



UNAP



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE NÉCTARES DE TRES FRUTALES
NATIVOS DE LA AMAZONÍA PERUANA PARA EVALUAR
PROPIEDADES TERMOFÍSICAS QUE INFLUYEN EN EL
TRATAMIENTO TÉRMICO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

**GOLDY AYMÉ PADILLA SÁNCHEZ
EUSEBIO GETULIO MARÍN BARROS**

ASESOR:

Ing. FERNANDO JAVIER SALAS BARRERA, MSc.

IQUITOS, PERÚ

2022



UNAP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
Facultad de Ingeniería Química

UNIVERSIDAD
LICENCIADA
RESOLUCION N° 012-2019-SUNEDU/CD
Lima, 1 de febrero de 2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-CGT-FIQ-UNAP

En Iquitos, a los dos días del mes de abril del dos mil veinte y dos, a horas DIECIOCHO, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE NÉCTARES DE TRES FRUTALES NATIVOS DE LA AMAZONÍA PERUANA PARA EVALUAR PROPIEDADES TERMOFÍSICAS QUE INFLUYEN EN EL TRATAMIENTO TÉRMICO”**, aprobado con Resolución Decanal N° 073-2022-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Goldy Aymé Padilla Sánchez y Eusebio Getulio Marín Barros**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 044-2022-FIQ-UNAP está integrado por:

- | | |
|--|------------|
| Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra. | Presidente |
| Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc. | Miembro |
| Ing. MATSEN ROLANDO GARCÍA NAVARRO, Mtro. | Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADA con la calificación MUY BUENA, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Químico**. Siendo las DIECINUEVE se dio por terminado el acto de SUSTENTACION.

Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.
Presidente de Jurado

Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.
Miembro

Ing. MATSEN ROLANDO GARCÍA NAVARRO, Mtro.
Miembro

Ing. FERNANDO JAVIER SALAS BARRERA, MSc.
Asesor

JURADO Y ASESOR



Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.
Presidente de Jurado



Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.
Miembro



Ing. MATSEN ROLANDO GARCÍA NAVARRO, Mtro.
Miembro



Ing. FERNANDO JAVIER SALAS BARRERA, MSc.
Asesor

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis, es una meta cumplida con mucho esfuerzo, dedicación y perseverancia, y sin el apoyo desinteresado del asesor y de todas y cada una de las personas y familiares, muchos de los cuales han sido soporte en los momentos difíciles que me tocó vivir.

En primer lugar y antes que nada agradecer a Dios por estar siempre a mi lado paso a paso, brindándome la oportunidad de vida permitiendo mi desarrollo en lo personal y profesional; por haber puesto en mi camino personas idóneas y maravillosas que fueron y son soporte desde mi etapa de estudiante.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Química por sus esfuerzo y dedicación que, con sus conocimientos, experiencias, paciencia y sobre todo su motivación lograron que pueda concluir con éxito mis estudios.

A mi asesor el Ing. Fernando Javier Salas Barrera, por brindarme el apoyo, el conocimiento y la guía para el desarrollo de esta tesis.

Y por último y no menos importante, a todas y cada una de las personas que me dieron la mano en los momentos difíciles.

Goldy Aymé Padilla Sánchez

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi señora madre, Luisa Torres Barros, por el respaldo y por la confianza eterna que siempre me tuvo.

A mi esposa Miriam y a mis hijos, por darme la fortaleza de continuar y mejorar cada día.

Eusebio Getulio Marín Barros

AGRADECIMIENTO

A Dios por la oportunidad de vida permitiendo mi desarrollo en lo personal y profesionalmente; por haber puesto en mi camino personas idóneas y maravillosas que fueron y son soporte desde mi etapa de estudiante.

Agradecer a mis padres, por brindarme el apoyo necesario porque desean siempre nuestro bienestar dándonos la fortaleza para seguir adelante.

A mi hija, por ser el motor y motivo para lograr esta meta trazada.

A mis hermanos, porque fueron el apoyo constante en mi etapa de estudiante.

Goldy Aymé Padilla Sánchez

A los amigos incondicionales que cultive en la etapa de la universidad.

Agradezco al Ing. Fernando Javier Salas Barrera por su experiencia, profesionalismo y apoyo en cada etapa de este proyecto.

A la Dra. Kosseth Marianella Bardales Grandez, por siempre confiar en mi desde la primera vez que cruzamos palabras, por darme seguridad y consejos en el ámbito profesional.

Eusebio Getulio Marín Barros

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. Tratamiento térmico	5
1.2.2. Ecuaciones empíricas para evaluación de propiedades termofísicas	6
1.2.3. Néctar de fruta	7
1.3. Definición de términos básicos	7
1.3.1. Temperatura	7
1.3.2. Calor específico	7
1.3.3. Conductividad térmica	8
1.3.4. Densidad	8
1.3.5. Difusividad térmica	8
1.3.6. Ecuaciones de Choi y Okos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1. Formulación de la hipótesis	11
2.2. Variables y su operacionalización	11
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño	13
3.2. Diseño muestral	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos	14
3.4. Procesamiento y análisis de datos	24
3.5. Aspectos éticos	24

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	25
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	37
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	40
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	42
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	43
ANEXOS	45
Anexo 1. Matriz de consistencia	46
Anexo 2. Hoja de cálculo para el calor específico	47
Anexo 3. Hoja de cálculo para la conductividad térmica	48
Anexo 4. Hoja de cálculo para la densidad	49
Anexo 5. Hoja de cálculo para la difusividad térmica	50
Anexo 6. Análisis fisicoquímico del néctar de aguaje	51
Anexo 7. Análisis fisicoquímico del néctar de unguurahui	53
Anexo 8. Análisis fisicoquímico del néctar de cocona	55
Anexo 9. Descripción del método gravimétrico	57
Anexo 10. Determinación de proteína por el método de Kjeldah	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de las variables	12
Tabla 2. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de aguaje	14
Tabla 3. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de unguurahui	15
Tabla 4. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de cocona	16
Tabla 5. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de aguaje	17
Tabla 6. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de unguurahui	18
Tabla 7. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de cocona	18
Tabla 8. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de aguaje	19
Tabla 9. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de unguurahui	20
Tabla 10. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de cocona	20
Tabla 11. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de aguaje	21
Tabla 12. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de unguurahui	22
Tabla 13. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de cocona	23
Tabla 14. Fracciones másicas de los componentes del néctar de aguaje	25
Tabla 15. Fracciones másicas de los componentes del néctar de unguurahui	25
Tabla 16. Fracciones másicas de los componentes del néctar de cocona	25
Tabla 17. Resultados de la relación entre el calor específico y la temperatura	26
Tabla 18. Resultados de la evaluación del calor específico	27
Tabla 19. Resultados de la relación entre la conductividad térmica y la temperatura	29
Tabla 20. Resultados de la evaluación de la conductividad térmica	30
Tabla 21. Resultados de la relación entre la densidad y la temperatura	32
Tabla 22. Resultados de la evaluación de la densidad	33
Tabla 23. Resultados de la evaluación de la difusividad térmica	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema del diseño de investigación	13
Figura 2. Representación gráfica del calor específico versus la temperatura	28
Figura 3. Representación gráfica de la conductividad térmica versus la temperatura	31
Figura 4. Representación gráfica de la densidad versus la temperatura	34
Figura 5. Representación gráfica de la difusividad térmica versus la temperatura	36

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de tesis fue: evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, para néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, unguahui y cocona), realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente. La presente investigación es del tipo aplicada con enfoque cuantitativo y nivel de profundización explicativa con diseño correlacional. Al evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los mencionados néctares, resultaron los néctares de cocona y de aguaje, los que tienen el mayor (3866.52 J/(kg. °C)) y menor (3651.48 J/(kg. °C)) calor específico evaluado a 80 °C, respectivamente. Los resultados indican que los néctares de cocona y de aguaje, fueron los que tienen la mayor (0.6040 W/(m. °C)) y menor (0.5672 W/(m. °C)) conductividad térmica evaluada a 80 °C, respectivamente. La evaluación de la relación entre la densidad y la temperatura, en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los mencionados néctares, muestran que los néctares de aguaje y de cocona, son los que tienen la mayor (1102.89 kg/m³) y menor (1072.16 kg/m³) densidad evaluada a 20 °C, respectivamente. Los resultados indican que los néctares que tienen la mayor (1.49×10^{-7} m²/s) y menor (1.44×10^{-7} m²/s) difusividad térmica evaluada a 80 °C, son el de cocona y el de aguaje, respectivamente. De esta forma se probó y cumplió la hipótesis general y el objetivo general.

Palabras claves: calor específico, conductividad térmica, densidad, difusividad térmica.

ABSTRACT SUMMARY

The main objective of the present work of thesis was: evaluating the relation of every an one belonging to the properties thermophysical (specific heat, thermal conductivity, density and thermal diffusivity), with temperature, for nectars of three native fruit trees of the Amazonia Peruana (aguaje, ungurahui and cocona), accomplishing the physicochemical corresponding analysis previously. The present investigation is somewhat diligent with quantitative focus and level of explanatory deepening with design correlational. When evaluating the relation between specific heat and the temperature in a status of 20 to 80 °C , for each one of the mentioned nectars, the nectars resulted from cocona and aguaje, the ones that have the major (3866.52 J/(kg. °C)) and minor (3651.48 J/(kg. °C)) evaluated specific heat to 80 °C, respectively. Results indicate that the cocona and aguaje nectars, they were the ones that have the bigger (0.6040 W/(m. °C)) and minor (0.5672 W/(m. °C)) evaluated thermal conductivity to, respectively. The evaluation of the relation between density and the temperature, in a status of 20 to 80 °C, for each one of the mentioned nectars, they show that the nectars of sea aguaje and of cocona, they are the ones that have the bigger (1102.89 kg/m³) and minor (1072.16 kg/m³) evaluated density to 20 °C, respectively. Results indicate that the nectars that have the bigger (1.49×10^{-7} m²/s) and minor (1.44×10^{-7} m²/s) evaluated thermal diffusivity to 80 °C, they are the of cocona and the of aguaje, respectively.

Keywords: specific heat, thermal conductivity, density and thermal diffusivity.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica) que influyen en el tratamiento térmico de alimentos, cumplen un papel muy importante en la industria alimentaria, ya que es necesario conocer el valor de cada una de estas propiedades para poder determinar la energía requerida y la capacidad de los equipos que se utilizan en los procesos de calentamiento a escala industrial.

En los trabajos de tesis realizados en las Facultades de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, sólo se limitan a determinar la composición química de frutales nativos y no establecen la relación de las propiedades termofísicas con la temperatura, de manera que si deseáramos procesar algunos frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), no se podría determinar adecuadamente la cantidad de energía requerida y la capacidad de los equipos a utilizarse en el tratamiento térmico.

Cabe mencionar que para establecer la relación entre las propiedades termofísicas con la temperatura, primeramente, se debe realizar un análisis fisicoquímico (humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidratos) del frutal nativo que se desee procesar.

Por lo mencionado líneas arriba, es que, en el presente trabajo de tesis, se plantea la siguiente interrogante general: ¿es posible evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente?

Los problemas específicos que se formulan en la presente investigación son:

Problemas específicos

- ¿Es posible evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)?

- ¿Es posible evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)?
- ¿Es posible evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)?
- ¿Es posible evaluar la relación entre la densidad y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)?
- ¿Es posible evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)?

Entonces, los objetivos específicos y el objetivo general de la presente investigación, son:

Objetivo general

Evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, para néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente.

Objetivos específicos

- Evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).

- Evaluar la relación entre la densidad y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).

La presente investigación es importante, porque generará nuevos conocimientos, en los docentes, alumnos y egresados de las Facultades de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; asimismo será de mucha utilidad para los profesionales que se dediquen a realizar la ingeniería de proyecto de los estudios de prefactibilidad, para la instalación de plantas de procesamiento de frutales nativos de la Amazonía Peruana.

La población para la presente investigación, está constituida por los néctares de tres (3) frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). La muestra está constituida por el 100 % de la población. Para cada néctar del frutal nativo se realiza un análisis fisicoquímico (humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidratos). Por último, se evalúa cuatro (4) propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), en un rango de 20 a 80 °C.

La estructura de la tesis, está formada por los siguientes capítulos:

- Capítulo I: Marco teórico
- Capítulo II: Hipótesis y variables
- Capítulo III: Metodología
- Capítulo IV: Resultados
- Capítulo V: Discusión
- Capítulo VI: Conclusiones
- Capítulo VII: Recomendaciones
- Capítulo VIII: Fuentes de información

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

- Muramatsu et al (2010, pp. 607-613), han realizado la estimación de las propiedades termofísicas de tres clases de jugos de frutas (el jugo de uva, el jugo de naranja y el zumo de piña). Las propiedades termofísicas fueron medidas en un rango de temperatura de 10 a 50 °C y concentraciones de sólidos de 10 a 50 %. En este trabajo, representaron la conductividad térmica y el calor específico de cada muestra, mediante ecuaciones empíricas como una función de la concentración de sólidos y la temperatura.
- León (2012, pp. 38-48), realizó el trabajo de tesis titulado: Determinación de propiedades físicas en el jugo de naranja valencia (*Citrus sinensis l.*). Este trabajo tuvo por objetivos específicos: determinar las propiedades físicas en el jugo de naranja: densidad, viscosidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica mediante modelos matemáticos; establecer modelos matemáticos para obtener las propiedades físicas del jugo de naranja; obtener un software para determinar las propiedades físicas del jugo de naranja. En los métodos utilizados para determinar las propiedades físicas en el jugo de naranja se consideraron los modelos matemáticos existentes, realizando previamente un análisis fisicoquímico. Los resultados de las propiedades físicas se obtuvieron mediante modelos matemáticos a una temperatura de 16 °C, concluyendo lo siguiente: la densidad se encuentra entre los valores de 1033 a 1037 kg/m³, el calor específico entre 3.90 a 3.93 kJ/(kg.°C), la conductividad térmica entre los valores de 0.57 a 0.58 W/(m.°C), la difusividad térmica entre los valores de 1.41×10^{-7} a 1.42×10^{-7} m²/s y la viscosidad entre 1.7 a 2 cp.
- Rodas (2019, p. 4), realizó la tesis titulada: Determinación de las propiedades termofísicas (conductividad y difusividad térmica) en cinco variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*). Este trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar las propiedades termofísicas (conductividad y difusividad térmica) a 30, 40, 50 y 60 °C de cinco variedades de papas nativas (Luqui Morada, Duraznillo, Murwa, Huachuco, Qayma Marcela), con madures fisiológica de

cosecha, provenientes de la asociación Sumaq papa de Motoy del distrito de Ancco-Huallo, provincia de Chincheros, región de Apurímac. Al final de la esta investigación concluyeron que Luqui Morada tiene mayor conductividad térmica [0.54 a 0.57 W(m.K)] y menor difusividad (1.30×10^{-7} a 1.33×10^{-7} m²/s) frente a las demás variedades. Estos resultados servirán como índices de control de calidad de materia prima durante su transformación en productos elaborados.

- Vargas et al (2020, pp. 134-149), han realizado el artículo científico titulado: Estimación de propiedades termofísicas de un producto cárnico. El objetivo de este trabajo fue la obtención de modelos matemáticos para la estimación de las propiedades termofísicas de un producto cárnico tipo mortadela, considerando el contenido de humedad como variable independiente en el intervalo de temperaturas correspondiente a su cocción. El producto correspondió a piezas de 30 cm de longitud y 10 cm de diámetro. Posteriormente, calcularon los valores para la capacidad térmica específica, conductividad térmica y difusividad térmica, mediante modelos reportados en la literatura en función del contenido de agua y/o de los otros componentes del producto, a partir de la composición de productos cárnicos reportada en la literatura. Para la validación de los resultados, se determinaron los perfiles de temperatura empleando los modelos obtenidos, así como los modelos de Choi Okos, considerados como referencia. Al comparar los valores de temperatura obtenidos mediante los modelos, con los valores medidos experimentalmente mostró el mismo resultado, lo que indicó la validez de los modelos propuestos.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Tratamiento térmico

El procedimiento más empleado en la actualidad para la conservación de alimentos es el tratamiento térmico, mediante la aplicación de calor. El objetivo de todo tratamiento térmico es alcanzar la máxima destrucción de microorganismos, la inactivación de enzimas y también reducir lo más posible los efectos negativos, como son la destrucción de nutrientes y la aceleración de reacciones químicas. Para realizar un adecuado tratamiento térmico, se debe optimizar el proceso de calentamiento de un alimento, estableciendo la relación entre las propiedades termofísicas con la temperatura

y el tiempo de aplicación del calor, para evitar los efectos indeseables sobre el alimento, pero garantizando las condiciones de higiene y sanitarias (Hernández y Sastre, 1999; citado por Castañeda, 2018, p. 2).

1.2.2. Ecuaciones empíricas para evaluación de propiedades termofísicas

En forma general, cualquier propiedad termofísica de un alimento, compuesto por n componentes, se puede evaluar mediante la siguiente ecuación (León, 2012, pp. 15, 18):

$$PTF_{\text{Alimento}} = \sum_{i=1}^n X_i PTF_i . \quad (1)$$

Donde X_i y PTF_i representan la fracción másica y la propiedad termofísica del componente i , respectivamente.

Considerando que el alimento está compuesto por agua (humedad), ceniza, grasa, proteína y carbohidratos, la ecuación (1), queda:

$$PTF_{\text{Alimento}} = X_W PTF_W + X_C PTF_C + X_G PTF_G + X_P PTF_P + X_{CH} PTF_{CH} . \quad (2)$$

Donde las cantidades, PTF_{Alimento} , PTF_W , PTF_C , PTF_G , PTF_P y PTF_{CH} , son las propiedades termofísicas, del alimento, la humedad, la grasa, la ceniza, la proteína y los carbohidratos, respectivamente. De igual manera, las cantidades, X_W , X_C , X_G , X_P y X_{CH} , son las fracciones másicas de la humedad, la ceniza, la grasa, la proteína y los carbohidratos, respectivamente.

Normalmente la propiedad termofísica de cualquier componente de un alimento, se expresa en función de la temperatura, es decir:

$$PTF_i = f_i(T) . \quad (3)$$

Al conocer la fracción másica de cada uno de los componentes de un alimento, entonces se puede establecer una relación directa de la propiedad termofísica con la temperatura, es decir:

$$PTF_{\text{Alimento}} = a_W f_W(T) + a_C f_C(T) + a_G f_G(T) + a_P f_P(T) + a_{CH} f_{CH}(T). \quad (4)$$

En este caso, las cantidades a_W , a_C , a_G , a_P y a_{CH} , representarían a las fracciones másicas, correspondientes a la humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidratos, respectivamente, las cuales se mantendrían constantes para un alimento. Por ejemplo, si la composición química de un alimento está dada por: $X_W = 0.89$, $X_C = 0.005$, $X_G = 0.020$, $X_P = 0.005$ y $X_{CH} = 0.08$. Entonces, la propiedad termofísica del alimento quedaría expresada sólo en función de la temperatura, es decir:

$$PTF_{\text{Alimento}} = 0.89 f_W(T) + 0.005 f_C(T) + 0.02 f_G(T) + 0.005 f_P(T) + 0.08 f_{CH}(T).$$

1.2.3. Néctar de fruta

Según la **NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS (CODEX STAN 247-2005, p. 2)**, se entiende por néctar de fruta el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares.

1.3. Definición de términos básicos

1.3.1. Temperatura

Es una magnitud escalar, referida a la noción de energía interna de un sistema termodinámico, la cual es medible mediante un termómetro (Felder y Rousseau, 2004, pp. 61-62; Smith, Van Ness y Abbott, 2007, p. 5). Se denota como T y sus unidades de medida son: °C, K, °F y °R.

1.3.2. Calor específico

El calor específico es una propiedad muy requerida para el análisis térmico de procesos de calentamiento y enfriamiento de alimentos; depende en gran medida del contenido de agua y la temperatura (León, 2012, p. 14). El calor específico de un alimento o sustancia, se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar su temperatura en un grado. Se denota como C_e y sus unidades son: kcal/(kg.°C), J/(kg.°C), kcal/(kg. K), kJ/(kg. K) (Geankoplis, 2006, p. 15).

1.3.3. Conductividad térmica

La conductividad térmica de una sustancia o alimento, mide la capacidad de conducir calor. Se denota como k y sus unidades en el Sistema Internacional (SI) son: $W/(m \cdot ^\circ C)$ y $W/(m \cdot K)$ (Alvarado, 2001; Sahin et al., 2009; citado por León, 2012, p. 16; Carrasco, 2011, p. 175).

1.3.4. Densidad

La densidad de una sustancia o fluido, es igual a la división de su masa entre su volumen. Se denota como ρ y sus unidades son: kg/m^3 , g/cm^3 , etc. (Mott, 2006, p. 14; Felder y Rousseau, 2004, p. 44).

1.3.5. Difusividad térmica

La difusividad térmica es una propiedad física asociada con el flujo de calor en estado no estacionario. Se denota como α y su unidad en el sistema internacional (SI) es m^2/s . La difusividad térmica de un alimento, mide la capacidad para conducir energía térmica relativa a su capacidad de almacenar energía. Las sustancias con una difusividad térmica grande, responden rápidamente a los cambios en su medioambiente térmico (Rodas, 2019, p. 19; León, 2012, p. 18).

La difusividad térmica, de cualquier sustancia, se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{k}{\rho C_e} \quad (5)$$

1.3.6. Ecuaciones de Choi y Okos

Según Vargas et al (2020, pp. 140-141), las ecuaciones de Choi y Okos, nos permiten relacionar las propiedades termofísicas de un alimento o néctar (calor específico, conductividad térmica y densidad), con la temperatura; pero para eso, también es necesario conocer la composición química del alimento, la cual se expresa mediante las fracciones másicas de la humedad, la ceniza, la grasa, la proteína y los carbohidratos. Estas ecuaciones se muestran a continuación.

Para el calor específico:

$$\text{Humedad: } C_{e(W)} = 4176.2 - 9086.4 \times 10^{-5}T + 5473.1 \times 10^{-6}T^2. \quad (6)$$

$$\text{Ceniza: } C_{e(C)} = 1092.6 + 1889.6 \times 10^{-3}T - 3681.7 \times 10^{-6}T^2. \quad (7)$$

$$\text{Grasa: } C_{e(G)} = 1984.2 + 1473.3 \times 10^{-3}T - 4800.8 \times 10^{-6}T^2. \quad (8)$$

$$\text{Proteína: } C_{e(P)} = 2008.2 + 1208.9 \times 10^{-3}T - 1312.9 \times 10^{-6}T^2. \quad (9)$$

$$\text{Carbohidratos: } C_{e(CH)} = 1548.8 + 1962.5 \times 10^{-3}T - 5939.9 \times 10^{-6}T^2. \quad (10)$$

Donde $C_{e(W)}$, $C_{e(C)}$, $C_{e(G)}$, $C_{e(P)}$ y $C_{e(CH)}$, están en J/(kg. °C) y T esta en °C.

Entonces, el calor específico del alimento ($C_{e(\text{Alimento})}$), se obtendría mediante la siguiente ecuación:

$$C_{e(\text{Alimento})} = \sum_{i=1}^n X_i C_{e(i)}. \quad (11)$$

Donde i representa a cada componente del alimento.

Para la conductividad térmica:

$$\text{Humedad: } k_{(W)} = 0.57109 + 1.7625 \times 10^{-3}T - 6.7063 \times 10^{-6}T^2. \quad (12)$$

$$\text{Ceniza: } k_{(C)} = 0.32962 + 1.4011 \times 10^{-3}T - 2.9069 \times 10^{-6}T^2. \quad (13)$$

$$\text{Grasa: } k_{(G)} = 0.1871 - 2.7064 \times 10^{-3}T - 5.9399 \times 10^{-7}T^2. \quad (14)$$

$$\text{Proteína: } k_{(P)} = 0.17881 + 1.1958 \times 10^{-3}T - 2.7178 \times 10^{-6}T^2. \quad (15)$$

$$\text{Carbohidratos: } k_{(CH)} = 0.20141 + 1.3874 \times 10^{-3}T - 6.7063 \times 10^{-6}T^2. \quad (16)$$

Donde $k_{(W)}$, $k_{(C)}$, $k_{(G)}$, $k_{(P)}$ y $k_{(CH)}$, están en $W/(m \cdot ^\circ C)$ y T esta en $^\circ C$.

La conductividad térmica del alimento ($k_{(Alimento)}$), se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$k_{(Alimento)} = \sum_{i=1}^n X_i k_{(i)}. \quad (17)$$

Para la densidad:

$$\text{Humedad: } \rho_{(W)} = 997.18 + 3.1439 \times 10^{-3}T - 3.7574 \times 10^{-3}T^2. \quad (18)$$

$$\text{Ceniza: } \rho_{(C)} = 2423.8 - 0.28063T. \quad (19)$$

$$\text{Grasa: } \rho_{(G)} = 925.59 - 0.41757T. \quad (20)$$

$$\text{Proteína: } \rho_{(P)} = 1330 - 0.518T. \quad (21)$$

$$\text{Carbohidratos: } \rho_{(CH)} = 1599.1 - 0.31046T. \quad (22)$$

Donde $\rho_{(W)}$, $\rho_{(C)}$, $\rho_{(G)}$, $\rho_{(P)}$ y $\rho_{(CH)}$, están en kg/m^3 y T esta en $^\circ C$.

De la misma forma que para el calor específico y la conductividad térmica, se obtiene la densidad del alimento ($\rho_{(Alimento)}$), mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_{(Alimento)} = \sum_{i=1}^n X_i \rho_{(i)}. \quad (23)$$

Conociendo el calor específico, la conductividad térmica y la densidad, se puede evaluar la difusividad térmica del alimento o néctar, tal como se muestra en la ecuación (5).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

a. Hipótesis general

Sí, es posible evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente.

b. Hipótesis específicas

- Sí, es posible evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Sí, es posible evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Sí, es posible evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Sí, es posible evaluar la relación entre la densidad y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).
- Sí, es posible evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona).

2.2. Variables y su operacionalización

Variable independiente: temperatura.

Variables dependientes: calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variables	Notación	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Medios de verificación
Independiente						
Temperatura	T	Es una magnitud escalar, referida a la noción de energía interna de un sistema termodinámico, la cual es medible mediante un termómetro (Felder y Rousseau, 2004, pp. 61-62; Smith, Van Ness y Abbott, 2007, p. 5).	Cuantitativa continua	°C K	Intervalo	Hojas de cálculo de Excel.
Dependientes						
Calor específico	C_e	El calor específico de un alimento o sustancia, se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar su temperatura en un grado (Geankoplis, 2006, p. 15).	Cuantitativa continua	kcal/(kg. °C) J/(kg. °C) kcal/(kg. K) kJ/(kg. K)	Razón	Hojas de cálculo de Excel.
Conductividad térmica	k	La conductividad térmica de un sustancia o alimento, mide la capacidad de conducir calor (Alvarado, 2001; Sahin et al., 2009; citado por León, 2012, p. 16).	Cuantitativa continua	W/(m. °C) W/(m. K)	Razón	Hojas de cálculo de Excel.
Densidad	ρ	La densidad de una sustancia o alimento, es igual a la división de su masa entre su volumen (Rodas, 2019, p. 10).	Cuantitativa continua	kg/m ³ g/cm ³	Razón	Hojas de cálculo de Excel.
Difusividad térmica	α	La difusividad térmica es una propiedad física asociada con el flujo de calor en estado no estacionario (Rodas, 2019, p. 19; León, 2012, p. 18; Carrasco, 2011, p. 175).	Cuantitativa continua	m ² /s	Razón	Hojas de cálculo de Excel.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

En la presente investigación, primeramente, se realizó una revisión de todas las ecuaciones empíricas que nos permitan determinar las propiedades termofísicas de los néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico correspondiente. La presente investigación, se puede clasificar de las formas siguientes: según el tipo de datos empleados es **cuantitativa**, porque se realizó la evaluación y medición de variables cuantitativas; según el objetivo es **aplicada**, porque se buscó procedimientos que nos permitan llegar al objetivo general, teniendo previamente el conocimiento teórico necesario; según el nivel de profundización en el objeto de estudio es **explicativa** con **diseño correlacional**, porque se identificó las variables independientes y dependientes y se deduce la relación entre ellas. El esquema del diseño de investigación, se muestra en la figura 1.

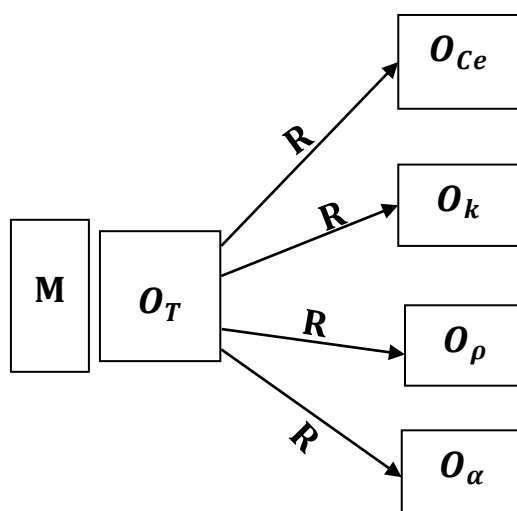


Figura 1. Esquema del diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

O_T , O_{C_e} , O_k , O_ρ y O_α , son las observaciones obtenidas en cada una de las cinco variables (T , C_e , k , ρ y α , respectivamente), distintas de la muestra.

- T : temperatura (variable independiente).
 C_e : calor específico (variable dependiente).
 k : conductividad térmica (variable dependiente).
 ρ : densidad (variable dependiente).
 α : difusividad térmica (variable dependiente).
 M : muestra.
 R : relación entre las variables.

3.2. Diseño muestral

La población para la presente investigación, estuvo constituida por los néctares de tres (3) frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). La muestra estuvo constituida por el 100 % de la población. Para cada néctar del frutal nativo se realizó un análisis fisicoquímico (humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidratos). Por último, se evaluó cuatro (4) propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), en un rango de 20 a 80 °C.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos, estuvo basado en el análisis físico químico que se realizó a los néctares de los (3) frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), lo cual se muestra en detalle a continuación.

Determinación de humedad

- Método: gravimetría
- Normativa: N.T.P. 206.011

Para el néctar de aguaje (Mauritia flexuosa).

Tabla 2. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de aguaje.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso de la placa vacía (g)	29.3227	29.2572
Peso de la muestra (g)	5.0000	5.0015
Peso final (g)	30.4459	30.3846

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{[(\text{Peso de la placa vacía} + \text{Peso de la muestra}) - (\text{Peso final})]}{\text{Peso de la muestra}} \times 100. \quad (24)$$

En este caso se tomaron en cuenta, dos (2) muestras para cada néctar.

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{[(29.3227 + 5.0000) - (30.4459)]}{5.0000} \times 100 = 77.536 \%$$

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{[(29.2572 + 5.0015) - (30.3846)]}{5.0015} \times 100 = 77.4588 \%$$

Entonces, el porcentaje de humedad del néctar de aguaje, fue el promedio de los porcentajes de humedad de las dos (2) muestras, es decir:

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Aguaje})} = \frac{(77.536 + 77.4588) \%}{2} = 77.4974 \% \cong 77.5 \%$$

De esta manera, la fracción másica de humedad del néctar de aguaje resultó:
 $X_{W(\text{Aguaje})} = 0.775$.

Para el néctar de ungurahui (Oenocarpus bataua).

Tabla 3. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de ungurahui.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso de la placa vacía (g)	30.8251	30.8029
Peso de la muestra (g)	5.0000	5.0000
Peso final (g)	31.7910	31.7747

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{[(30.8251 + 5.0000) - (31.7910)]}{5.0000} \times 100 = 80.682 \%$$

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{[(30.8029 + 5.0000) - (31.7747)]}{5.0000} \times 100 = 80.564 \%$$

De la misma forma que para el néctar de aguaje, se calculó el porcentaje de humedad para el néctar de unguurahui, es decir:

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Ungurahui})} = \frac{(80.682 + 80.564) \%}{2} = 80.62 \%$$

De esta forma, la fracción másica de humedad del néctar de unguurahui resultó:
 $X_{W(\text{Ungurahui})} = 0.862$.

Para el néctar de cocona (Oenocarpus bataua).

Tabla 4. Datos para determinar el porcentaje de humedad del néctar de cocona.

Datos	Muestra	
	1	Muestra 2
Peso de la placa vacía (g)	29.3054	29.3617
Peso de la muestra (g)	5.0062	5.0077
Peso final (g)	29.9770	30.0329

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{[(29.3054 + 5.0062) - (29.9770)]}{5.0062} \times 100 = 86.5846 \%$$

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{[(29.3617 + 5.0077) - (30.0329)]}{5.0077} \times 100 = 86.5966 \%$$

De esta forma se obtuvo, el porcentaje de humedad del néctar de cocona:

$$\% \text{ Humedad}_{(\text{Cocona})} = \frac{(86.5846 + 86.5966) \%}{2} = 86.5906 \% \cong 86.59 \%$$

Asimismo, la fracción másica de humedad del néctar de cocona resultó:
 $X_{W(\text{Cocona})} = 0.8659$.

Determinación de ceniza

- Método: gravimetría
- Normativa: N.T.P. 206.012

Para el néctar de aguaje (Mauritia flexuosa).

Tabla 5. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de aguaje.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso del crisol vacío (g)	16.7932	17.2960
Peso de la muestra (g)	5.0283	5.0087
Peso del crisol con ceniza (g)	16.8057	17.3138

Fuente: Elaboración propia.

Para este análisis, también se tomaron dos (2) muestras para cada néctar.

El porcentaje de ceniza, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(\text{Peso del crisol con ceniza} - \text{Peso del crisol vacío})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100. \quad (25)$$

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(16.8057 - 16.7932)}{5.0283} \times 100 = 0.249 \%$$

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(17.3138 - 17.2960)}{5.0087} \times 100 = 0.355 \%$$

De esta forma, el porcentaje de ceniza del néctar de aguaje, fue el promedio de los porcentajes de ceniza de las dos (2) muestras, es decir:

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Aguaje})} = \frac{(0.249 + 0.355) \%}{2} = 0.302 \% \cong 0.3 \%$$

Asimismo, la fracción másica de ceniza del néctar de aguaje resulto:
 $X_{C(\text{Aguaje})} = 0.003$.

Para el néctar de ungurahui (Oenocarpus bataua).

Tabla 6. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de ungurahui.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso del crisol vacío (g)	16.5297	18.9421
Peso de la muestra (g)	5.0774	5.0652
Peso del crisol con ceniza (g)	16.5346	18.9466

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(16.5346 - 16.5297)}{5.0774} \times 100 = 0.0965 \%$$

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(18.9466 - 18.9421)}{5.0652} \times 100 = 0.0884 \%$$

De esta forma, el porcentaje de ceniza del néctar de ungurahui, fue el promedio de los porcentajes de ceniza de las dos (2) muestras, es decir:

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Ungurahui})} = \frac{(0.0965 + 0.0884) \%}{2} = 0.0927 \% \cong 0.09 \%$$

Asimismo, se obtuvo la fracción másica de ceniza del néctar de ungurahui:
 $X_{C(\text{Ungurahui})} = 0.0009$.

Para el néctar de cocona (Oenocarpus bataua).

Tabla 7. Datos para determinar el porcentaje de ceniza del néctar de cocona.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso del crisol vacío (g)	22.5123	21.8419
Peso de la muestra (g)	5.0254	5.0354
Peso del crisol con ceniza (g)	22.5179	21.8473

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(22.5179 - 22.5123)}{5.0254} \times 100 = 0.111 \%$$

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(21.8473 - 21.8419)}{5.0354} \times 100 = 0.1072 \%$$

$$\% \text{ Ceniza}_{(\text{Cocona})} = \frac{(0.111 + 0.1072) \%}{2} = 0.1093 \% \cong 0.1 \%$$

De esta forma, la fracción másica de ceniza del néctar de cocona resultó:
 $X_{C(\text{Cocona})} = 0.001$.

Determinación de grasa

- Método: gravimetría
- Normativa: A.O.A.C 960.32

Para el néctar de aguaje (Mauritia flexuosa).

El porcentaje de grasa, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso del balón con grasa} - \text{Peso del balón vacío})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100. \quad (26)$$

Tabla 8. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de aguaje.

Datos	Muestra
Peso del balón vacío (g)	92.6012
Peso de la muestra (g)	5.0000
Peso del balón con grasa (g)	92.8063

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Grasa}_{(\text{Aguaje})} = \frac{(92.8063 - 92.6012)}{5.0000} \times 100 = 4.103 \% \cong 4.1 \%$$

Asimismo, la fracción másica de grasa del néctar de aguaje resultó:
 $X_{G(\text{Aguaje})} = 0.041$.

Para el néctar de ungurahui (Oenocarpus bataua).

Tabla 9. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de ungurahui.

Datos	Muestra
Peso del balón vacío (g)	92.6012
Peso de la muestra (g)	5.0000
Peso del balón con grasa (g)	92.8063

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{Grasa}_{(\text{Ungurahui})} = \frac{(92.8063 - 92.6012)}{5.0000} \times 100 = 2.742 \% \cong 2.74 \%$$

De esta manera, la fracción másica de grasa del néctar de ungurahui resultó:
 $X_{G(\text{Ungurahui})} = 0.0274$.

Para el néctar de cocona (Oenocarpus bataua).

Tabla 10. Datos para determinar el porcentaje de grasa del néctar de cocona.

Datos	Muestra
Peso del balón vacío (g)	107.4239
Peso de la muestra (g)	5.0062
Peso del balón con grasa (g)	107.4524

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{Grasa}_{(\text{Cocona})} = \frac{(107.4524 - 107.4239)}{5.0062} \times 100 = 0.5693 \% \cong 0.57 \%$$

De esta forma, la fracción másica de grasa del néctar de cocona resultó:
 $X_{G(\text{Cocona})} = 0.0057$.

Determinación de proteína

- Método: Kjeldhal
- Normativa: ITINTEC-N.T.N.201.021

Para el néctar de aguaje (Mauritia flexuosa).

Tabla 11. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de aguaje.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso de la muestra (g)	0.2511	0.2533
Gasto de titulación (mL)	0.8000	0.8000

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el porcentaje de proteína, primeramente, se determinó el porcentaje de nitrógeno, mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Gasto de titulación})(\text{Peso miliequivalente})(N)}{\text{Peso de la muestra}} \times 100. \quad (27)$$

Donde Peso miliequivalente = 0.014 (es la masa molar del nitrógeno entre 1000) y $N = 0.025$ es la normalidad del titulante (H_2SO_4).

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(0.8)(0.014)(0.025)}{0.2511} \times 100 = 0.1115 \%$$

Asimismo, el porcentaje de proteína para cada néctar, se calculó mediante la ecuación (28).

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times \text{FP}. \quad (28)$$

Donde $\text{FP} = 6.25$, es el factor para convertir a proteína.

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 1})} = 0.1115 \times 6.25 = 0.6969 \%$$

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(0.8)(0.014)(0.025)}{0.2533} \times 100 = 0.1105 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 2})} = 0.1105 \times 6.25 = 0.6909 \%$$

De esta forma, el porcentaje de proteína del néctar de aguaje, fue el promedio de los porcentajes de proteína de las dos (2) muestras, es decir:

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Aguaje})} = \frac{(0.6969 + 0.6909) \%}{2} = 0.694 \% \cong 0.69 \%$$

Asimismo, la fracción másica de proteína del néctar de aguaje resultó:
 $X_{P(\text{Aguaje})} = 0.0069$.

Para el néctar de ungurahui (Oenocarpus bataua).

Tabla 12. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de ungurahui.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso de la muestra (g)	0.2544	0.2532
Gasto de titulación (mL)	0.4000	0.4000

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(0.4)(0.014)(0.025)}{0.2544} \times 100 = 0.05503 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 1})} = 0.05503 \times 6.25 = 0.3439 \%$$

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(0.4)(0.014)(0.025)}{0.2532} \times 100 = 0.05529 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 2})} = 0.05529 \times 6.25 = 0.3456 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Ungurahui})} = \frac{(0.3439 + 0.3456) \%}{2} = 0.3448 \% \cong 0.34 \%$$

En consecuencia, el porcentaje de proteína del néctar de ungurahui, fue el promedio de los porcentajes de proteína de las dos (2) muestras, es decir:

De esta manera, la fracción másica de proteína del néctar de ungurahui resultó:
 $X_{P(\text{Ungurahui})} = 0.0034$.

Para el néctar de cocona (Oenocarpus bataua).

Tabla 13. Datos para determinar el porcentaje de proteína del néctar de cocona.

Datos	Muestra 1	Muestra 2
Peso de la muestra (g)	0.2513	0.2581
Gasto de titulación (mL)	0.2000	0.2500

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 1})} = \frac{(0.2)(0.014)(0.025)}{0.2513} \times 100 = 0.0279 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 1})} = 0.0279 \times 6.25 = 0.1741 \%$$

$$\% \text{ Nitrógeno}_{(\text{Muestra 2})} = \frac{(0.25)(0.014)(0.025)}{0.2581} \times 100 = 0.0339 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Muestra 2})} = 0.0339 \times 6.25 = 0.2119 \%$$

$$\% \text{ Proteína}_{(\text{Cocona})} = \frac{(0.1741 + 0.2119) \%}{2} = 0.193 \% \cong 0.19 \%$$

De esta manera, la fracción másica de proteína del néctar de cocona resultó:
 $X_{P(\text{Cocona})} = 0.0019$.

Determinación de carbohidratos

- Método: cálculo

El porcentaje de carbohidratos en los tres néctares, se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 \% - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ Grasa} + \% \text{ Proteína}). \text{ (29)}$$

Para el néctar de aguaje (Mauritia flexuosa).

$$\% \text{ Carbohidratos}_{(\text{Aguaje})} = [100 - (77.5 + 0.3 + 4.1 + 0.69)] \% = 17.41 \%$$

De esta forma, la fracción másica de carbohidratos del néctar de aguaje resultó:
 $X_{CH(\text{Aguaje})} = 0.1741$.

Para el néctar de ungurahui (Oenocarpus bataua).

$$\% \text{ Carbohidratos}_{(\text{Ungurahui})} = [100 - (80.62 + 0.09 + 2.74 + 0.34)] \% = 16.21 \%$$

Asimismo, la fracción másica de carbohidratos del néctar de ungurahui resultó:
 $X_{CH(\text{Ungurahui})} = 0.1621$.

Para el néctar de cocona (Oenocarpus bataua).

$$\% \text{ Carbohidratos}_{(\text{Cocona})} = [100 - (86.59 + 0.1 + 0.57 + 0.19)] \% = 12.55 \%$$

De esta manera, la fracción másica de carbohidratos del néctar de cocona resultó:
 $X_{CH(\text{Cocona})} = 0.1255$.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos, estuvo basado en el cálculo y la representación gráfica de las cuatro (4) propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), en un rango de 20 a 80 °C, para lo cual se programó en las hojas de cálculo de Microsoft Excel 2019, las ecuaciones en el orden que se indican a continuación: desde la ecuación (30) hasta la ecuación (32) para el calor específico, desde la ecuación (33) hasta la ecuación (35) para la conductividad térmica, desde la ecuación (36) hasta la ecuación (38) para la densidad y la ecuación (5) para la difusividad térmica conociendo previamente las otras propiedades termofísicas.

3.5. Aspectos éticos

Como tesis y egresados de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, nos comprometemos a respetar la veracidad de los resultados que se obtengan al realizar el análisis fisicoquímico y la evaluación de las cuatro (4) propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), a los néctares de los tres (3) frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), véase también los anexos 6, 7 y 8.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tabla 14. Fracciones másicas de los componentes del néctar de aguaje.

Componente	Fracción másica	Notación
Humedad	0.775	$X_{W(\text{Aguaje})}$
Ceniza	0.003	$X_{C(\text{Aguaje})}$
Grasa	0.041	$X_{G(\text{Aguaje})}$
Proteína	0.0069	$X_{P(\text{Aguaje})}$
Carbohidratos	0.1741	$X_{CH(\text{Aguaje})}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Fracciones másicas de los componentes del néctar de ungurahui.

Componente	Fracción másica	Notación
Humedad	0.8062	$X_{W(\text{Ungurahui})}$
Ceniza	0.0009	$X_{C(\text{Ungurahui})}$
Grasa	0.0274	$X_{G(\text{Ungurahui})}$
Proteína	0.0034	$X_{P(\text{Ungurahui})}$
Carbohidratos	0.1621	$X_{CH(\text{Ungurahui})}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Fracciones másicas de los componentes del néctar de cocona.

Componente	Fracción másica	Notación
Humedad	0.8659	$X_{W(\text{Cocona})}$
Ceniza	0.001	$X_{C(\text{Cocona})}$
Grasa	0.0057	$X_{G(\text{Cocona})}$
Proteína	0.0019	$X_{P(\text{Cocona})}$
Carbohidratos	0.1255	$X_{CH(\text{Cocona})}$

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las fracciones másicas para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), que se muestran respectivamente en las tablas 14, 15 y 16, se obtuvieron del análisis fisicoquímico, esto se muestra en detalle en la sección 3.3.

Tabla 17. Resultados de la relación entre el calor específico y la temperatura.

$$C_{e(\text{Aguaje})} = 3604.69 + 0.345667T + 0.00299T^2. \quad (30)$$

$$C_{e(\text{Ungurahui})} = 3680.09 + 0.291046T + 0.00331024T^2. \quad (31)$$

$$C_{e(\text{Cocona})} = 3826.76 + 0.180199T + 0.00396016T^2. \quad (32)$$

C_e está en J/(kg. °C) y T en °C.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las relaciones entre el calor específico y la temperatura, para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), los cuales se muestran respectivamente en la tabla 17, se obtuvieron haciendo uso de los resultados que se muestran en las tablas 14, 15 y 16 y aplicando desde la ecuación (6) hasta la ecuación (11). Por ejemplo, para determinar la relación: $C_{e(\text{Aguaje})} = 3604.69 + 0.345667T + 0.00299T^2$. (30), el cálculo es el siguiente:

$$C_{e(\text{Aguaje})} = X_{W(\text{Aguaje})}C_{e(W)} + X_{C(\text{Aguaje})}C_{e(C)} + X_{G(\text{Aguaje})}C_{e(G)} + X_{P(\text{Aguaje})}C_{e(P)} + X_{CH(\text{Aguaje})}C_{e(CH)}$$

$$\begin{aligned} X_{W(\text{Aguaje})}C_{e(W)} &= 0.775(4176.2 - 9086.4 \times 10^{-5}T + 5473.1 \times 10^{-6}T^2) \\ &= 3236.555 - 0.0704196T + 0.0042416525T^2. \quad (1-*) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{C(\text{Aguaje})}C_{e(C)} &= 0.003(1092.6 + 1889.6 \times 10^{-3}T - 3681.7 \times 10^{-6}T^2) \\ &= 3.2778 + 0.0056688T - 0.0000110451T^2. \quad (2-*) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{G(\text{Aguaje})}C_{e(G)} &= 0.041(1984.2 + 1473.3 \times 10^{-3}T - 4800.8 \times 10^{-6}T^2) \\ &= 81.35221 + 0.0604053T - 0.000196833T^2. \quad (3-*) \end{aligned}$$

$$X_{P(\text{Aguaje})}C_{e(P)} = 0.0069(2008.2 + 1208.9 \times 10^{-3}T - 1312.9 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 13.8566 + 0.00834141T - 9.05901 \times 10^{-6}T^2. \quad (4-*)$$

$$X_{CH(Aguaje)}C_{e(CH)} = 0.1741(1548.8 + 1962.5 \times 10^{-3}T - 5939.9 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 269.646 + 0.341671T - 0.00103414T^2. \quad (5-*)$$

Sumando las ecuaciones (1- *), (2- *), (3- *), (4- *) y (5- *), se obtuvo la ecuación (30), la cual representa la relación entre el calor específico y la temperatura, para el néctar de aguaje.

$$C_{e(Aguaje)} = 3604.69 + 0.345667T + 0.00299T^2. \quad (30)$$

Las ecuaciones (31) y (32) se obtuvieron, realizando el mismo procedimiento que para obtener la ecuación (30).

Tabla 18. Resultados de la evaluación del calor específico.

T °C	$C_{e(Aguaje)}$ J/(kg. °C)	$C_{e(Ungurahui)}$ J/(kg. °C)	$C_{e(Cocona)}$ J/(kg. °C)
20	3612.80	3687.24	3831.95
25	3615.20	3689.44	3833.74
30	3617.75	3691.80	3835.73
35	3620.45	3694.33	3837.92
40	3623.30	3697.03	3840.30
45	3626.30	3699.89	3842.89
50	3629.45	3702.92	3845.67
55	3632.75	3706.11	3848.65
60	3636.19	3709.47	3851.83
65	3639.79	3712.99	3855.20
70	3643.54	3716.68	3858.78
75	3647.43	3720.54	3862.55
80	3651.48	3724.56	3866.52

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se muestra los resultados de la evaluación del calor específico para los tres (3) néctares (aguaje, unguarahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a

80 °C. Por ejemplo, el valor del calor específico del néctar de cocona a 40 °C, se evaluó de la forma siguiente:

$$C_{e(\text{Cocona})} = 3826.76 + 0.180199(40) + 0.00396016(40)^2 = 3840.30 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})}$$

De esta forma, se determinó los valores del calor específico para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

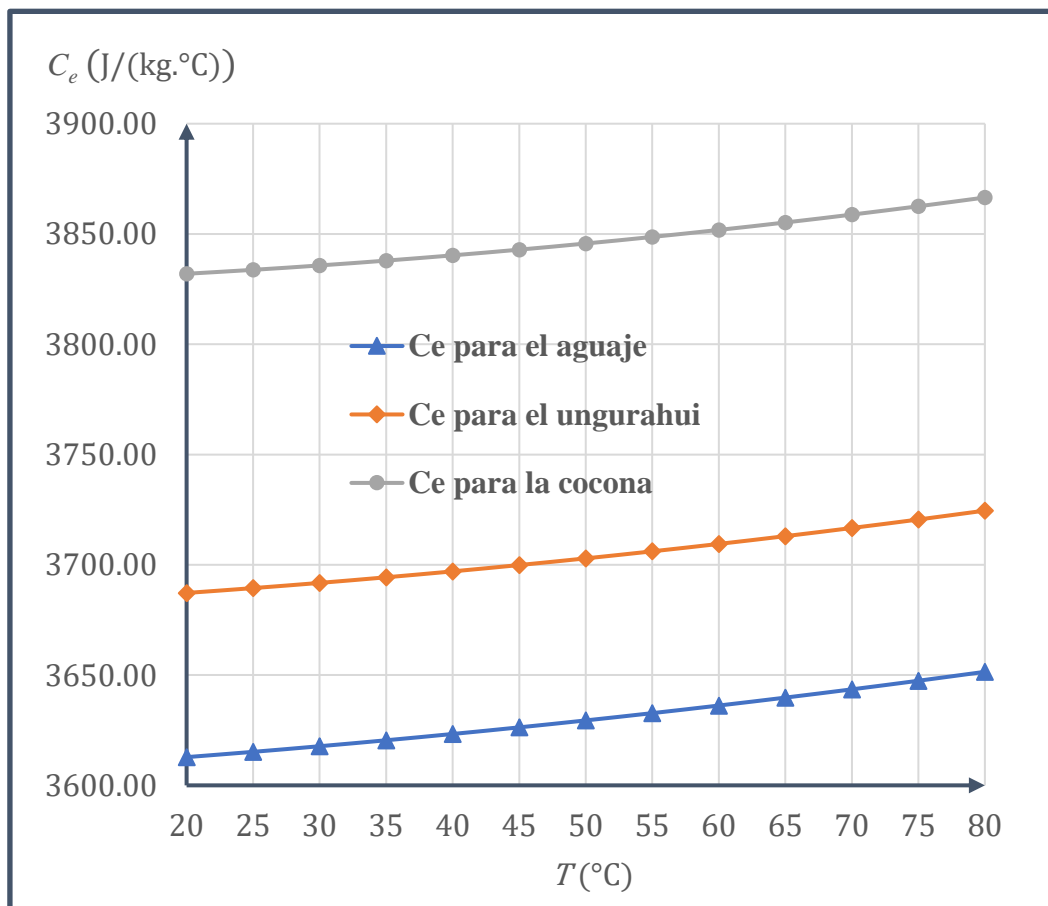


Figura 2. Representación gráfica del calor específico versus la temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se muestra la representación gráfica del calor específico versus la temperatura (ecuaciones (30), (31) y (31)), para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

Tabla 19. Resultados de la relación entre la conductividad térmica y la temperatura.

$$k_{(\text{Aguaje})} = 0.487554 + 0.00150898T - 6.41678 \times 10^{-6}T^2. \quad (33)$$

$$k_{(\text{Ungurahui})} = 0.499092 + 0.001577T - 6.52184 \times 10^{-6}T^2. \quad (34)$$

$$k_{(\text{Cocona})} = 0.52152 + 0.00168851T - 6.66008 \times 10^{-6}T^2. \quad (35)$$

k está en $W/(m \cdot ^\circ C)$ y T en $^\circ C$.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las relaciones entre la conductividad térmica y la temperatura, para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), los cuales se muestran respectivamente en la tabla 19, se obtuvieron haciendo uso de los resultados que se muestran en las tablas 14, 15 y 16 y aplicando desde la ecuación (12) hasta la ecuación (17). Por ejemplo, para determinar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, para el néctar de cocona: $k_{(\text{Cocona})} = 0.52152 + 0.00168851T - 6.66008 \times 10^{-6}T^2$. (35), el cálculo es el siguiente:

$$k_{(\text{Cocona})} = X_{W(\text{Cocona})}k_{(W)} + X_{C(\text{Cocona})}k_{(C)} + X_{G(\text{Cocona})}k_{(G)} + X_{P(\text{Cocona})}k_{(P)} + X_{CH(\text{Cocona})}k_{(CH)}$$

$$X_{W(\text{Cocona})}k_{(W)} = 0.8659(0.57109 + 1.7625 \times 10^{-3}T - 6.7063 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 0.494507 + 0.00152615T - 5.80699 \times 10^{-6}T^2. \quad (6-*)$$

$$X_{C(\text{Cocona})}k_{(C)} = 0.001(0.32962 + 1.4011 \times 10^{-3}T - 2.9069 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 0.00032962 + 1.4011 \times 10^{-6}T - 2.9069 \times 10^{-9}T^2. \quad (7-*)$$

$$X_{G(\text{Cocona})}k_{(G)} = 0.0057(0.1871 - 2.7064 \times 10^{-3}T - 5.9399 \times 10^{-7}T^2)$$

$$= 0.00106647 - 0.0000154265T - 3.385743 \times 10^{-9}T^2. \quad (8-*)$$

$$X_{P(\text{Cocona})}k_{(P)} = 0.0019(0.17881 + 1.1958 \times 10^{-3}T - 2.7178 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 0.000339739 + 2.27202 \times 10^{-9}T - 5.16382 \times 10^{-9}T^2. \text{(9-*)}$$

$$X_{\text{CH(Cocona)}}k_{\text{(CH)}} = 0.1255(0.20141 + 1.3874 \times 10^{-3}T - 6.7063 \times 10^{-6}T^2)$$

$$= 0.025277 + 0.000174119T - 8.4164065 \times 10^{-7}T^2. \text{(10-*)}$$

Sumando las ecuaciones (6-*), (7-*), (8-*), (9-*) y (10-*), se obtuvo la ecuación (35), la cual representa la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, para el néctar de cocona.

Tabla 20. Resultados de la evaluación de la conductividad térmica.

T °C	$k_{\text{(Aguaje)}}$ W/(m. °C)	$k_{\text{(Ungurahui)}}$ W/(m. °C)	$k_{\text{(Cocona)}}$ W/(m. °C)
20	0.5152	0.5280	0.5426
25	0.5213	0.5344	0.5496
30	0.5270	0.5405	0.5562
35	0.5325	0.5463	0.5625
40	0.5376	0.5517	0.5684
45	0.5425	0.5569	0.5740
50	0.5470	0.5616	0.5793
55	0.5511	0.5661	0.5842
60	0.5550	0.5702	0.5889
65	0.5585	0.5740	0.5931
70	0.5617	0.5775	0.5971
75	0.5646	0.5807	0.6007
80	0.5672	0.5835	0.6040

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se muestra los resultados de la evaluación de la conductividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C. Por ejemplo, el valor de la conductividad térmica del néctar de aguaje a 30 °C, se evaluó de la forma siguiente:

$$k_{\text{(Aguaje)}} = 0.487554 + 0.00150898(30) - 6.41678 \times 10^{-6}(30)^2 = 0.5270 \frac{\text{W}}{\text{m. °C}}.$$

De esta misma forma, se puede determinar los demás valores de la conductividad térmica de los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

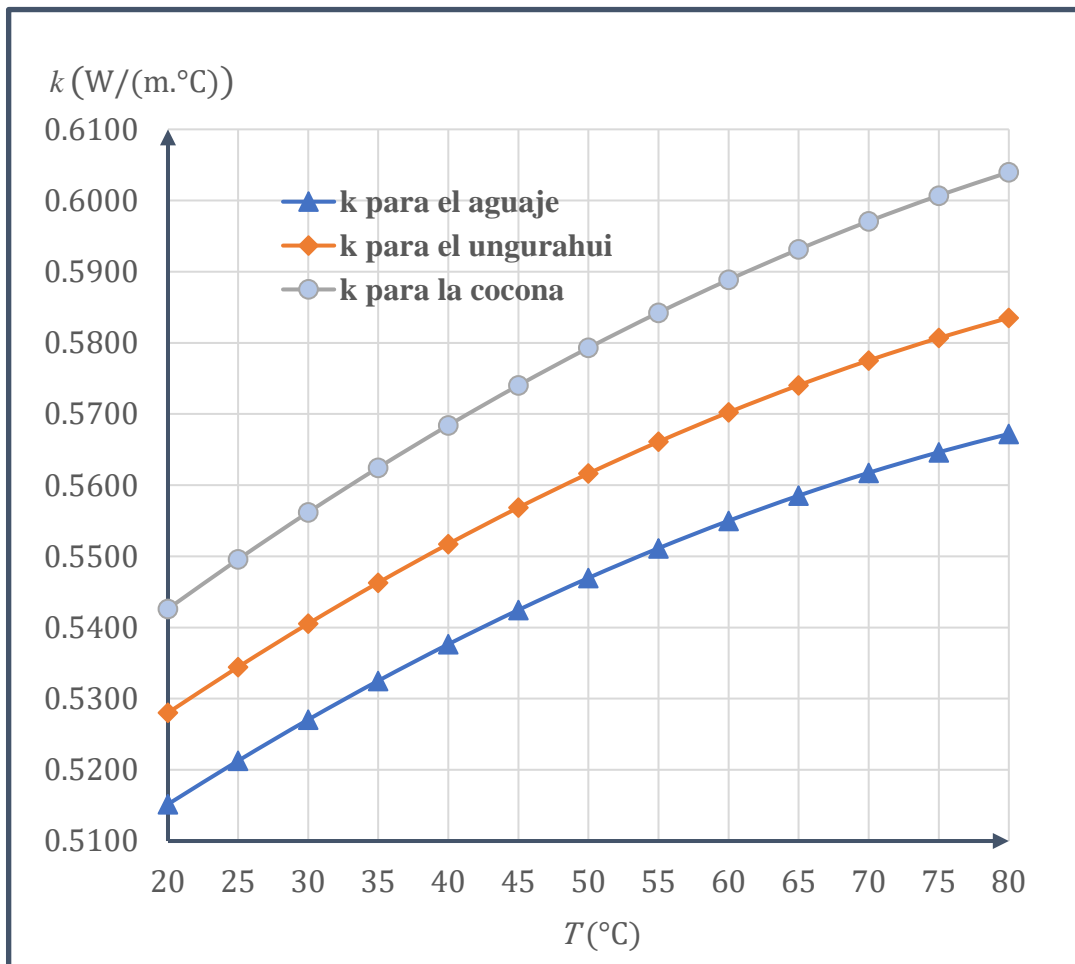


Figura 3. Representación gráfica de la conductividad térmica versus la temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se muestra la representación gráfica de la conductividad térmica versus la temperatura (ecuaciones (33), (34) y (35)), para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

Tabla 21. Resultados de la relación entre la densidad y la temperatura.

$$\rho_{(\text{Aguaje})} = 1105.62 - 0.0780241T - 0.00291199T^2. \quad (36)$$

$$\rho_{(\text{Ungurahui})} = 1095.21 - 0.0663154T - 0.00302922T^2. \quad (37)$$

$$\rho_{(\text{Cocona})} = 1074.37 - 0.04533T - 0.00325353T^2. \quad (38)$$

ρ está en kg/m^3 y T en $^{\circ}\text{C}$.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las relaciones entre la densidad y la temperatura, para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), los cuales se muestran respectivamente en la tabla 21, se obtuvieron haciendo uso de los resultados que se muestran en las tablas 14, 15 y 16 y aplicando desde la ecuación (18) hasta la ecuación (23). Por ejemplo, para determinar la relación: $\rho_{(\text{Ungurahui})} = 1095.21 - 0.0663154T - 0.00302922T^2$. (37), el cálculo es el siguiente:

$$\rho_{(\text{Ungurahui})} = X_{\text{W}(\text{Cocona})}\rho_{(\text{W})} + X_{\text{C}(\text{Cocona})}\rho_{(\text{C})} + X_{\text{G}(\text{Cocona})}\rho_{(\text{G})} + X_{\text{P}(\text{Cocona})}\rho_{(\text{P})} + X_{\text{CH}(\text{Cocona})}\rho_{(\text{CH})}$$

$$X_{\text{W}(\text{Ungurahui})}\rho_{(\text{W})} = 0.8062(997.18 + 3.1439 \times 10^{-3}T - 3.7574 \times 10^{-3}T^2)$$

$$= 803.927 - 0.00253461T - 0.00302922T^2. \quad (11-*)$$

$$X_{\text{C}(\text{Ungurahui})}\rho_{(\text{C})} = 0.0009(2423.8 - 0.28063T)$$

$$= 2.18142 - 0.000252567T. \quad (12-*)$$

$$X_{\text{G}(\text{Ungurahui})}\rho_{(\text{G})} = 0.0274(925.59 - 0.41757T)$$

$$= 25.3612 - 0.0114414T. \quad (13-*)$$

$$X_{\text{P}(\text{Ungurahui})}\rho_{(\text{P})} = 0.0034(1330 - 0.518T)$$

$$= 4.522 - 0.0017612T. \quad (14-*)$$

$$X_{\text{CH(Ungurahui)}}\rho_{\text{(CH)}} = 0.1621(1599.1 - 0.31046T)$$

$$= 259.214 - 0.0503256T. \quad (15-*)$$

Sumando las ecuaciones (11- *), (12- *), (13- *), (14- *) y (15- *), se obtuvo la ecuación (37), la cual representa la relación entre la densidad y la temperatura, para el néctar de ungurahui.

Tabla 22. Resultados de la evaluación de la densidad.

T	$\rho_{\text{(Aguaje)}}$	$\rho_{\text{(Ungurahui)}}$	$\rho_{\text{(Cocona)}}$
°C	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
20	1102.89	1092.67	1072.16
25	1101.85	1091.66	1071.20
30	1100.66	1090.49	1070.08
35	1099.32	1089.18	1068.80
40	1097.84	1087.71	1067.35
45	1096.21	1086.09	1065.74
50	1094.44	1084.32	1063.97
55	1092.52	1082.40	1062.03
60	1090.46	1080.33	1059.94
65	1088.25	1078.10	1057.68
70	1085.89	1075.72	1055.25
75	1083.39	1073.20	1052.67
80	1080.74	1070.52	1049.92

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22, se muestra los resultados de la evaluación de la densidad para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C. Por ejemplo, el valor de la densidad del néctar de ungurahui a 50 °C, se evaluó de la forma siguiente:

$$\rho_{\text{(Ungurahui)}} = 1095.21 - 0.0663154(50) - 0.00302922(50)^2 = 1084.32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

De la misma forma, se puede determinar los demás valores de la densidad de los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

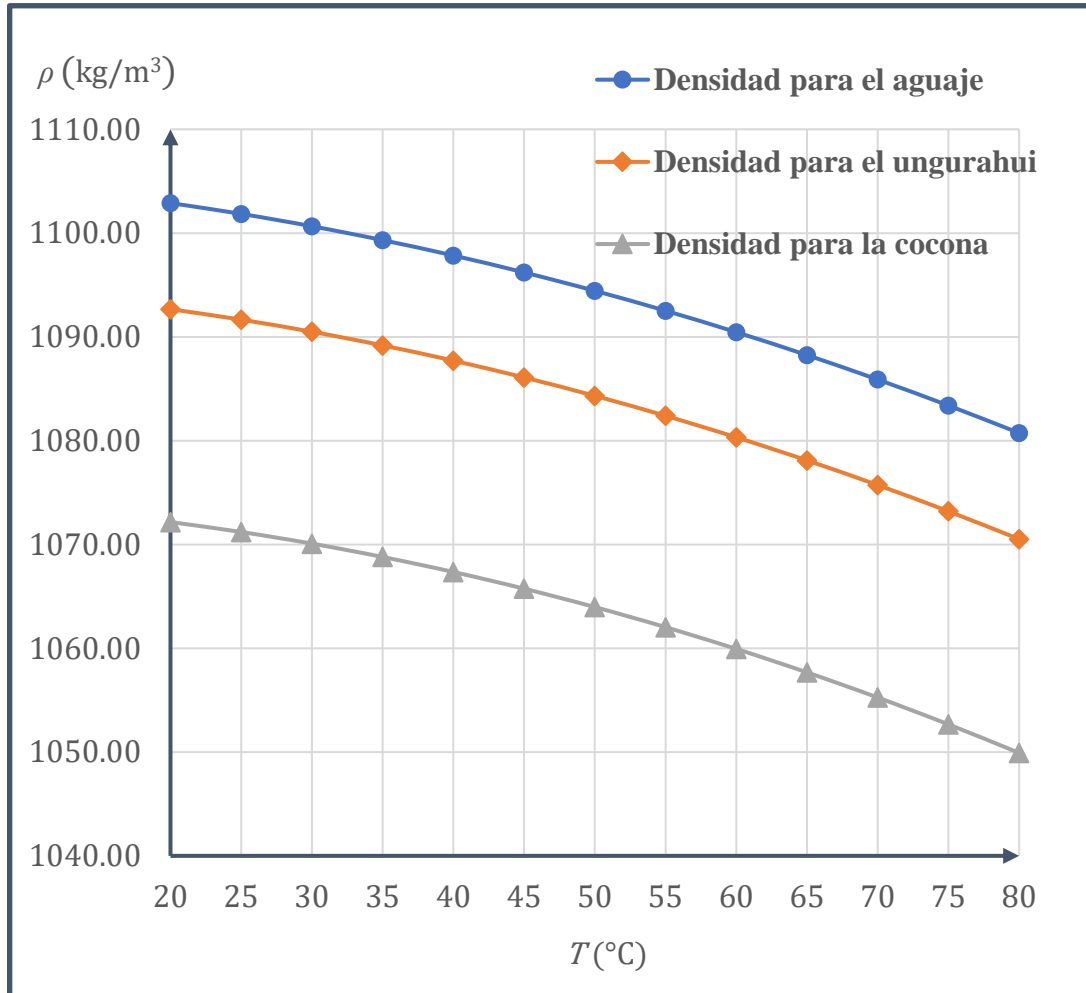


Figura 4. Representación gráfica de la densidad versus la temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4, se muestra la representación gráfica de la densidad versus la temperatura (ecuaciones (36), (37) y (38)), para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

Tabla 23. Resultados de la evaluación de la difusividad térmica.

T	$\alpha_{(\text{Aguaje})}$	$\alpha_{(\text{Ungurahui})}$	$\alpha_{(\text{Cocona})}$
°C	m ² /s	m ² /s	m ² /s
20	1.29×10^{-7}	1.31×10^{-7}	1.32×10^{-7}
25	1.31×10^{-7}	1.33×10^{-7}	1.34×10^{-7}
30	1.32×10^{-7}	1.34×10^{-7}	1.36×10^{-7}
35	1.34×10^{-7}	1.36×10^{-7}	1.37×10^{-7}
40	1.35×10^{-7}	1.37×10^{-7}	1.39×10^{-7}
45	1.36×10^{-7}	1.39×10^{-7}	1.40×10^{-7}
50	1.38×10^{-7}	1.40×10^{-7}	1.42×10^{-7}
55	1.39×10^{-7}	1.41×10^{-7}	1.43×10^{-7}
60	1.40×10^{-7}	1.42×10^{-7}	1.44×10^{-7}
65	1.41×10^{-7}	1.43×10^{-7}	1.45×10^{-7}
70	1.42×10^{-7}	1.44×10^{-7}	1.47×10^{-7}
75	1.43×10^{-7}	1.45×10^{-7}	1.48×10^{-7}
80	1.44×10^{-7}	1.46×10^{-7}	1.49×10^{-7}

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se muestra los resultados de la evaluación de la difusividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C (véase la ecuación (5)). Por ejemplo, el valor de la densidad del néctar de aguaje a 40 °C, se evaluó de la forma siguiente:

$$\alpha_{(\text{Aguaje})} = \frac{k_{(\text{Aguaje})}}{\rho_{(\text{Aguaje})} C_{e(\text{Aguaje})}} = \frac{0.5376 \left(\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right)}{(1097.84 \text{ kg/m}^3) \left(3623.30 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)}$$

$$\alpha_{(\text{Aguaje})} = 1.35 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}.$$

Donde las cantidades $k_{(\text{Aguaje})} = 0.5376(\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}))$, $\rho_{(\text{Aguaje})} = 1097.84 \text{ kg/m}^3$ y $C_{e(\text{Aguaje})} = 3623.30 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, representan a la conductividad térmica, a la densidad y el calor específico del aguaje a 40 °C, respectivamente.

De la misma forma, se puede determinar los demás valores de la difusividad térmica de los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

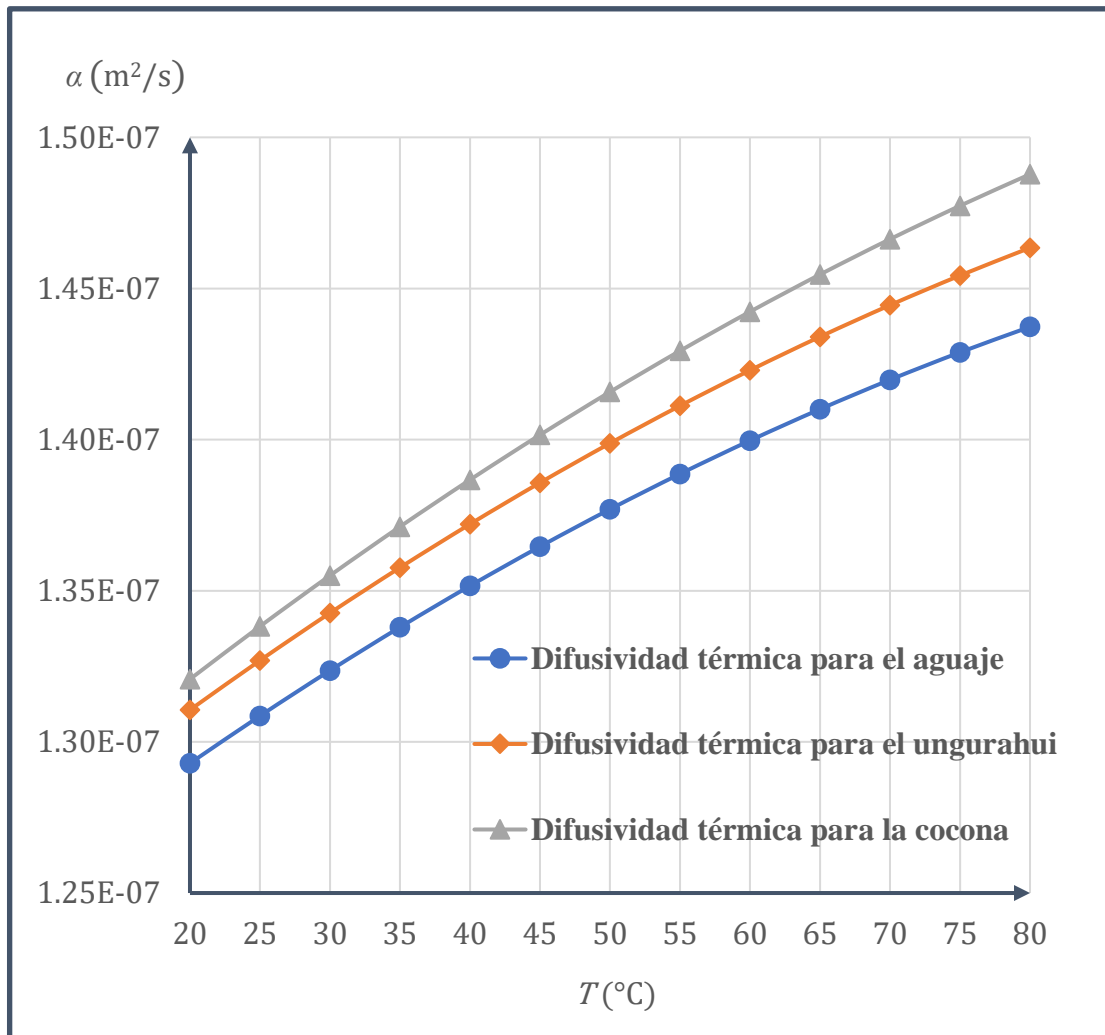


Figura 5. Representación gráfica de la difusividad térmica versus la temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5, se muestra la representación gráfica de la difusividad térmica versus la temperatura (ecuación (5)), para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), en un rango de temperatura de 20 a 80 °C.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Al comparar las tablas 14, 15 y 16, se puede observar lo siguiente:

- El néctar con menor porcentaje de humedad (77.5 %), es el de aguaje, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.775.
- El néctar con mayor porcentaje de humedad (86.59 %), es el de cocona, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.8659.
- El néctar con menor porcentaje de grasa (0.57 %), es el de cocona, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.0057.
- El néctar con mayor porcentaje de grasa (4.1 %), es el de aguaje, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.041.
- El néctar con menor porcentaje de carbohidratos (12.55 %), es el de cocona, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.1255.
- El néctar con mayor porcentaje de carbohidratos (17.41 %), es el de aguaje, lo cual es equivalente en fracción másica a 0.1741.

En la tabla 18, se puede observar lo siguiente:

- Los valores mínimos del calor específico para los tres (3) néctares (aguaje, unguurahui y cocona) son: 3612.80 J/(kg. °C), 3687.24 J/(kg. °C) y 3831.95 J/(kg. °C), respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 20 °C.
- Los valores máximos del calor específico para los tres (3) néctares (aguaje, unguurahui y cocona) son: 3651.48 J/(kg. °C), 3724.56 J/(kg. °C) y 3866.52 J/(kg. °C), respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 80 °C.

Por lo observado en las tablas 14, 15, 16 y 18, el componente que mayor aporta al valor del calor específico del néctar es la humedad; de esta forma, como el néctar de cocona es el que tiene mayor porcentaje de humedad entre los tres (3) néctares, su calor específico también será el mayor entre los mencionados néctares (véase también la figura 2). También se puede observar en la figura 2, que, a mayor temperatura, mayor será el calor específico de un néctar, tal como lo mencionan [Vargas et al \(2020, pp. 140-141\)](#), lo cual prueba la validez de los resultados obtenidos y que se muestran en dichas tablas.

En la tabla 20, se puede observar lo siguiente:

- Los valores mínimos de la conductividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona) son: 0.5152 W/(m.°C), 0.5280 W/(m.°C) y 0.5426W/(m.°C), respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 20 °C.
- Los valores máximos de la conductividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona) son: 0.5672 W/(m.°C), 0.5835 W/(m.°C) y 0.6040 W/(m.°C), respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 80 °C.

Por lo observado en las tablas 14, 15, 16 y 20, el componente que mayor aporta al valor de la conductividad térmica del néctar es la humedad; de esta forma, como el néctar de cocona es el que tiene mayor porcentaje de humedad entre los tres (3) néctares, su conductividad térmica también será la mayor entre los mencionados néctares (véase también la figura 3).

En la tabla 22, se puede observar lo siguiente:

- Los valores mínimos de la densidad para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona) son: 1080.74 kg/m³, 1070.52 kg/m³ y 1049.92 kg/m³, respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 80 °C.
- Los valores máximos de la densidad para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona) son: 1102.89 kg/m³, 1092.67 kg/m³ y 1072.16 kg/m³, respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 20 °C.

Por lo observado en las tablas 14, 15, 16 y 22, los componentes que menor y mayor aportan al valor de la densidad del néctar son la humedad y los carbohidratos, respectivamente; de esta forma, como el néctar de aguaje es el que tiene menor porcentaje de humedad y mayor porcentaje de carbohidratos entre los tres (3) néctares, su densidad también será la mayor entre los mencionados néctares (véase también la figura 4).

En la tabla 23, se puede observar lo siguiente:

- Los valores mínimos de la difusividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona) son: 1.29×10^{-7} m²/s, 1.31×10^{-7} m²/s y 1.32×10^{-7} m²/s, respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a 20 °C.

- Los valores máximos de la difusividad térmica para los tres (3) néctares (aguaje, ungrahui y cocona) son: $1.44 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, $1.46 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ y $1.49 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, respectivamente, los cuales corresponden a la evaluación que se ha hecho a $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Por lo observado en las tablas 14, 15, 16 y 23, el componente que mayor aporta al valor de la difusividad térmica del néctar es la humedad; de esta forma, como el néctar de cocona es el que tiene mayor porcentaje de humedad entre los tres (3) néctares, su difusividad térmica también será la mayor entre los mencionados néctares (véase también la figura 5). La cantidad de energía requerida para el tratamiento térmico de un néctar es directamente proporcional a la masa y al calor específico del mismo, tal como se indica en la siguiente ecuación (Cedeño, 2018, p. 143):

$$E_{(\text{Néctar})} = m_{\text{Néctar}} \int_{T_i}^{T_f} C_{e(\text{Néctar})} dT . \quad (39)$$

Donde $E_{(\text{Néctar})}$, $m_{\text{Néctar}}$ y $C_{e(\text{Néctar})}$, son la energía requerida para el tratamiento térmico, la masa y el calor específico del néctar. Las cantidades T_i y T_f son las temperaturas al inicio y al final del tratamiento térmico. Como el néctar de cocona, es el que tiene mayor calor específico entre los tres (3) néctares; por tanto, la cantidad de energía para su tratamiento térmico, también será la mayor entre los dichos néctares. Entonces si se quisiera tratar térmicamente 100 kg de néctar de cocona, la cantidad de energía requerida para este proceso, se calcularía como indica la ecuación (39).

$$E_{(\text{Cocona})} = m_{\text{Cocona}} \int_{T_i}^{T_f} C_{e(\text{Cocona})} dT$$

$$E_{(\text{Cocona})} = (100) \int_{20}^{80} (3826.76 + 0.180199T + 0.00396016T^2) dT$$

$$E_{(\text{Cocona})} = (100) \left\{ 3826.76(80 - 20) + \frac{0.180199}{2} [(80)^2 - (20)^2] + \frac{0.00396016}{3} [(80)^3 - (20)^3] \right\}$$

$$E_{(\text{Cocona})} = 2.30812 \times 10^7 \text{ J} = 23081.2 \text{ kJ}.$$

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Se ha evaluado la composición química (humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidratos) de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), siendo entre los tres (3) néctares, el de aguaje y el de cocona los que tienen el menor (77.5 %) y mayor (86.59 %) porcentaje de humedad. Los néctares con menor (0.57 %) y mayor (4.1 %) porcentaje de grasa fueron el de cocona y el de aguaje, respectivamente. De la misma forma los néctares que resultaron con menor (12.55 %) y mayor (17.41 %) porcentaje de carbohidratos, fueron el de cocona y el de aguaje, respectivamente. De esta forma se prueba la primera hipótesis específica y la vez se está cumpliendo con el primer objetivo específico.
- Se ha evaluado la relación entre el calor específico y la temperatura, en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona); siendo entre los (3) néctares, el de cocona y el de aguaje, los que tienen el mayor (3866.52 J/(kg. °C)) y menor (3651.48 J/(kg. °C)) calor específico evaluado a 80 °C, respectivamente, probando de esta forma la segunda hipótesis específica y la vez cumpliendo con el segundo objetivo específico.
- El calor específico de un néctar, depende en mayor proporción de la humedad que de los otros componentes (ceniza, grasa, proteína y carbohidratos); de esta forma, como el néctar de cocona es el que tiene el mayor porcentaje de humedad entre los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), su calor específico también es el mayor entre los mencionados néctares. También se puede decir, que, a mayor temperatura, mayor será el calor específico de un néctar.
- Se ha evaluado la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona); siendo entre los (3) néctares, el de cocona y el de aguaje, los que tienen la mayor (0.6040 W/(m. °C)) y menor (0.5672 W/(m. °C)) conductividad térmica evaluada a 80 °C, respectivamente,

probándose de esta manera la tercera hipótesis específica y la vez cumpliendo con el tercer objetivo específico.

- La conductividad térmica de un néctar, depende en mayor proporción de la humedad que de los otros componentes (ceniza, grasa, proteína y carbohidratos); de esta manera, como el néctar de cocona es el que tiene el mayor porcentaje de humedad entre los tres (3) néctares (aguaje, ungurahui y cocona), su conductividad térmica también es la mayor entre los mencionados néctares. También se puede mencionar, que, a mayor temperatura, mayor será la conductividad térmica de un néctar.
- Se ha evaluado la relación entre la densidad y la temperatura, en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona); siendo entre los (3) néctares, el de aguaje y el de cocona, los que tienen la mayor (1102.89 kg/m^3) y menor (1072.16 kg/m^3) densidad evaluada a 20 °C, respectivamente, probándose de este modo la cuarta hipótesis específica y la vez cumpliendo con el cuarto objetivo específico. También se puede concluir, que, a mayor temperatura, menor será la densidad de un néctar.
- Se ha evaluado la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, en un rango de 20 a 80 °C, para cada uno de los mencionados néctares; siendo entre los tres (3) néctares, el de cocona y el de aguaje, los que tienen la mayor ($1.49 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) y menor ($1.44 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) difusividad térmica evaluada a 80 °C, respectivamente, probándose de esta manera la quinta hipótesis específica y la vez cumpliendo con el quinto objetivo específico.
- De esta forma se concluye el presente trabajo de tesis, en el cual se evaluó la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, para néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente; probando y cumpliendo de esta forma la hipótesis general y el objetivo general.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer otros estudios sobre propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica) de néctares de otros frutales nativos de la Amazonía Peruana, como el arazá, el camu-camu y el copoazú.

- Para determinar la cantidad de energía requerida y a la vez hacer un escalamiento a nivel industrial en el tratamiento térmico de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), se recomienda hacer uso de la ecuación (39) y de las siguientes ecuaciones del calor específico:

$$C_{e(\text{Aguaje})} = 3604.69 + 0.345667T + 0.00299T^2. \quad (30)$$

$$C_{e(\text{Ungurahui})} = 3680.09 + 0.291046T + 0.00331024T^2. \quad (31)$$

$$C_{e(\text{Cocona})} = 3826.76 + 0.180199T + 0.00396016T^2. \quad (32)$$

- Para evaluar los mecanismos de transferencia de calor que se dan en el tratamiento térmico de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), se recomienda hacer uso de las siguientes ecuaciones de la conductividad térmica:

$$k_{(\text{Aguaje})} = 0.487554 + 0.00150898T - 6.41678 \times 10^{-6}T^2. \quad (33)$$

$$k_{(\text{Ungurahui})} = 0.499092 + 0.001577T - 6.52184 \times 10^{-6}T^2. \quad (34)$$

$$k_{(\text{Cocona})} = 0.52152 + 0.00168851T - 6.66008 \times 10^{-6}T^2. \quad (35)$$

- Para determinar la capacidad de los equipos, haciendo un escalamiento a nivel industrial en el tratamiento térmico de los tres (3) néctares de frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona), se recomienda hacer uso de las siguientes ecuaciones de la densidad:

$$\rho_{(\text{Aguaje})} = 1105.62 - 0.0780241T - 0.00291199T^2. \quad (36)$$

$$\rho_{(\text{Ungurahui})} = 1095.21 - 0.0663154T - 0.00302922T^2. \quad (37)$$

$$\rho_{(\text{Cocona})} = 1074.37 - 0.04533T - 0.00325353T^2. \quad (38)$$

- Se recomienda hacer uso de la ecuación (5) para evaluar los valores de la difusividad térmica de un néctar, en un rango de 20 a 80 °C.

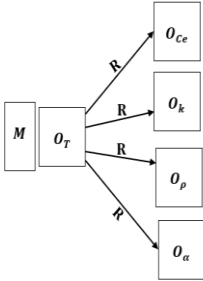
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- CARRASCO, Luis. Fenómenos de Transporte. 1a. ed. Lima, Perú: Empresa Editora Macro, 2011. 175 p.
ISBN: 978-612-304-010-9.
- CASTAÑEDA, Danlys. “Tratamiento térmico de espárragos”. Trabajo Monográfico para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, 2018. 2 p.
- CEDEÑO, Luis. Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos. 1a. ed. Machala, Ecuador: Editorial UTMACH, Universidad Técnica de Machala, 2018. 143 p.
ISBN: 978-9942-24-118-4.
- FELDER, Richard y ROUSSEAU, Ronald. Principios elementales de los procesos químicos. 3a. ed. México: Limusa Wiley, 2004. pp. 44, 61-62.
ISBN: 968-18-6169-8.
- GEANKOPLIS, Christie. Procesos de transporte y principios de separación. 4a. ed. México: Compañía Editorial Continental, 2006. 15 p.
ISBN: 970-24-0856-3.
- LEÓN, Rolando. “Determinación de las propiedades físicas en el jugo de la naranja valencia (*citrus sinensis l.*)”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, 2012. pp. 14-16, 18, 38-48.
- MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos. 6a. ed. México: Pearson Educación, S.A, de C.V., 2006. 14 p.
ISBN: 970-26-0805-8.

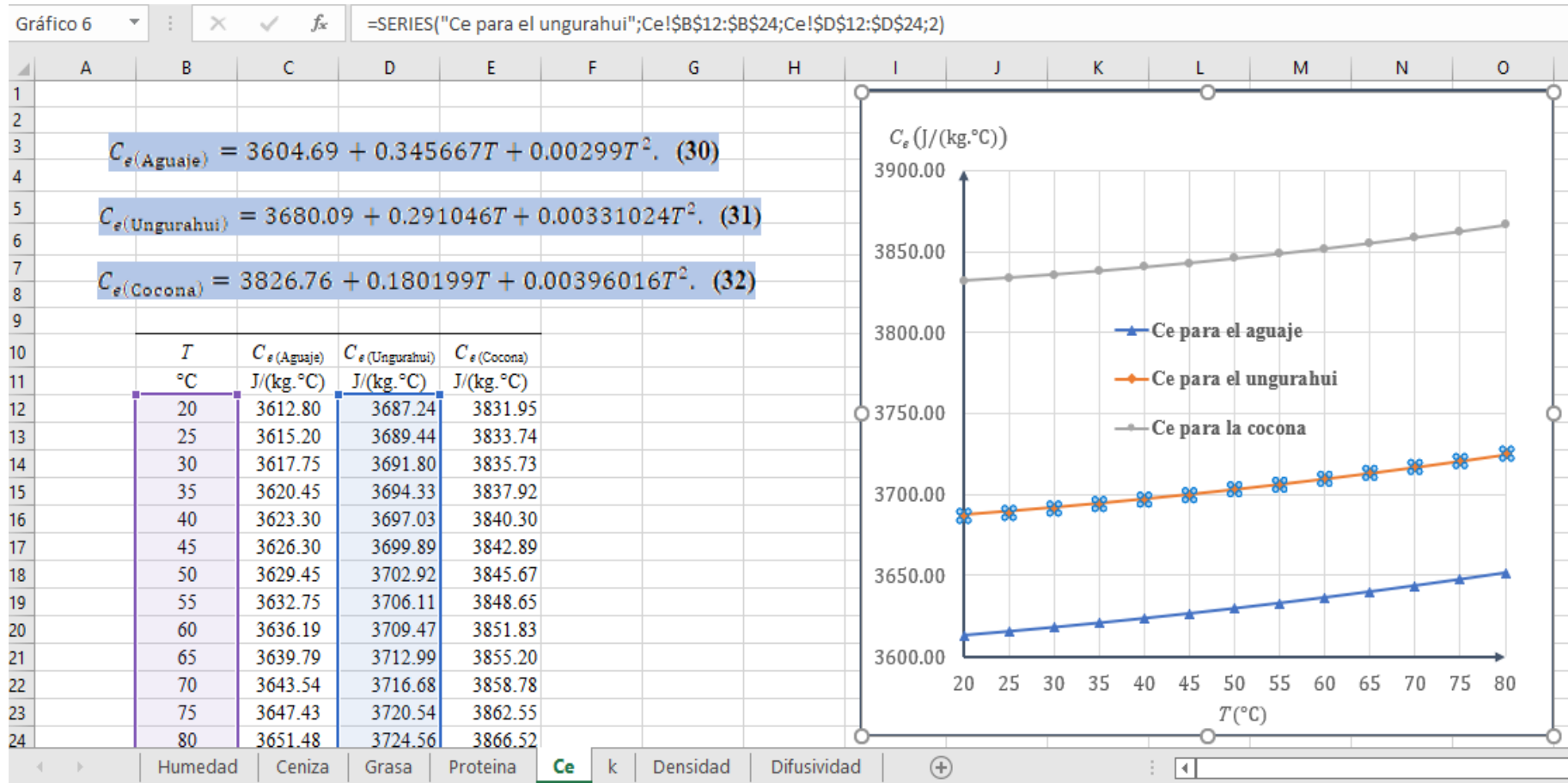
- MURAMATSU, Y.; SAKAGUCHI, E., ORIKASA, T.; TAGAWA, A. “Simultaneous estimation of the thermophysical properties of three kinds of fruit juices based on the measured result by a transient heat flow probe method”. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng. Journal of Food Engineering, (96): 607-613, 2010.
- NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS (CODEX STAN 247-2005, 2 p).
- RODAS, Mauro. “Determinación de las propiedades termofísicas (conductividad y difusividad térmica) en cinco variedades de papas (*Solanum tuberosum*)”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Apurímac, Perú: Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, 2019. pp. 4, 10, 19.
- SMITH, J. M., VAN NESS, H. C. y ABBOTT, M. M. Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química. 7a. ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2007. 5 p.
ISBN-13: 978-970-10-6147-3.
ISBN-10: 970-10-6147-0.
- VARGAS, Plinio; ARTEAGA, Rudyard; RIERA, Guido y CRUZ, Luis. Estimación de propiedades termofísicas de un producto cárnico, Santiago de Cuba. Revista Tecnología Química: 40 (1): 134-149, 2020.

ANEXOS

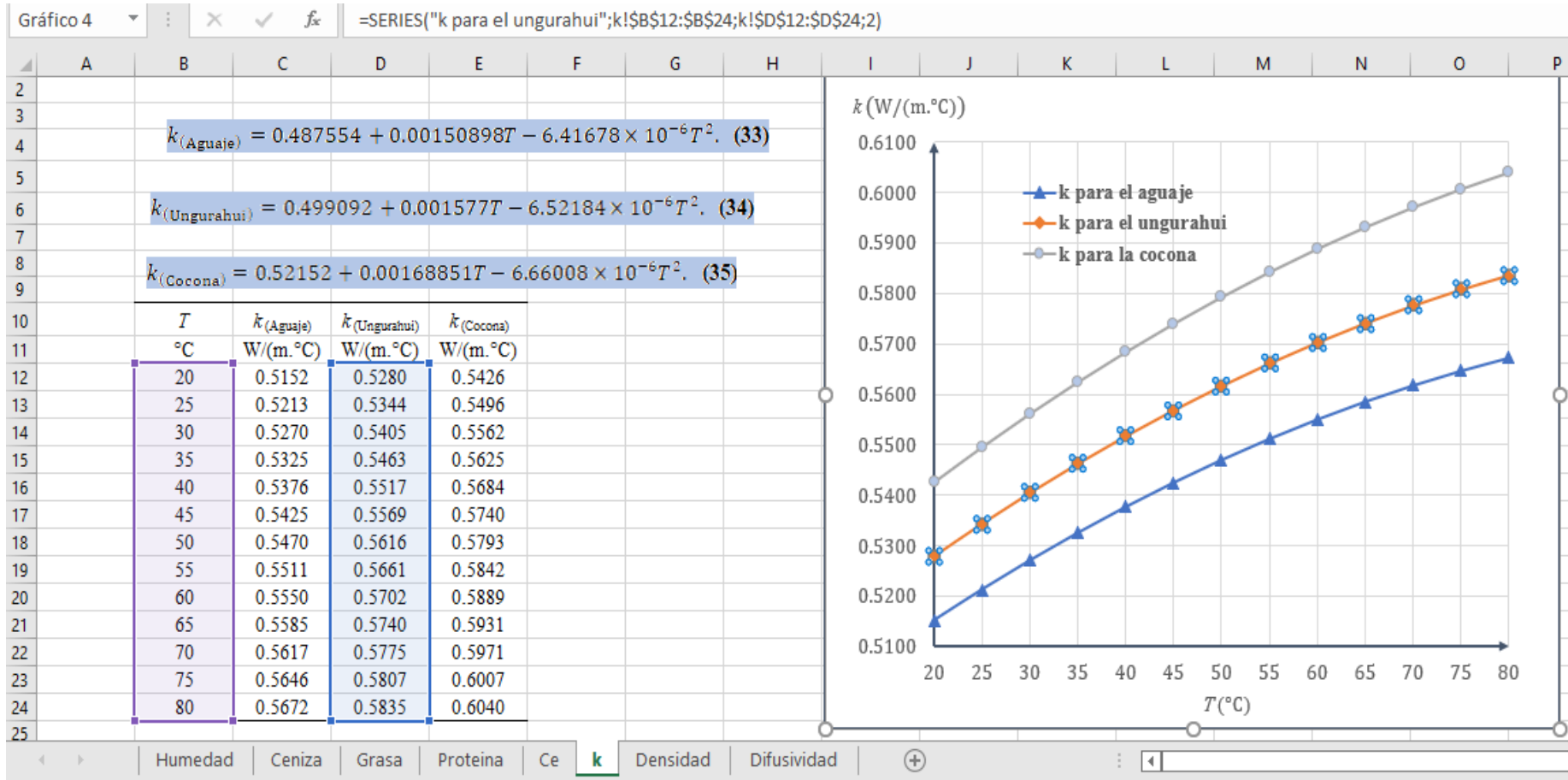
Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Es posible evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana, realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente?</p>	<p>Objetivo general Evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana, realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente.</p>	<p>Hipótesis general Sí, es posible evaluar la relación de cada una de las propiedades termofísicas (calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica), con la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana, realizando previamente el análisis fisicoquímico correspondiente.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>T: Temperatura</p>	<p>°C</p> <p>K</p>	<p>Tipo de investigación De acuerdo a los datos empleados, la presente investigación es cuantitativa, según el objetivo general es aplicada y según el nivel de profundización es explicativa con diseño correlacional.</p>  <p>Figura 1. Esquema del diseño de investigación.</p>
<p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Es posible evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)? • ¿Es posible evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)? • ¿Es posible evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)? • ¿Es posible evaluar la relación entre la densidad y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)? • ¿Es posible evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona)? 	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Evaluar la relación entre la densidad y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). 	<p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sí, es posible evaluar la composición química de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Sí, es posible evaluar la relación entre el calor específico y la temperatura de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Sí, es posible evaluar la relación entre la conductividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Sí, es posible evaluar la relación entre la densidad y la temperatura de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). • Sí, es posible evaluar la relación entre la difusividad térmica y la temperatura, de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía Peruana (aguaje, ungurahui y cocona). 	<p>Variables dependientes</p> <p>C_e: calor específico.</p> <p>k: conductividad térmica.</p> <p>ρ: densidad.</p> <p>α: difusividad térmica</p>	<p>J/(kg. °C)</p> <p>W/(m. °C)</p> <p>kg/m³</p> <p>m²/s</p>	

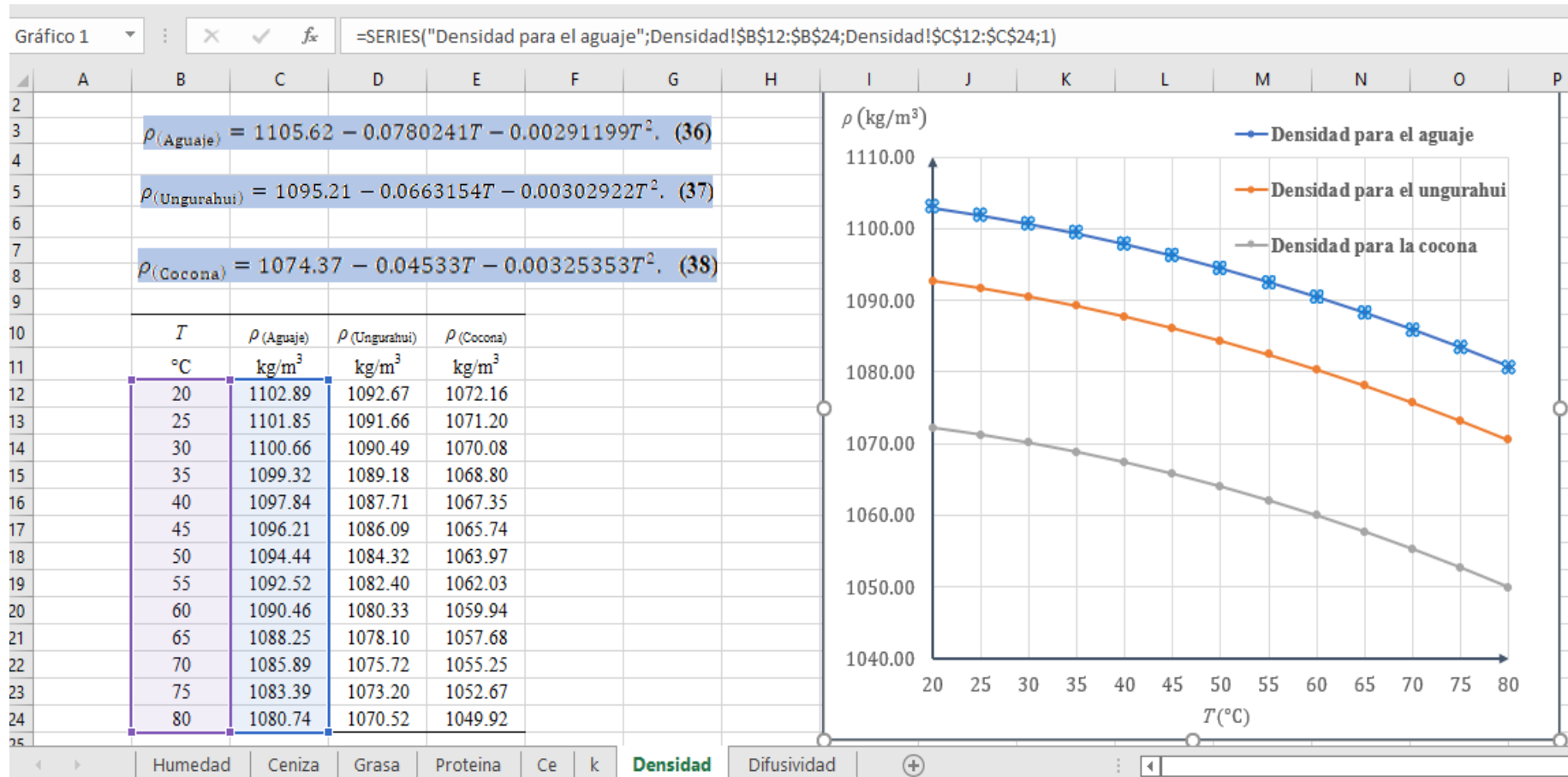
Anexo 2. Hoja de cálculo para el calor específico.



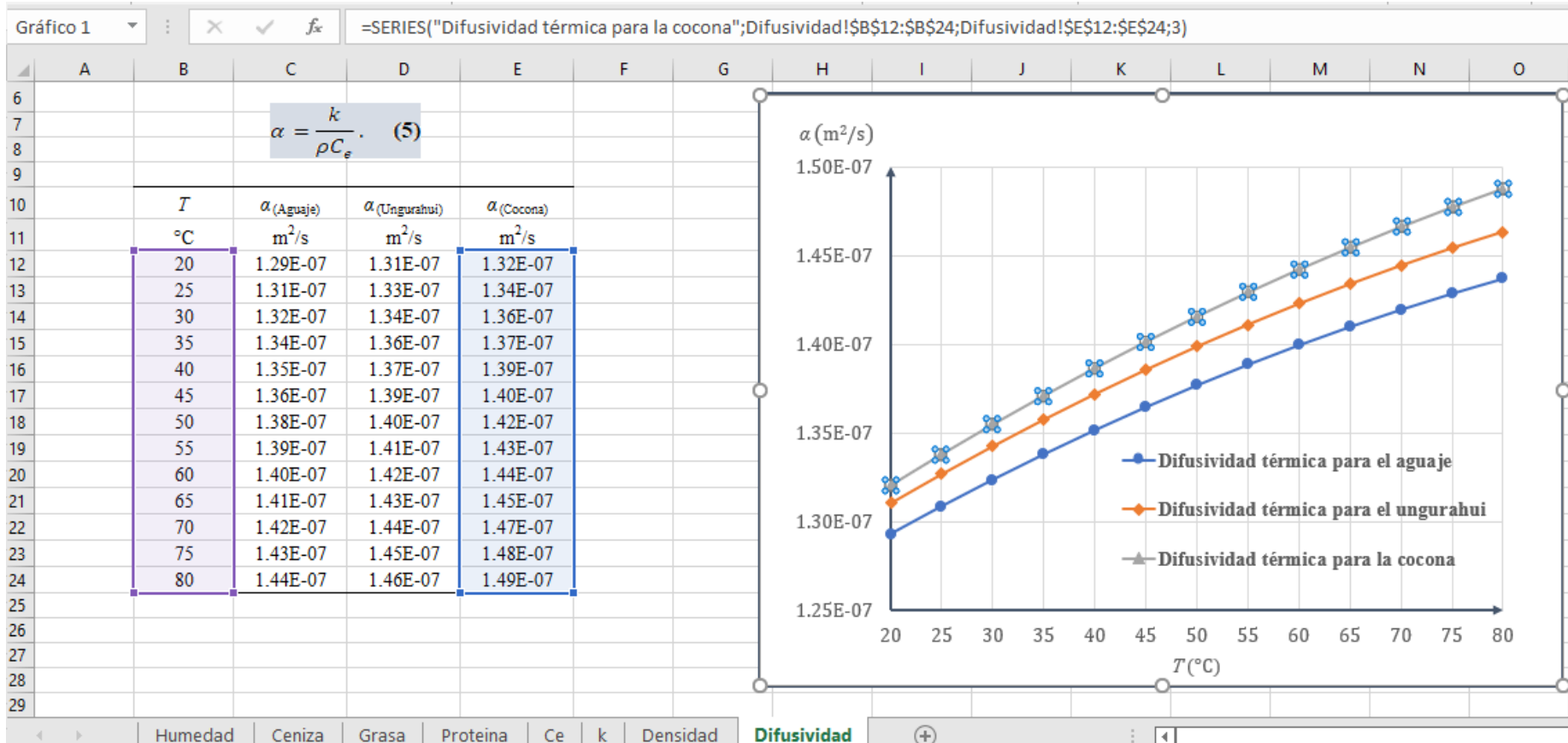
Anexo 3. Hoja de cálculo para la conductividad térmica.



Anexo 4. Hoja de cálculo para la densidad.



Anexo 5. Hoja de cálculo para la difusividad térmica.



Anexo 6. Análisis fisicoquímico del néctar de aguaje.

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 003-2021

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	Goldy Aymé Padilla Sánchez Eusebio Getulio Marín Barros
Dirección	--
Telefax	--

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	03/2021
Fecha de solicitud de servicio	10/12/21
Servicio solicitado	Análisis físico químico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Néctar de aguaje</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	500 gr.
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"Y"
Forma de presentación	Envasado bolsa de polietileno
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	77.50
Ceniza	0.30
Grasa	4.10
Proteína	0.69
Carbohidratos	17.41



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001



UNAP

**Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto**
Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.
"CEPRESE COCAL"

NORMA QUE REGULA EL CONTROL DE CALIDAD

N.T.P. 206.011
N.T.P. 206.012
A.O.A.C 960.32
ITINTEC-N.T.N.201.021

METODOS USADOS

- Gravimetría
- Kjeldhal
- Cálculo

NOTA:

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL DE LA FIIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 17 de diciembre de 2021

ING. LUIS E. SILVA RAMOS

Jefe del Laboratorio de Control Calidad de
Alimentos FIA - UNAP



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

Anexo 7. Análisis fisicoquímico del néctar de ungurahui.

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos

INFORME DE ENSAYO N° 002-2021

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	Goldy Aymé Padilla Sánchez Eusebio Getulio Marín Barros
Dirección	--
Telefax	--

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	02/2021
Fecha de solicitud de servicio	10/12/21
Servicio solicitado	Análisis físico químico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Néctar de ungurahui</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	500 gr.
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"X"
Forma de presentación	Envasado bolsa de polietileno
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	80.62
Ceniza	0.09
Grasa	2.74
Proteína	0.34
Carbohidratos	16.21



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001



UNAP

**Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto**
Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.
"CEPRESE COCAL"

NORMA QUE REGULA EL CONTROL DE CALIDAD

N.T.P. 206.011
N.T.P. 206.012
A.O.A.C 960.32
ITINTEC-N.T.N.201.021

METODOS USADOS

- Gravimetría
- Kjeldhal
- Cálculo

NOTA:

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL DE LA FIIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 17 de diciembre de 2021

ING. LUIS E. SILVA RAMOS
Jefe del Laboratorio de Control Calidad de
Alimentos FIA - UNAP



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

Anexo 8. Análisis fisicoquímico del néctar de cocona.

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 001-2021

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	Goldy Aymé Padilla Sánchez Eusebio Getulio Marín Barros
Dirección	--
Telefax	--

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	01/2021
Fecha de solicitud de servicio	10/12/21
Servicio solicitado	Análisis fisico químico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Néctar de cocona</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	500 gr.
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"W"
Forma de presentación	Envasado bolsa de polietileno
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	86.59
Ceniza	0.10
Grasa	0.57
Proteína	0.19
Carbohidratos	12.55



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001



UNAP

**Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto**

**Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.**

“CEPRESE COCAL”

NORMA QUE REGULA EL CONTROL DE CALIDAD

N.T.P. 206.011

N.T.P. 206.012

A.O.A.C 960.32

ITINTEC-N.T.N.201.021

METODOS USADOS

- Gravimetría
- Kjeldhal
- Cálculo

NOTA:

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL DE LA FIIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 17 de diciembre de 2021

ING. LUIS E. SILVA RAMOS

Jefe del Laboratorio de Control Calidad de
Alimentos FIA - UNAP



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

Anexo 9. Descripción del método gravimétrico.

El análisis gravimétrico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia midiendo el peso de la misma con una balanza analítica y sin llevar a cabo el análisis por volatilización. El análisis gravimétrico es uno de los métodos más exacto y preciso.

Los cálculos se realizan con base en los pesos atómicos y moleculares y se fundamentan en una constancia en la composición de sustancias puras y en las relaciones ponderales (estequiometría) de las reacciones químicas.

Métodos utilizados en el análisis gravimétrico

Método por precipitación

Esta técnica se basa en la precipitación de un compuesto de composición química conocida, tal que su peso permita calcular mediante relaciones, generalmente estequiométricas, la cantidad original de analito en una muestra. En este tipo de análisis suele prepararse una solución que contiene al analito, ya que este se encuentra en la solución madre, a la que posteriormente se agrega un agente precipitante, el cual es un compuesto que reacciona con el analito en la solución para formar un compuesto de muy baja solubilidad. En seguida se realiza la separación del precipitado de la solución madre empleando técnicas específicas.

Método por volatilización

En este método se miden los componentes de la muestra, que son o pueden ser volátiles. El método será directo si evaporamos el analito y lo hacemos pasar a través de una sustancia absorbente que ha sido previamente pesada, así la ganancia de peso corresponderá al analito buscado; el método será indirecto si volatilizamos el analito y pesamos el residuo posterior a la volatilización, así la pérdida de peso sufrida corresponde al analito que ha sido volatilizado.

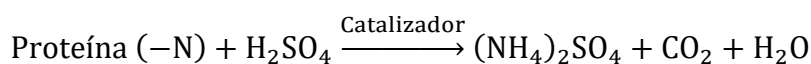
Anexo 10. Determinación de proteína por el método de Kjeldahl.

El método de Kjeldahl se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas. Desde hace más de 100 años se está utilizando el método de Kjeldahl para la determinación del nitrógeno en una amplia gama de muestras. La determinación del nitrógeno Kjeldahl se realiza en alimentos y bebidas, carne, piensos, cereales y forrajes para el cálculo del contenido en proteína. También se utiliza el método Kjeldahl para la determinación de nitrógeno en aguas residuales, suelos y otras muestras.

El método de Kjeldahl consta de tres etapas:

Digestión.

El objetivo del procedimiento de digestión es romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertir todo el nitrógeno unido orgánicamente en iones amonio (NH_4^+). El carbono orgánico y el hidrógeno forman dióxido de carbono y agua. En este proceso la materia orgánica se carboniza dando lugar a la formación de una espuma negra. Durante la digestión, la espuma se descompone y finalmente se convierte en un líquido claro que indica que la reacción química ha terminado. Para ello, la muestra se mezcla con ácido sulfúrico a temperaturas entre 350 y 380 °C. Cuánto más alta sea la temperatura, más rápido será el proceso de digestión. La digestión también se puede acelerar con la adición de sales y catalizadores. Se añade sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y se añaden catalizadores para aumentar la velocidad y la eficiencia del procedimiento de digestión. También se pueden añadir agentes oxidantes para mejorar aún más la velocidad.



Una vez la digestión ha finalizado, se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente, se diluye con agua y se trasvasa a la unidad de destilación.

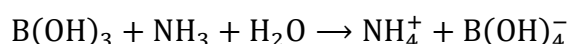
Destilación

Durante el proceso de destilación los iones amonio (NH_4^+) se convierten en amoniaco (NH_3) mediante la adición de un álcali (NaOH). El amoniaco (NH_3) es arrastrado al vaso receptor por medio de una corriente de vapor de agua.

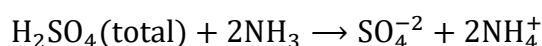


El vaso receptor para el destilado se llena con una solución absorbente para capturar el gas amoníaco disuelto.

La solución absorbente más común es el ácido bórico $[\text{B}(\text{OH})_3]$ en solución acuosa al 2 – 4 %. El amoníaco es capturado cuantitativamente por la solución de ácido bórico formando iones amonio solvatados.



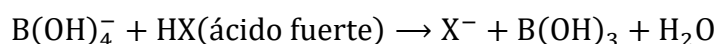
También pueden utilizarse otros ácidos, dosificados con precisión, como el ácido sulfúrico o clorhídrico para capturar el amoníaco en forma de iones amonio solvatados.



Titulación

La concentración de los iones amonio capturados puede determinarse por medio de dos tipos de valoración:

- Cuando se utiliza el ácido bórico como solución absorbente, posteriormente se lleva a cabo una valoración ácido-base utilizando una solución estandarizada de ácido sulfúrico o clorhídrico y una mezcla de indicadores. El rango de concentración de la solución utilizada varía entre 0.01 N a 0.5 N dependiendo de la cantidad de iones amonio presentes. El punto final de la valoración también se puede determinar potenciométricamente con un electrodo de pH. Esta valoración se llama valoración directa.



- Cuando se utiliza una solución valorada de ácido sulfúrico como solución absorbente, el ácido sulfúrico residual (es decir, el exceso que no reacciona con NH_3) se valora con una solución estandarizada de hidróxido sódico y la cantidad de amoníaco se

calcula por diferencia. Esta valoración se llama valoración indirecta o por retroceso.

