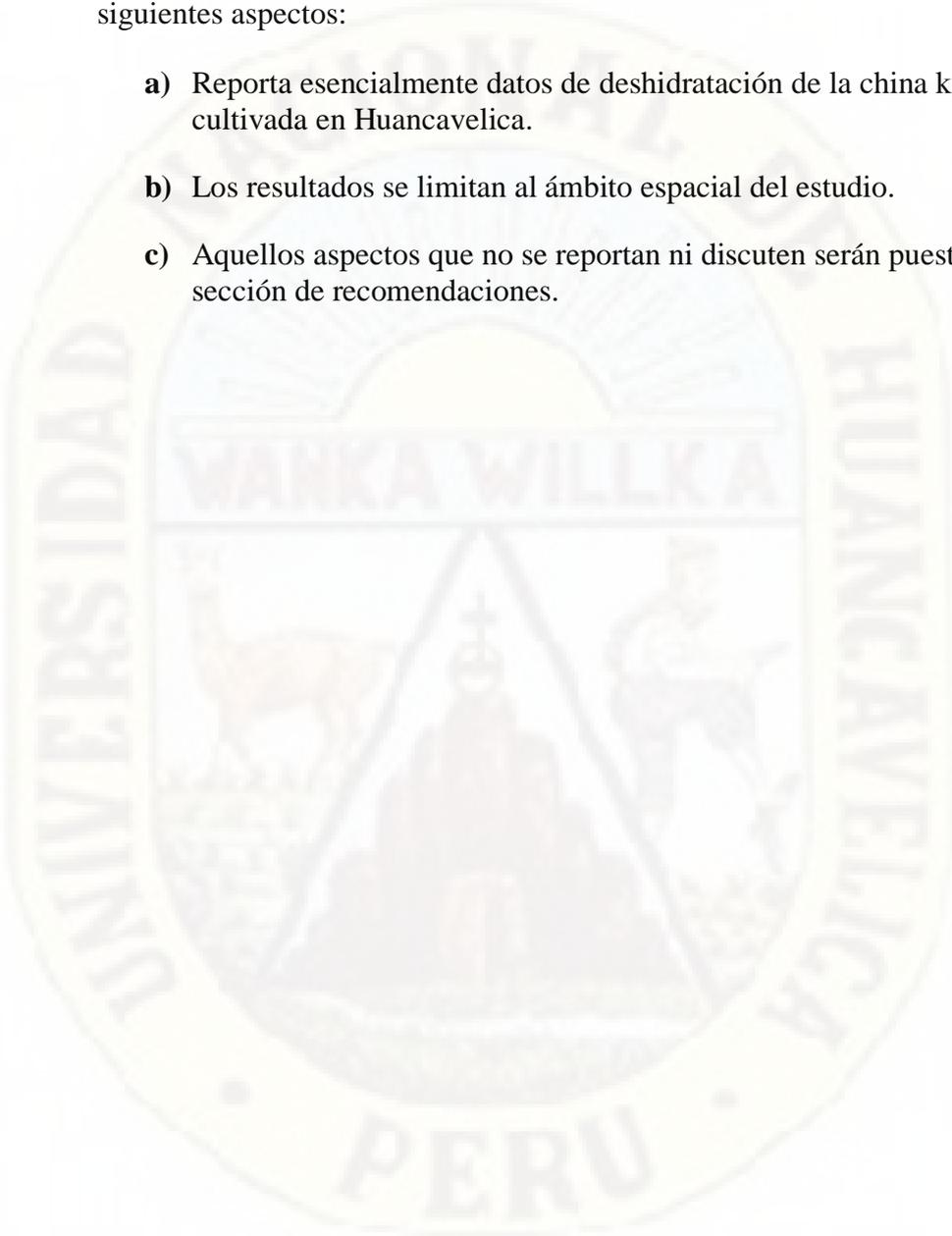
Esta investigación tiene como fin dar una alternativa, a las necesidades de transformación de plantas nativas. Por lo que es necesario promover y desarrollar la potencialidad de este producto, para lo cual se realizará el método de deshidratado para su conservación, como una alternativa tecnológica, conociendo el estudio básico de la variación de efecto del tiempo y temperatura en el deshidratado en bandejas sobre las características fisicoquímicas y valor bioactivo a la china konoca (*Xenophyllum poposum*), en relación a los niveles altitudinales donde se desarrolla.

Se considera necesario aprovechar las bondades de esta planta que hasta la fecha no ha tenido aplicaciones en el campo agroindustrial y farmacéutico. Además, con los resultados finales de este proyecto de investigación, se brindará información básica para realizar diferentes procesos agroindustriales de la especie de (*Xenophyllum poposum*).

1.5. Limitaciones

La presente investigación por su carácter básico y descriptivo se limita a los siguientes aspectos:

- a) Reporta esencialmente datos de deshidratación de la china konoca cultivada en Huancavelica.
- b) Los resultados se limitan al ámbito espacial del estudio.
- c) Aquellos aspectos que no se reportan ni discuten serán puestos en la sección de recomendaciones.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Se han encontrado investigaciones del entorno internacional, nacional y local, las mismas que a continuación se mencionan.

Quispe (2017), estudió el efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de *Xenophyllum dactylophyllum* “conoca” en ratones albinos, durante este estudio analizó la composición de esta materia prima, obteniendo un porcentaje de humedad de 48.575% y ceniza de 4.285%

Monares (2015), en su investigación realizada sobre la "deshidratación de la punamuña (*Satureja boliviana*) en deshidratador de bandejas” como objetivo planteó del estudio para evaluar la deshidratación de las hojas de punamuña (*Satureja boliviana*) en un secador de bandejas bajo condiciones de temperatura y velocidad de aire. Se determinó la humedad de equilibrio, las curvas de velocidad, la cinética de secado y el modelado de deshidratación en un secado convectivo, así como las curvas de velocidad. Llegando a deshidratar las hojas de punamuña en un secador de bandejas a las temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C a las velocidades de aire de 0.5 m/s y 1.0 m/s, con humedades relativas iniciales de 60%. Se determinó curvas de secado para las hojas de punamuña a 40 °C, 50 °C y 60 °C las velocidades de secado 0.5 m/s y 1.0 m/s, estas presentan una relación inversa con la temperatura y la velocidad del aire de secado, siendo que la velocidad de aire y la temperatura tienen efecto significativo inverso ($p\text{-value} < 0.05$) sobre la humedad final del producto, Se encontró que el modelo de secado que mejor se ajustó para las temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C a 0.5 m/s fue el de Thompson presentando valores $R^2 > 0.94$ y $\%E < 22.77$ y la tendencia de la curva para ambas velocidades de aire, mientras que para las mismas temperaturas y velocidad de aire a 1.0m/s fue el de Page ($R^2 > 0.985$).

Erazo (2016), en el trabajo de investigación estudio del efecto de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante de la flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa l.*). La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) es una planta que por sus abundantes propiedades medicinales se la considera como representante de la familia de las malváceas, originaria de la India e introducida al continente americano por la isla de Jamaica de donde deriva su nombre. Al realizar la determinación de las propiedades físico-químicas de los cálices frescos de jamaica se reportaron los siguientes valores promedio: 90.40 % de humedad, 8.40 °Brix de concentración de sólidos solubles, 2.77 % de acidez titulable reportada como ácido cítrico, 0.641 % de Cenizas Totales y pH de 1.93. El proceso de deshidratación se llevó a cabo en un secador de bandejas a dos temperaturas: 50 °C y 60 °C, y con dos morfologías del sépalo: Flor Entera y Pétalos para cada temperatura. Con el fin de medir la actividad antioxidante de los cálices deshidratados se realizó la determinación de polifenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu y el análisis de la capacidad antioxidante aplicando el método ABTS. Se determinó que las mejores condiciones para la deshidratación de los cálices de flor de jamaica fueron a una temperatura de 60 °C con la forma de sépalo Flor Entera, tratamiento que reportó un contenido de polifenoles de 372.369 (meq ácido gálico/100 g de muestra seca) con una mayor capacidad antioxidante de 617.961 (Eq μ mol Trolox/100 g de muestra seca). El rendimiento obtenido fue del 13.90 %. Tras la caracterización del producto seco se determinó que los cálices deshidratados de jamaica cumplen los requerimientos de la Norma Técnica Ecuatoriana de hierbas aromáticas al reportar un 6.96 % de humedad y 1.03 % de cenizas insolubles en ácido. Los cálices de flor de jamaica son una fuente de antioxidantes.

Guarniz (2015), presentó una investigación donde estudió el efecto del tiempo y temperatura durante secado convectivo en la humedad y color del rocoto (*capsicum pubescens*) y costo energético del proceso. Realizó el secado posterior a un escaldado en agua a temperatura de ebullición por un minuto. Los parámetros determinados para el proceso fueron hallados en un diseño compuesto central rotacional (DCCR). Las temperaturas y tiempos

experimentados oscilaron entre 50 y 70°C durante 4 y 8 horas respectivamente; manteniendo la velocidad de aire a 3 m/s. Los niveles óptimos para el proceso se determinaron mediante la metodología de superficie de respuesta, obteniendo como respuesta un rango de temperatura de 65 - 70°C y tiempo de 5.7 – 7.7 horas, consiguiéndose una humedad del 7.72 a 10.00%, una ΔE de 15.75 a 16 y costo energético de 20.00 a 26.089 S/. /kg de tiras de rocoto fresco.

Isla (2016), evaluó el contenido de compuestos fenólicos en la hoja de *Phyllanthus niruri*, también conocido como cahncapiedra, determinada por espectrofotometría usando el método Folin- Ciocalteu y utilizando ácido gálico como referencia. Los resultados muestran que la cantidad encontrada fue de $9,78 \pm 0,12$ mg de ácido gálico/g de hoja seca. La especie *Phyllanthus niruri* presenta un alto contenido de polifenoles totales.

Henderson (2014), determinó el contenido de polifenoles y su actividad antioxidante del zapallo loche (*Cucurbita moschata* Duchesne) fresco, sancochado y frito. Donde obtuvo como resultados que el contenido de polifenoles en el zapallo loche fresco (103.869 mg ácido gálico/100g muestra) fue mayor que en el zapallo loche sancochado (48.000 mg ácido gálico/ 100g muestra), seguido del zapallo loche frito (43.804 mg ácido gálico/ 100g muestra).

Taipe (2017), determinó el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes hidrofílica de dos variedades de mashua: Amarilla Zapallo y Negra, en tres estados: fresco, soleado (exposición al sol por 7 días) y cocido (mashuas Soleados y cocidas por 15 minutos). El análisis fisicoquímico realizado, varió notablemente entre el estado fresco, soleado y cocido, encontrándose un aumento de los componentes en el estado soleado en las dos variedades. En cuanto al pH de las dos variedades aumentaron luego del soleado y la cocción, a diferencia de la acidez titulable que disminuyó. Se obtuvo un aumento de azúcares reductores en el estado soleado, además presentaron resultados bastante cercanos, pero significativamente diferente entre las dos variedades. El contenido de fenoles totales y capacidad

antioxidante ensayados variaron notablemente entre las dos variedades, encontrándose valores altos en la mashua negra, pero presentó diferencias significativas entre los diferentes estados, en el contenido de fenoles totales se encontró valores de 17,43; 18,60 y 16,65 mg de ácido gálico/g en el estado fresco, soleado y fresco respectivamente; presentando un incremento en el contenido de fenoles totales en 20,83 % para la variedad amarillo zapallo y 9,37 % para la variedad negra después del soleado, pero posteriormente al tratamiento térmico, se apreció una disminución del 16,77% para la variedad amarillo zapallo y 10,48%, para la negra.

Godos (2018), determinó la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles en hojas de *Cestrum Auriculatum* L'Her (hierba santa). De acuerdo a la investigación se realizó la extracción exhaustiva de las hojas de *Cestrum Auriculatum* L'Her (hierba santa) y los métodos que se utilizaron fueron el método de secuestro de radicales libres DPPH para determinar la actividad antioxidante y el método de Folin –Ciocalteu, para determinar el contenido de polifenoles. De acuerdo a los resultados para la actividad antioxidante in vitro fue 190.57 ± 49.04 mM trolox eq./g de hojas secas, para la cuantificación de polifenoles fue $23,95 \pm 1,7274$ mg de catequina/g de hojas secas. En este estudio concluyó que las hojas de hierba santa presentaron un alto contenido de polifenoles y actividad antioxidante.

Luque (2016), evaluó la influencia de la concentración de hojas frescas de muña, cola de caballo y hierba luisa de una infusión saborizada con pulpa de maracuyá sobre su contenido de polifenoles totales y aceptabilidad sensorial. Para este estudio de tipo experimental se utilizó el diseño de mezclas con 13 tratamientos para 4 variables independientes. Para el análisis de resultados se aplicó la metodología de superficie de respuesta. Se concluyó que la influencia de la mezcla de hierbas sobre los polifenoles totales es significativa al nivel del 5%, siendo las hierbas muña y cola de caballo las que aportan a la bebida más de 230 $\mu\text{g/ml}$ de polifenoles totales, y los de menor aporte resultaron la hierba luisa y pulpa de maracuyá con menos de 170 $\mu\text{g/ml}$. Asimismo la aceptabilidad

sensorial de la infusión, fue significativa para el color y la apariencia. La mezcla óptima de hierbas de mayor aceptación fue muña 50%, cola de caballo 5%; hierba luisa 25% y pulpa de maracuyá 20%; a dicha mezcla óptima le corresponde un contenido de polifenoles totales 244 µg/ml ácido gálico, con una aceptabilidad del color de 5,55; olor 5,77; sabor 5,87; apariencia 6,14; valores estimados mediante las ecuaciones halladas.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. China konoca

La china konoca (*Xenophyllum poposum*) es una planta nativa que crece a más de 4489 metros sobre el nivel del mar, sin la intervención del hombre. Uno de los lugares donde abunda esta planta es en el barrio de San Felipe, distrito de Pilpichaca en el departamento de Huancavelica. Puede medir de 5 a 7 centímetros de alto, tiene un fuerte aroma, presenta una forma flosculosa, en forma de medialuna; de tallo engrosado, corto, leñoso con el follaje apretado, raíces fibrosas, hojas imbricadas, dispuestas helicoidalmente, de color pardo-verdoso, flores con cáliz plumoso, dimorfas, las marginales labiadas liguladas, blancas, femeninas. Crece en suelos arenoso-rocosos y muy húmedos. Su hábitat son los bofedales y alto andinas. La china konoca (*xenophyllum poposum*) hoy en día es utilizada y consumida como un mate por los habitantes del barrio de San Felipe.

a) Taxonomía

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: <i>Xenophyllum</i>
Especie	: <i>Xenophyllum poposum</i>

Nombre vulgar : China konoca

b) Especies o variedades

Según Femenia (2007), existe dos especies, como el *Xenophyllum poposum* y el *Xenophyllum poposas*.

c) Consumo y usos de la china konoca (*Xenophyllum poposum*)

Esta planta nativa es consumida en mate y como remedio casero para aliviar dolores estomacales, soroché o mal de altura y viento por los habitantes, que ya saben sus propiedades medicinales, algunos lo consumen como infusión por su agradable aroma y por ser una planta curativa con buenos efectos.

d) Beneficios o propiedades curativas

Entre los beneficios que brinda la china konoca (*xenophyllum poposum*), está calmar las hemorragias pulmonares y del estómago. El cocimiento de las hojas con sal se usa en baños y fomentos contra los dolores musculares y de huesos, y para desinflamar las piernas de personas enfermas con gota. Las hojas secas y pulverizadas se emplean para espolvorear heridas⁸.

Según los habitantes de la zona donde crece la china konoca (*Xenophyllum poposum*), esta planta nativa les calma los dolores estomacales, mal viento, soroche; haciendo que las personas que lo consumen confíen en sus propiedades curativas.

2.2.2. Deshidratado

Es la alteración o falta de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo, también se puede definir como la pérdida de agua corporal por encima del 3% . Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad).

2.2.3. Deshidratado de hojas comestibles

Jinde (2014), propone un diagrama de flujo para el secado de hojas comestibles, posterior envasado para almacenamiento.



Figura 1. Diagrama de flujo de deshidratado de hojas (Jinde, 2014)

2.2.4. Deshidratado en bandejas

El deshidratado en bandejas, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para la muestra. El proceso de deshidratado consiste en la remoción de humedad de una sustancia, involucrando los fenómenos de transferencia de calor y masa, en forma simultánea. La transferencia de masa ocurre cuando el sólido pierde humedad y la

transferencia de calor se verifica cuando el medio ambiente (aire) entrega calor al sólido, el que se emplea en la evaporación del agua que se va incorporando al aire a medida que transcurre el proceso de deshidratado. Una de las formas usuales de deshidratado consiste en hacer circular una corriente de aire caliente o mediante el calor solar natural por sobre el material a secar, como se muestra en la siguiente figura.

2.2.5. Características físico químicas

Las propiedades físico química son aquellas que se pueden medir sin que se afecte la composición o la identidad de la sustancia. Es decir, una transformación de su estructura interna, convirtiéndose en otras sustancias nuevas. Dichos cambios químicos, pueden ser alterables o inalterables, cuando éstos últimos ocurren en una sola dirección.

2.2.6. Valor de compuestos fenólicos

Las plantas medicinales contienen cientos de fotoquímicos en mayor cantidad se encuentran los compuestos fenólicos y flavonoides, beneficiosos para nuestra salud. Estas sustancias actúan como sistema de defensa y protegen a las plantas de infecciones dándoles color, aroma y propiedades particulares. Cómo no son nutrientes, no son esenciales para nuestro organismo, pero potencian la acción de otros nutrientes. Aunque se desconoce la interacción que tienen muchos fotoquímicos con otras sustancias, si se sabe de algunas de sus propiedades beneficiosas para la salud, como su poder antioxidante que protege frente a los efectos de algunas enfermedades crónicas. Valor bioactivo

2.2.7. Factores que afectan en el deshidratado en bandejas

El efecto del tiempo tiene relación directamente en el deshidratado en bandejas y con el efecto de temperaturas. Es importante conocer el

tiempo de deshidratado para la características y valor bioactivo de la china konoca (*Xenophyllum poposum*). Para obtener un deshidratado óptimo es necesario que sea en el menor tiempo para evitar el deterioro de las hojas de la planta.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Deshidratación

Es la alteración o falta de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo, también se puede definir como la pérdida de agua corporal por encima del 3%.

2.4. Definición de términos

- **China konoca (*Xenophyllum poposum*):** es una planta nativa y medicinal que posee excelentes propiedades que cura el cólico estomacal, soroché y mal de altura.
- **Caracterización fisicoquímica:** Son aquellas que se pueden medir u observar sin alterar la composición de la sustancia. Como PH, humedad, Acidez, Ceniza, Proteína aquellas que pueden ser observadas solo cuando una sustancia sufre un cambio en su composición. Dentro del procedimiento que se llevara a cabo
- **Valor bioactivo:** son muchos fotoquímicos, u otras sustancias, para saber de algunas de sus propiedades beneficiosas para la salud, como su poder antioxidante que protege frente de algunas enfermedades valor bioactivo
- **Deshidratado:** es el método de conservación de alimentos más antiguo que existe, cuyo fin es disminuir el contenido de agua.
- **Deshidratado en bandejas:** para la muestra, el proceso de deshidratado consiste en la disminución de humedad de una sustancia, involucrando los fenómenos de transferencia de calor y masa, en forma simultánea. La

transferencia de masa ocurre cuando el sólido pierde humedad y la transferencia de calor se verifica cuando el medio ambiente (aire).

2.5. Hipótesis.

El tiempo y temperatura en el deshidratado influye significativamente en la caracterización fisicoquímica y valor bioactivo de la china konoca (*Xenophyllum poposum*)

2.6. Variables

2.6.1. Variables independientes

- Tiempo de deshidratado de la china konoca
- Temperatura de deshidratado de la china konoca

2.6.2. Variables dependientes

- Características fisicoquímicas (contenido de humedad y solidos totales)
- Valor bioactivo (polifenoles totales)

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Nominal	Definición operativa	Indicadores	Unidades
Tiempo	Independiente	Tiempo	Minutos
Temperatura	Independiente	Temperatura	°C
Característica fisicoquímica	Dependiente	Humedad y solidos totales	%
Valor bioactivo	Dependiente	Polifenoles totales	mg GAE/g

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito temporal y espacial**

El presente trabajo de investigación se elaboró en 2019 y 2020. Con china konoca cultivada en la región Huancavelica. La ejecución se realizó en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ciencias Agrarias, filial Acobamba de la Universidad Nacional de Huancavelica y el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.2. **Tipo de investigación**

La investigación será de tipo aplicada porque busca amplificar y aclarar los conocimientos de la china konoca dependiendo del descubrimiento y aportes teóricos.

3.3. **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo; porque sigue el entendimiento. De la experimentación, se selecciona datos asignados a la situación de control, en la caracterización fisicoquímica y valor bioactivo.

3.4. **Población, muestra y muestreo**

3.4.1. **Población**

En el presente trabajo de investigación se utilizará las hojas de la china konoca (*Xenophyllum poposum*) precedente del Barrio San Felipe, distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará de la región Huancavelica

3.4.2. **Muestra**

La muestra fue de 10 kilogramos de hojas frescas de china konoca (*Xenophyllum poposum*).

3.4.3. Muestreo

El muestreo será al azar

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para recolección de datos fueron las siguientes:

3.5.1. Diseño de investigación

Se aplicó un arreglo factorial para un DBCA (Triola, 2018)

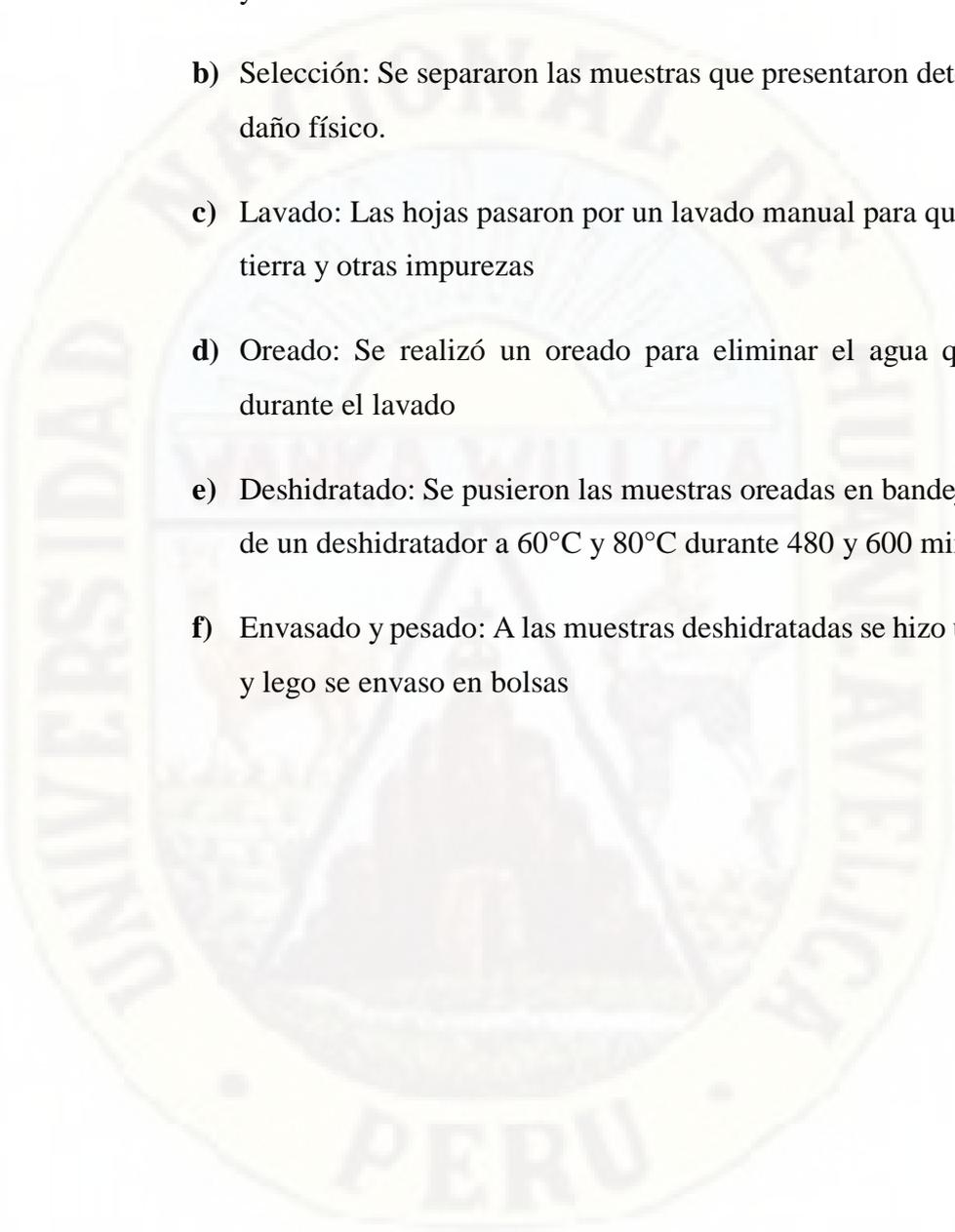
Tabla 2. Diseño experimental

Tiempo (horas)	Temperatura (°C)	
	60	80
8	R ₁₁₁	R ₂₁₁
	R ₁₁₂	R ₂₁₂
10	R ₁₂₁	R ₂₂₁
	R ₁₂₂	R ₂₂₂

Se hicieron cuatro tratamientos y dos repeticiones para cada uno y se determinaron como variables respuesta: humedad. Al mejor tratamiento se le determinó cantidad de polifenoles totales

3.5.2. Procedimiento de deshidratado

Para el proceso de deshidratado de la china konoka se trabajó en base a lo reportado por Aliaga y Acevedo (2018), con las siguientes operaciones unitarias:

- 
- a) **Recepción y pesado:** Se recogió las hojas de china konoka fresca luego se hizo un control visual de la materia prima; se pesó, registró y verificó el total.
- b) **Selección:** Se separaron las muestras que presentaron deterioro y daño físico.
- c) **Lavado:** Las hojas pasaron por un lavado manual para quitar la tierra y otras impurezas
- d) **Oreado:** Se realizó un oreado para eliminar el agua que quedo durante el lavado
- e) **Deshidratado:** Se pusieron las muestras oreadas en bandejas dentro de un deshidratador a 60°C y 80°C durante 480 y 600 minutos
- f) **Envasado y pesado:** A las muestras deshidratadas se hizo un pesado y luego se envaso en bolsas

china konoka

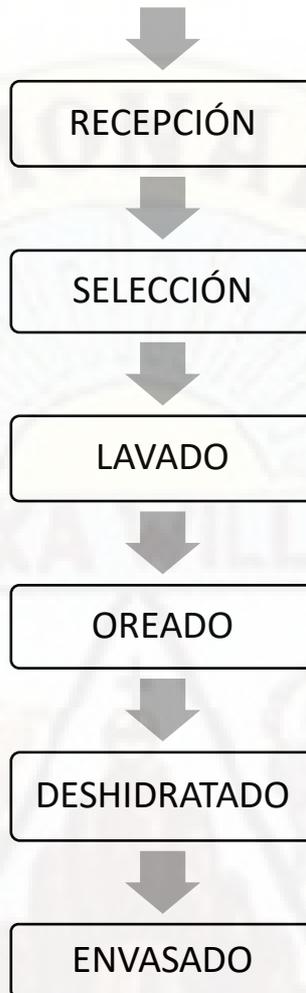


Figura 2. Diagrama de flujo de deshidratación de china konoka

3.5.3. Caracterización fisicoquímica de la china konoka (*Xenophyllum poposum*)

La caracterización fisicoquímica se realiza de acuerdo al método de referencia de AOAC (AOAC, 2017), uno de los principales compuestos que se puede determinar es la humedad, debido a que es el compuesto predominante en las plantas, el cálculo de humedad se basa en la determinación gravimétrica de pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante a una temperatura determinada; como

complemento a esto se determina la cantidad de solidos totales. La ecuación utilizada para determinación de humedad es la siguiente:

$$\%HUMEDAD = \frac{P_i - P_f}{P_i}$$

Donde:

P_i : Peso inicial de la muestra

P_f : Peso final de la muestra

3.5.4. Cinética de deshidratado de la china konoka

La caracterización de cinéticas de deshidratado se desarrolla graficando la evolución de la pérdida de humedad de la china konoka en función del tiempo hasta que llega al equilibrio de deshidratado, para las diferentes temperaturas de deshidratado, donde se explican el suceso de los periodos correspondientes. (Pineda et al., 2009).

3.5.5. Modelado matemático de la cinética de deshidratado

El modelado de cinética de deshidratado se realiza mediante un ajuste matemático, el cual puede ser polinómico, exponencial, logarítmico, etc. Para esto se elige el modelo de mayor arreglo tomando en cuenta el coeficiente de determinación (R^2), se correlaciona los valores experimentales, de ganancia de pérdida de humedad versus tiempo, para obtener expresiones empíricas a partir de análisis de regresión.

$$\%H = f(\Theta)$$

Dónde:

$\%H$ = pérdida de humedad

$f(\Theta)$ = modelo matemático en función al tiempo

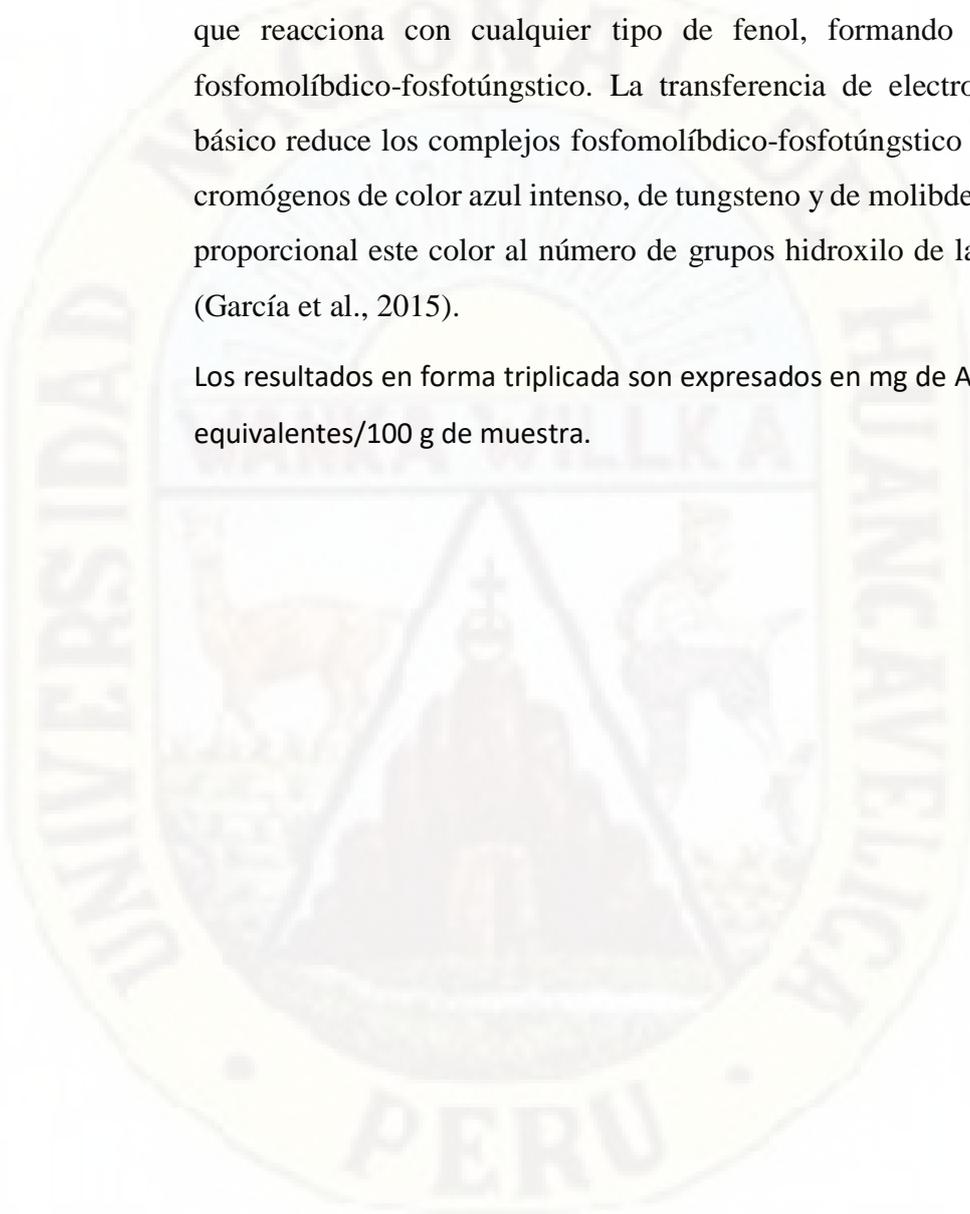
3.5.6. Análisis de polifenoles totales

El valor bioactivo de la china konoka, se evaluó mediante el análisis de polifenoles totales, se realizó conforme a la reacción colorimétrica de Folin- Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965, citado por Jurado et al.,

2016), este método opera reduciéndolos en una solución alcalina, resultando la formación de un complejo de coloración azul.

El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reacciona con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico. La transferencia de electrones a pH básico reduce los complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico en óxidos, cromógenos de color azul intenso, de tungsteno y de molibdeno, siendo proporcional este color al número de grupos hidroxilo de la molécula (García et al., 2015).

Los resultados en forma triplicada son expresados en mg de Acido gálico equivalentes/100 g de muestra.



CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. La china konoka

La Tabla 4, muestra el análisis de humedad la china konoka utilizada durante la aplicación de los tratamientos. Estos resultados muestran en general una considerable cantidad de agua.

Tabla 3. Contenido de humedad y solidos totales de la china konoka

producto	% humedad	% Sólidos totales
china konoka	55.0% \pm 0.13	45%

4.1.2. Caracterización de las curvas de deshidratado

El desarrollo del deshidratado de la muestra de china konoka se muestran en la Figura 3 y 4 a través de las curvas de deshidratado a las temperaturas de 60°C y 80°C, por un tiempo de 480 y 600 minutos

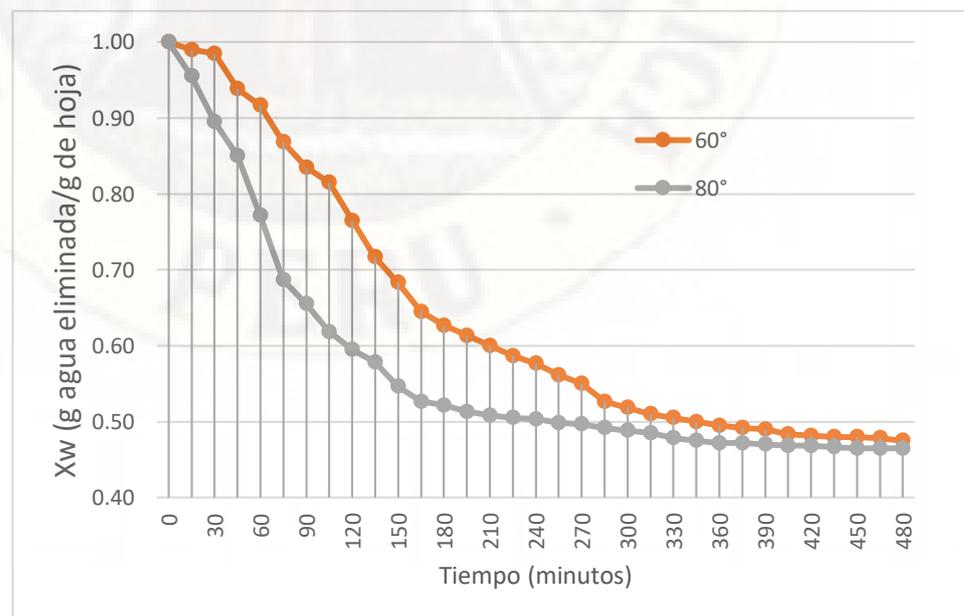


Figura 3. Curva de deshidratado a 60 y 80 durante 480 minutos

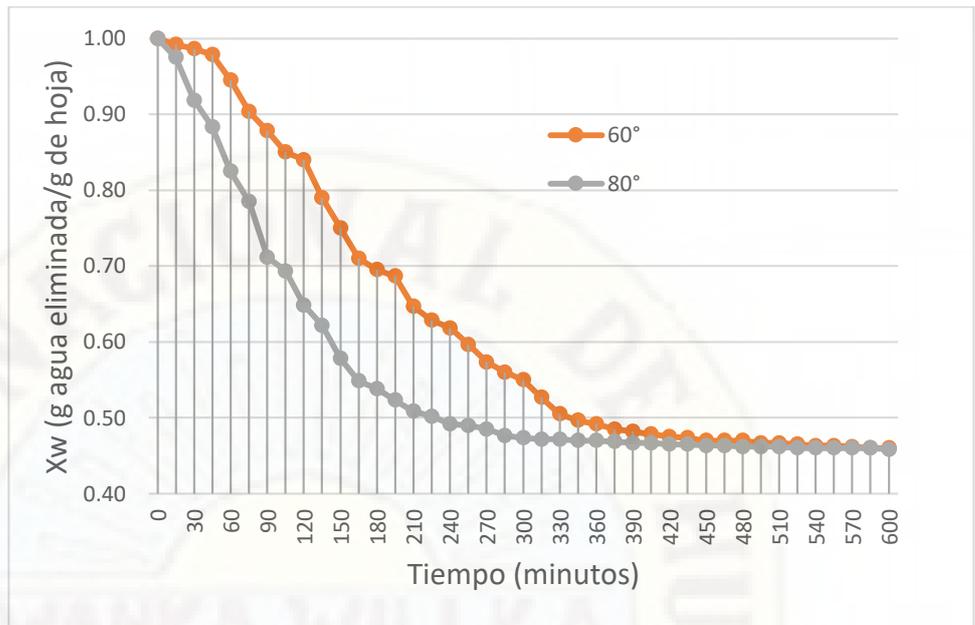


Figura 4. Curva de deshidratado a 60° y 80° durante 600 minutos

4.1.3. Modelamiento matemático para la pérdida de humedad de la china konoka

Para realizar el modelo matemático de pérdida de humedad en la china konoka, se elaboró la curva de humedad versus tiempo de deshidratado para los 4 tratamientos, como se muestra en las figuras 5 y 6.

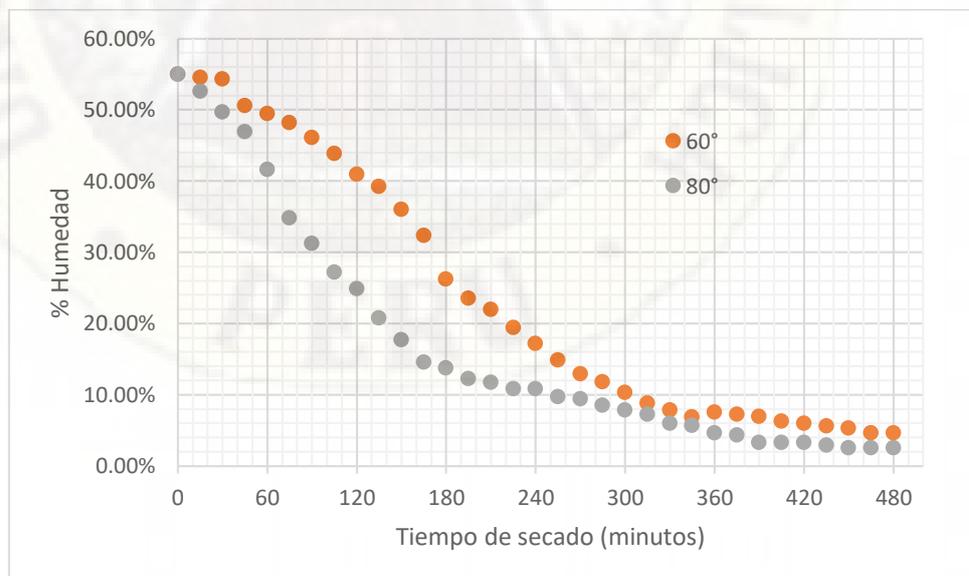


Figura 5. Datos experimentales para la pérdida de humedad en hojas de china konoka por 480 minutos a las temperaturas de 60 y 80 °C.

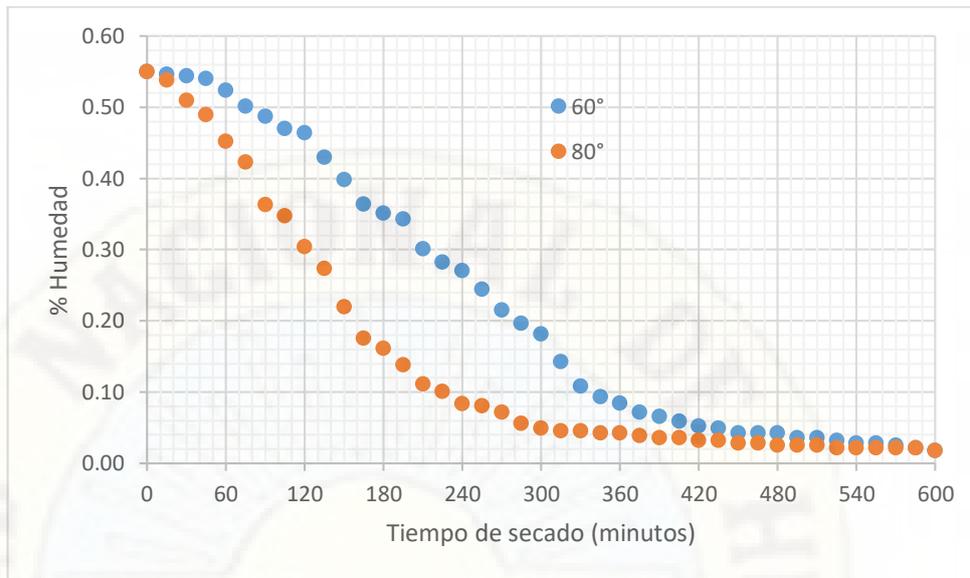


Figura 6. Datos experimentales para la pérdida de humedad en hojas de china konoka por 600 minutos a las temperaturas de 60 y 80 °C.

Se tomaron los datos obtenidos para el modelo matemático de pérdida de humedad en la china konoka, se eligió el polinomio de grado 2, por tener un mayor ajuste ($R^2 > 0.97$), comparado con el modelo logarítmico, potencial, exponencial y lineal. Para un tiempo Θ la formula general es:

$$\%H = a - b\theta + c\theta^2$$

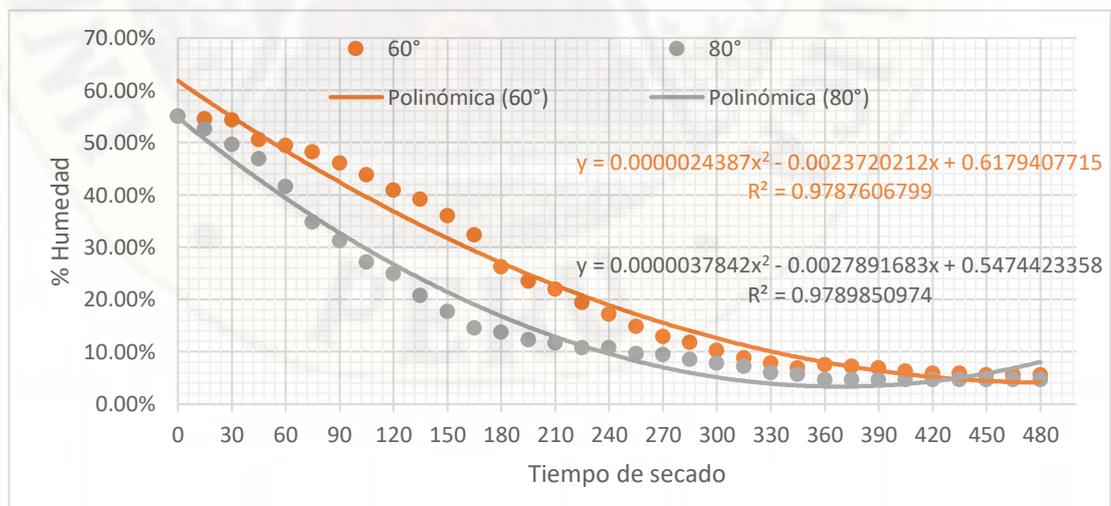


Figura 7. Ajuste polinómico de segundo grado a los datos experimentales de pérdida de humedad en china konoka a 60 y 80 °C durante 480 minutos

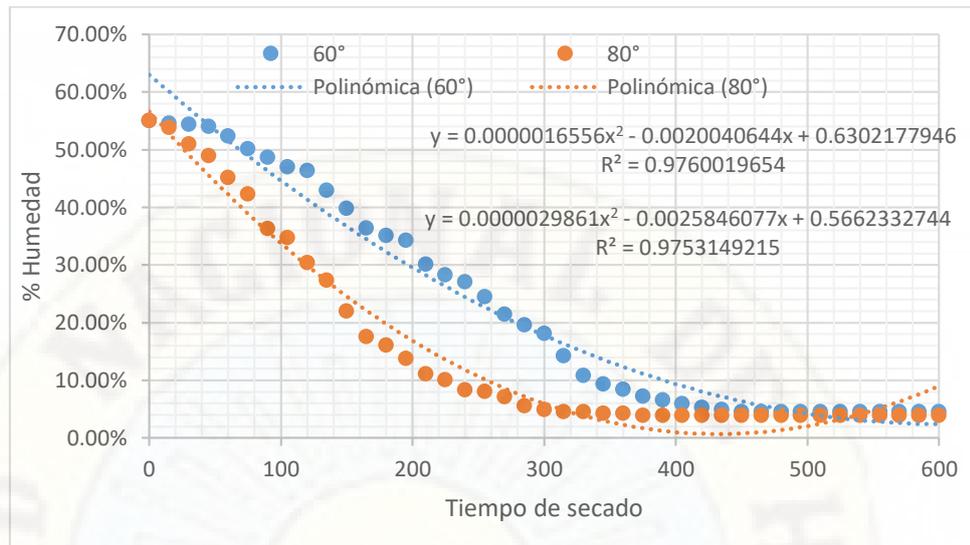


Figura 8. Ajuste polinómico de segundo grado a los datos experimentales de pérdida de humedad en china konoka a 60 y 80 °C durante 600 minutos

MODELOS MATEMÁTICOS:

Para un tiempo de deshidratado θ y una pérdida de humedad (%H) en hojas de china konoka según la formula general:

$$\%H = a - b \theta + c \theta^2$$

- Para 60 °C por 480 minutos:

$$\%H = 0.6179 - 0.0023\theta + 2.4 \times 10^{-6}\theta^2$$

$$R^2 = 0,9788$$

- Para 80 °C por 480 minutos:

$$\%H = 0.5474 - 0.0028\theta + 3.8 \times 10^{-6}\theta^2$$

$$R^2 = 0,9789$$

- Para 60 °C por 600 minutos:

$$\%H = 0.6302 - 0.0020\theta + 1.6 \times 10^{-6}\theta^2$$

$$R^2 = 0,9760$$

- Para 80 °C por 600 minutos:

$$\%H = 0.5662 - 0.0026\theta + 2.9 \times 10^{-6}\theta^2$$

$$R^2 = 0,9753$$

Tabla 4. Valores R² para el modelado polinómico de grado 2

Tiempo	Temperatura	R ²
480 minutos	60 °C	0,9788
	80 °C	0,9789
600 minutos	60 °C	0,9760
	80 °C	0,9753

4.1.4. Determinación del tiempo de equilibrio teórico de la pérdida de humedad de la china konoka

Se derivó la pérdida de humedad simbolizada por %H respecto a un tiempo Θ para encontrar el tiempo de equilibrio teórico de pérdida de agua:

$$\frac{d(\%H)}{d(\theta)} = \frac{d(a - b\theta + c\theta^2)}{d(\theta)} = 0$$

$$-b + 2c\theta = 0$$

$$\theta = \frac{b}{2c}$$

Tabla 5. Valores de tiempo de equilibrio en la pérdida de humedad

Tratamiento	b	c	b/2c	%Humedad
60° - 480 min	0.0024	0.0000024	486	5.59
80° - 480 min	0.0028	0.0000038	368	4.61
60° - 600 min	0.0020	0.0000016	605	4.59
80° - 600 min	0.0026	0.0000029	432	3.91

4.1.5. Contenido de polifenoles totales

Para la determinación de polifenoles totales se eligió a la muestra que presentó menor tiempo de deshidratado en llegar a la humedad de

equilibrio. En la tabla 7 se puede visualizar los efectos alcanzados de la cuantificación del contenido de polifenoles totales a través de la prueba de ensayo de Folin-Ciocalteu. Se hizo la evolución de variación de polifenoles totales en las hojas frescas de china konoka y después de deshidratarlas por aire caliente, para el cálculo de la cantidad de fenoles totales fue necesario la curva de calibración empleando como patrón al ácido gálico.

Tabla 6. Evaluación de polifenoles totales durante el deshidratado

Humedad	Contenido de Polifenoles
55% (muestra fresca)	19.27 mg AGE/100g de muestra
4.6% (muestra deshidratada)	9.51 mg AGE/100g de muestra

4.2. Prueba de hipótesis

Tabla 3. Prueba de hipótesis

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Sig.
Intersección	1	0.009	0.009	3634.9	0.011
Tiempo	1	6.972E-05	6.972E-05	29.021	0.117
Temperatura	1	7.140E-05	7.140E-05	29.720	0.115
Error	1	2.403E-06	2.403E-06		
Total	4	0.009			

*No Significativo a $\alpha > 0,05$

Empleando el análisis estadístico para la pérdida de humedad, se encontró que existe diferencias significativas entre la interacción temperatura y tiempo de deshidratado, resultando que a mayor temperatura mayor es la pérdida de agua en tiempos similares.

Con esto se reafirma la hipótesis planteada que la temperatura y tiempo de deshidratación influye significativamente en la caracterización fisicoquímica de la china konoka (*Xenophyllum poposum*)

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. China konoca

El resultado obtenido para el análisis de humedad en la china konoca (*xenophyllum poposum*), con un contenido de 55%, nos indica que es un producto susceptible a deterioro microbiano, razón por la cual es necesario realizar el proceso de deshidratado y disminuirá la actividad de agua para prolongar su tiempo de vida útil como infusión u otro producto derivado. Debido a que es una planta, de la cual no se encontraron estudios de investigación, los datos fueron comparados con la especie *Xenophyllum dactylophyllum*, planta del mismo género de la china konoca, estudiada por Quispe (2017), quien reportó un porcentaje de humedad de 48.6% para este vegetal, hallando similitudes de humedad entre estas dos especies. Por otra parte, Monares (2015), realizó un estudio con la punamuña, una hierba de 60% de humedad, en la que también hizo un deshidratado como método de conservación y para uso como infusión.

4.3.2. Curvas de deshidratado

Durante el deshidratado de la china konoca a 60 y 80°C combinados a 480 y 600 minutos, se observó que en todos los casos se aprecia que concurre mayor expulsión de agua de la china konoca a medida que se acrecienta la temperatura, es decir al aumentar la temperatura del aire se incrementó la pendiente de la curva de deshidratado de la china konoca, lo cual involucra una mengua en el tiempo de deshidratado, esto acontece por una mezcla de dos factores, un acrecentamiento en la temperatura de la china konoca y en el coeficiente de difusión de agua (Monares, 2015), alcanzando que la cinética de deshidratado sea perceptiblemente menor.

El contenido de humedad inicial, hallado en la china konoca, en este estudio, fue 55%, y en los resultados obtenidos para la pérdida de

humedad de esta planta, se observa el menor tiempo de equilibrio según el modelado matemático para el tratamiento de 480 minutos y 80 °C con 360 minutos y el contenido de humedad de 4.61% y el mayor para 600 minutos y 60 °C con 450 minutos de tiempo de equilibrio y un contenido de humedad de 4.59%. Así se puede corroborar que la merma de humedad en las hojas de china konoca depende tanto del tiempo como de la temperatura de deshidratado. En relación a esto, Moreno (2017), evaluó el efecto de la temperatura de deshidratado en las hojas de pachataya – pampa taya, en un deshidratador de convección forzada, con tres temperaturas de deshidratado, 40, 50 y 60 °C, esta planta tenía 60% de humedad inicial, hallando el tiempo de equilibrio de pérdida de humedad a 240, 380 y 500 minutos respectivamente.

Al respecto, Erazo (2016), quién efectuó la deshidratación por aire de la flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa l.*). reportó un valor promedio de 90.4 % de humedad. El proceso de deshidratación se llevó a cabo en un deshidratador de bandejas a dos temperaturas: 50 °C y 60 °C, tras la caracterización del producto seco se determinó una humedad de final de 6.96 %. Por otro lado, Paquita (2015) evaluó la humedad de equilibrio de las hojas de quinua, secándolas a 50 y 70°C, inicialmente este producto tenía una humedad promedio de 80%, luego de los tratamientos alcanzo una humedad promedio de 6%, además se obtuvo un tiempo de equilibrio promedio de 200 minutos. Es así, por todos los datos expuestos, que los resultados hallados son congruentes a los resultados obtenidos para este tipo de planta.

La velocidad de deshidratado, de la china konoca, disminuye a medida que la humedad de la hoja decrece, y para describir este fenómeno se desarrolló el modelado matemático, considerando la relación, pérdida de humedad versus tiempo de deshidratado. Se ajustó los datos experimentales de pérdida de humedad a un modelo polinómico de segundo grado, este modelo se adecuó satisfactoriamente a los datos

obtenidos durante el deshidratado, lo que revela que sirve para pronosticar la pérdida de humedad durante el deshidratado de hojas de china konoca a las condiciones trabajadas de temperatura y tiempo de deshidratado. Otros autores también realizaron modelados a la cinética de deshidratado como Monares (2015), en este caso se encontró que el modelo de deshidratado de la punamuña, que mejor se ajustó para las temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C fue el de Thompson presentando valores R^2 mayores a 0.94 y la modelo de Page con R^2 mayores a 0.985. Estos valores de R^2 , que muestran el nivel de ajuste del modelado matemático, están acorde a los resultados obtenidos con la china konoca, con valores de R^2 mayores a 0.97.

Asimismo, mediante el modelado matemático con polinomios de segundo grado se pudo hallar el tiempo teórico de equilibrio durante el deshidratado de la china konoca. Obteniendo valores muy similares al tiempo de equilibrio real, los datos hallados arrojan que el menor tiempo de equilibrio fue de 370 minutos para el deshidratado a 80° C durante 480 minutos, y el mayor tiempo fue de 605 minutos para el deshidratado a 60° durante 600 minutos.

Con estos datos se verifica. Además, que la velocidad de deshidratado es apreciablemente menor, lo que aumenta su capacidad para absorber agua, favoreciendo la remoción de humedad, donde la humedad inicial es 55% en la muestra de la china konoca, hacemos que esto representa al 100% para las gráficas correspondientes. Así se puede corroborar que la merma de humedad en las hojas de china konoca depende tanto del tiempo como de la temperatura del aire de deshidratado.

4.3.3. Polifenoles

Las temperaturas y tiempos de deshidratado utilizados en la presente investigación no tuvieron efectos significativos en la pérdida de humedad ($\alpha > 0,05$) y, por lo tanto, pudo hacerse con cualquiera de los

niveles de las variables. Sin embargo, evaluando la velocidad de deshidratado, para alcanzar el tiempo de equilibrio de pérdida de humedad, el tratamiento a 80° evaluado por 480 minutos fue el que presentó la mayor cinética de deshidratado, y por ello, se eligió como el mejor, para el análisis de polifenoles totales.

Con el fin de medir el valor bioactivo de la china konoca representado por el contenido de polifenoles totales, el cual se evaluó mediante el método de Folin-Ciocalteu. Se obtuvo un resultado de 19.27 mg de ácido gálico por 100 gramos de muestra fresca de china konoca y 9.51 mg de ácido gálico en la muestra secada por aire caliente de china konoca, revelando con este resultado, que se ha perdido el 51% de polifenoles totales con este tratamiento. Al respecto, Erazo (2016), realizó el deshidratado de flor de Jamaica y luego midió la cantidad de polifenoles totales, evidenciando una pérdida del 40 %. Con esto se puede evidenciar y corroborar que el contenido de polifenoles presentes en plantas como la china konoca, es termolábil a temperatura de deshidratado.

Conclusiones

- Se evaluó el efecto del tiempo y temperatura de deshidratado en las características fisicoquímicas, de la china konoca. (*Xenophyllum poposum*) encontrando que la mayor pérdida y ganancia de sólidos totales fue para el tratamiento a 80°C durante 480 minutos, tiempo en el cual se llegó a la humedad de equilibrio
- Se evaluó el efecto del tiempo y la temperatura de deshidratado de la china konoca. (*Xenophyllum poposum*) en el valor bioactivo, expresado como contenido de polifenoles totales mostrando que el contenido se redujo de 19.27 mg AGE/100g en la muestra fresca a 9.52 mg AGE/100g en la muestra deshidratada.
- Se realizó un modelado matemático de la cinética de deshidratado de la china konoca para evaluar el efecto del tiempo y temperatura encontrando que el modelo polinómico de segundo grado fue el que mejor se ajustó a la pérdida de humedad de esta planta.

Recomendaciones

- Realizar un estudio de comparación de los fenoles totales y capacidad antioxidante total en la china konoka y la comparación de estos por diferentes métodos (ABTS, FRAP Y ORAC)
- Estudiar la cinética de degradación de los polifenoles totales y la capacidad antioxidante con otros tipos de deshidratado de la china konoka
- Realizar evaluación para el desarrollo de nuevos productos a base de china konoka, observando el comportamiento de sus componentes bioactivos y capacidad antioxidante, durante y después del proceso.

Referencias bibliográficas

- Aliaga, E., & Acevedo, J. (2018). Factores para el procesamiento de la manzanilla común en la industria peruana de infusiones. *Ingeniería Industrial*, (036), 213-239. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2455>
- Apumayta, P. y Jorge Omar. (2015). Caracterización de los componentes bioactivos y la aceptabilidad organoléptica del filtrante a base de chachacoma (*Senecio graveolens*). Tesis de la Universidad nacional de Huancavelica. Huancavelica (Perú).
- Arends, K. y Gutiérrez, V. (2008). *Características de secado y modelado matemático para el bagazo de caña de azúcar tratado y no tratado en una planta piloto PDA*. Tesis de grado. Facultad de Ing. Química. Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo Edo. Zulia. Venezuela. Chaquilla G., Waldir, D., Escalante E., Torres, V., Ballinas, M., Guadalupe, M., Gastélum, F. y Nevárez V. (2011). Composición química y contenido de fenoles totales en aceites esenciales de muña *Mínthostachys setosa* Briq Epi y anís *Pímpínella anísum* L. Ciencia e investigación Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay.
- Erazo, D. 2016. Estudio del efecto de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante de la flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa l.*). Universidad tecnológica equinoccial facultad de ciencias de la ingeniería e industrias carrera de ingeniería de alimentos. Quito (Ecuador).
- Galvez, J. 2018. Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en las hojas de ficus carica (higo). Tesis de la escuela profesional de farmacia y bioquímica de la Universidad Los Angeles de Chimbote.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu. *Universidad Politecnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos.*, 1–9.

Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056#>

- Godos, Y. (2018). Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en hojas de *cestrum auriculatum* l'her (hierba santa). Tesis de la escuela de farmacia y bioquímica. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Ancash - Perú
- Guarniz, M. (2015). Efecto de la temperatura y tiempo de secado convectivo en la humedad y color del rocoto (*Capsicum pubescens*) y costo energético. Tesis de la Escuela académico profesional de ingeniería agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo- Trujillo - Perú
- Jinde, A. (2014). Efecto de la temperatura y tiempo de secado en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de cuatro hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. bronco), col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.), troceadas con previa aplicación de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Tesis de la carrera de ingeniería en alimentos. Universidad técnica de Ambato. Ecuador.
- Luque, C. (2016). Determinación de polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión a base de muña (*Minthostachys mollis* (kunth) *griseb.*), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.), hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y saborizada con maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna - Perú
- Monares, H. (2015). Deshidratación de la punamuña (satureja boliviana) en secador de bandejas. Tesis de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas – Perú
- Moreno, S. (2017). Evaluación del efecto de la temperatura de secado en las hojas del pachataya – pampataya. Tesis de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas – Perú
- Organización mundial de la salud (OMS). 2013. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. Disponible en www.who.int

- Paquita, R. 2015. Efecto del escaldado y temperatura en la cinética de secado de las hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), variedad Salcedo INIA. Tesis de Facultad de ciencias agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano
- Quispe, R. 2017. Efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xenophyllum dactylophyllum* “conoca”. Tesis de la facultad de ciencias de la salud. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Sandoval M, Okuhama N, Angeles F. Técnicas de investigación para determinar la actividad antioxidativa y anti-inflamatorio de plantas medicinales de la Amazonia. International work shop. Iquitos, Perú. 2001; 25 p
- Singleton V. & Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144– 158.
- Taipe L. Fenoles totales y actividad antioxidante en mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra. (Tesis). Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017.
- Triola, M. (2018). Estadística. Decimosegunda edición. Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2018
- Weber Bauer M. (1945). El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Primera Edición. Editorial Lumen S.A. Lima.

Apéndice

Apéndice 1. Informe de determinación de polifenoles totales en muestra deshidratada de china konoka



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0213 – LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE : MAGDALENA TAPE YALLI
DIRECCION : ACOBAMBA – HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : CHINA KONOKA FRESCA
MARCA : S/M
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 24/08/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 28/08/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0213 - 2020

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
Polifenoles (g AGE/100g de muestra)	19.27

MÉTODO DE ENSAYO :
1. POLIFENÓLES : A.O.A.C. 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASI COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DE TÉRMINO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO AJUBA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIFERENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 30 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 28 DE AGOSTO DEL 2020

Luis Arturo Mallaga
GERENTE DE CALIDAD
LCC - FAREA - UNCP

Apéndice 2. Informe de determinación de polifenoles totales en muestra deshidratada de china konoka



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0214 – LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE : MAGDALENA TAPE YALLI
DIRECCIÓN : ACOBAMBA – HUANCVELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : CHINA KONOCA SECO
MARCA : S/M
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 24/08/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 28/08/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0214 - 2020

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
Polifenoles (g AGE/100g de muestra)	9.51

MÉTODO DE ENSAYO: 1. POLIFENOLES : AOAC 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO. LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZACIÓN DEL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 28 DE AGOSTO DEL 2020



Msc. Luis Artica Mallqui
SERENTE DE CALIDAD
LCC - FAIA - UNCP

Página 1/1

Apéndice 3. Muestra fresca de china konoka



Apéndice 4. Muestra deshidratada de china konoka



Apéndice 5. Testimonio fotográfico



Apéndice 6. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
<p>¿Cuál es el efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de china konoca (<i>Xenophyllum poposum</i>) en las características fisicoquímicas y valor bioactivo?</p>	<p>General Evaluar el efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de la china konoca (<i>Xenophyllum poposum</i>) en la características fisicoquímicas y valor bioactivo.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de deshidratado en las características fisicoquímicas, expresado en términos de humedad y solidos totales de la china konoca. (<i>Xenophyllum poposum</i>). • Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura de deshidratado de la china konoca. (<i>Xenophyllum poposum</i>) en el valor bioactivo, expresado como contenido de polifenoles totales. • Realizar un modelado matemático de la cinetica de secado de la china konoka para evaluar el efecto del tiempo y temperatura. 	<p>El tiempo y temperatura en el deshidratado influye significativamente en la característica fisicoquímica y valor bioactivo de la china konoca (<i>Xenophyllum poposum</i>)</p>	<p>Variables dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de deshidratado • Temperatura de deshidratado <p>Variables independientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Característica fisicoquímica • Valor bioactivo 	<p>Temporizador y termostato del secador</p> <p>Perdida de humedad</p> <p>Perdida de polifenoles totales</p>