



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS EN TRES
VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN FUNCIÓN DE LA
HUMEDAD Y LA TEMPERATURA PARA USO POTENCIAL EN
LA ELABORACION DE LA TUNTA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. BETTY ACERO CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES
TÉRMICAS EN TRES VARIEDADES
DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN FUN
CIÓN DE LA HUMEDAD Y LA TEMPERAT
URA PARA USO POTENCIAL EN LA ELAB
ORACION DE LA TUNTA**

AUTOR

BETTY ACERO CHOQUE

RECUESTO DE PALABRAS

24965 Words

RECUESTO DE CARACTERES

121755 Characters

RECUESTO DE PÁGINAS

108 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 18, 2024 12:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 18, 2024 12:33 PM GMT-5

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material citado



 Dr. Alejandro Coloma Paxi
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
CIP: 68697



Dr. Ulises Alvarado Mamani
Sub Director de Investigación EPIAZ
FCA

Resumen



DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Rosa Choque y José Carlos Acero

*En gratitud por sus sacrificios; por todo el apoyo que me brindan para poder superarme
y seguir escalando en la vida; por ser la fuente de mi inspiración.*

Con todo mi amor,

Betty Acero Choque



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme permitido vivir y cumplir una meta más en mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las enseñanzas y conocimientos que me han brindaron durante los años de mi formación profesional.

A mi asesor Dr. Alejandro Coloma Paxi, por esos momentos de apoyo, guía y conocimientos que me ayudaron a desarrollar mi tesis.

A los miembros del jurado: PhD. Saire Roenfi Guerra Lima, Dr Ronald Astete Tebes y al Ing. Juan Quispe Ccama, por sus sugerencias, recomendaciones y correcciones en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Tec. Pablo B. Condori Silva, laboratorista de pos cosecha y microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las facilidades prestadas en el uso del laboratorio durante la ejecución de este trabajo de investigación.

A mi madre, familia y amigos a quienes agradezco por su apoyo incondicional y que hoy finalizo una gran etapa académica en mi carrera concluyendo con mi tesis.

Betty Acero Choque



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXO	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	20
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. La papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	23
2.2.2. Variedad y clasificación	24
2.2.2.1. Papas Nativas	27
2.2.2.2. Variedad Ccompis.....	28



2.2.2.3. Variedad Yana Imilla	29
2.2.2.4. Variedades Mejoradas De Papa	29
2.2.2.5. Parko Chasca	30
2.2.3. Origen de la papa	30
2.2.4. Industrialización de la papa.....	32
2.2.5. Propiedades térmicas.....	33
2.2.6. Calor específico.....	34
2.2.7. Difusividad térmica	35
2.2.8. Conductividad térmica	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	37
3.2. MATERIA PRIMA	37
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	37
3.3.1. Materiales	37
3.3.2. Equipos.....	38
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	39
3.4.1. Metodología General.....	40
3.4.1.1. Metodología para la determinación de la conductividad térmica	41
3.4.1.2. Metodología para la determinación de la difusividad térmica ..	42
3.4.1.3. Metodología para la determinación del calor específico	43
3.5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	45
3.5.1. Determinación de la conductividad térmica.....	45
3.5.2. Determinación de la difusividad térmica	45



3.5.3. Determinación del calor específico	47
3.6. UNIDADES DE ANÁLISIS Y OBSERVACIONES	49
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL	49
3.8. FACTOR DE ESTUDIO	50
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 EFECTO DE LA TEMPERATURA Y CONTENIDO DE HUMEDAD SOBRE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.	52
4.2. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD SOBRE LA DIFUSIVIDAD TÉRMICA EN LAS TRES VARIEDADES DE PAPA.	59
4.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD SOBRE EL CALOR ESPECIFICO EN LAS TRES VARIEDADES DE PAPA.	67
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES.....	76
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	89

Área: Ingeniería y tecnología.

Tema: Propiedades físicas y estructurales.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de julio del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Variedad de semilla.	26
Tabla 2 Composición química de la papa blanca en 100g.....	31
Tabla 3 (ANOVA) diseño factorial de tres factores	50
Tabla 4 Matriz de experimentación	51
Tabla 5 Resultados de la conductividad térmica de las tres variedades de papa.	52
Tabla 6 Análisis de Varianza (ANOVA), para la conductividad térmica	56
Tabla 7 Análisis de las variedades para la difusividad térmica	60
Tabla 8 Análisis de Varianza (ANOVA), para la difusividad térmica.	63
Tabla 9 Análisis de las variedades para calor específico.	68
Tabla 10 Análisis de las variedades para calor específico.....	70
Tabla 11 Análisis de Varianza (ANOVA), para el calor específico.	71
Tabla 12 Acondicionamiento de la papa con reducción e incremento de humedad.	89
Tabla 13 Resultados obtenidos del parámetro de conductividad térmica.....	89
Tabla 14 Registro de tiempo - temperatura de la papa Yana Imilla, Ccompis y Parko Chasca.....	92
Tabla 15 Resultados de la difusividad térmica	93
Tabla 16 Datos obtenidos o de la difusividad térmica en la primera repetición de la papa en función de la humedad y temperatura (50 °C).....	94
Tabla 17 Datos obtenidos de la difusividad térmica de la variedad Yana imilla en función de la humedad y temperatura.....	96
Tabla 18 Datos de las muestras de calor específico.....	97
Tabla 19 Datos del calor específico de las muestras a analizar	98



Tabla 20	Datos del calor específico de las muestras a analizar	98
Tabla 21	Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según variedad.	99
Tabla 22	Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según humedad.....	99
Tabla 23	Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según temperatura.	99
Tabla 24	Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según variedad y humedad.....	100
Tabla 25	Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según su humedad y temperatura.	100
Tabla 26	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según variedad.	100
Tabla 27	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según humedad.....	101
Tabla 28	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según temperatura	101
Tabla 29	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según variedad y humedad.....	101
Tabla 30	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según variedad y temperatura.	102
Tabla 31	Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según humedad y temperatura.	102
Tabla 33	Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según humedad.....	102



Tabla 34 Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según temperatura.	103
Tabla 35 Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según variedad y temperatura.	103
Tabla 36 Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según humedad y temperatur.	103



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Siembra de papas por grupos en el departamento de Puno	28
Figura 2 Flujograma de metodología general	39
Figura 3 Esquema para la determinación de conductividad térmica	42
Figura 4 Esquema para la determinación de la difusividad térmica.	43
Figura 5 Esquema para la determinación del calor específico.	44
Figura 6 Análisis de conductividad térmica en las tres variedades de papa.	55
Figura 7 Análisis de difusividad térmica en las tres variedades de papa.....	62
Figura 8 Logaritmo natural del tiempo respecto a la temperatura.....	90



ÍNDICE DE ANEXO

	Pag.
ANEXO 1 Acondicionamiento de las muestras.....	89
ANEXO 2 Resultados obtenidos de la conductividad térmica.....	89
ANEXO 3 Resultados obtenidos de difusividad térmica	93
ANEXO 4 Determinación Del Calor Especifico.....	97
ANEXO 5 Resultados de análisis de comparación Duncan para conductividad térmica.	99
ANEXO 6 Resultados de análisis de comparación Duncan para difusividad térmica.	100
ANEXO 7 Resultados de análisis de comparación Duncan para calor específico.....	102
ANEXO 8 Sistema para la determinación de difusividad térmica	104
ANEXO 9 Sistema para la determinación de capacidad calórica	105
ANEXO 10 Sistema para la determinación de la conductividad térmica	106
ANEXO 11 Declaración jurada de autenticidad de tesis.	107
ANEXO 12 Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.....	108



ACRÓNIMOS

ANOVA:	Análisis de la varianza
C_{H_2O} :	Calor específico del agua (1cal/g°C)
C_P :	Calor específico del producto (cal/°C)
H_f :	Capacidad calorífica del matraz
α :	Difusividad térmica
H :	Humedad
J :	Joule
m_M :	Masa de la muestra + capsula
°C:	Temperatura
$T_{M.C}$:	Temperatura de la muestra caliente
T_e :	Temperatura en equilibrio (°C)
T_{H_2O} :	Temperatura del agua fría (°C)
H_C :	Capacidad calorífica de la cápsula (cal/°C)
m_M :	Masa de la muestra más la capsula (g)
SI :	Sistema Internacional



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la temperatura y humedad sobre las propiedades térmicas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*), para uso potencial en la elaboración de tunta. Las variables experimentales fueron: variedad de papa (Ccompis, Yana Imilla y Parko Chasca), humedad (50, 70 y 90%), y temperatura (30, 50 y 70°C). Se determinaron propiedades térmicas (conductividad, difusividad térmica y calor específico). Los experimentos fueron analizados bajo el diseño factorial 3x3x3x2 repeticiones. Los tubérculos fueron adquiridos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA Puno. La conductividad térmica y difusividad térmica se determinaron usando un método de transferencia de calor no estacionario, mientras que, el calor específico se realizó mediante el método de la mezcla. Los resultados demostraron que la conductividad térmica obtuvo un máximo de 0,5608 W/m°C, para la variedad Ccompis, mientras que Yana Imilla presentó una variabilidad entre 0.4320 y 0,5955 W/m°C en condiciones de humedad al 90%, en cambio, Parko Chasca experimentó un incremento notable a humedad al 90% con valores de 0,5105 a 0,5722 W/m°C, a temperatura de 30°C y 70°C, por otro lado, el calor específico registró valores superiores en temperatura 70°C, como de 3,3006 kJ/kg°C y 4,5621 kJ/kg°C a humedad 90% para Yana Imilla, asimismo, 3.8834 y 4,4725 kJ/kg°C en humedad de 70% a 90% para el caso de las variedades Yana Imilla y Chaska respectivamente. Se concluyó que al incrementar la temperatura y humedad ocasiona mayores valores sobre la conductividad térmica, difusividad térmica y calor específico.

Palabras claves: Calor específico, Conductividad térmica, Difusividad térmica, Humedad y Temperatura.



ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the effect of temperature and humidity on the thermal properties of three varieties of potato (*Solanum tuberosum*), for potential use in the production of tunta. The experimental variables were: potato variety (Ccompis, Yana Imilla and Parko Chaska), humidity (50, 70 and 90%), and temperature (30, 50 and 70°C). Thermal properties (conductivity, thermal diffusivity and specific heat) were determined. The experiments were analyzed under the factorial design 3x3x3x2 repetitions. The tubers were acquired from the National Institute of Agrarian Innovation – INIA Puno. The thermal conductivity and thermal diffusivity were determined using a non-stationary heat transfer method, while the specific heat was determined using the mixture method. The results showed that the thermal conductivity obtained a maximum of 0,5608 W/m°C for the Ccompis variety, while Yana Imilla presented a variability between 0.4320 and 0,5955 W/m°C in conditions of humidity at 90%, on the other hand, Chaska experienced an increase notable at 70% humidity with values of 5105 to 0,5722 W/m°C, both at a temperature of 70°C, on the other hand, the specific heat recorded higher values at temperature 70°C, such as 3,3006 kJ/kg°C and 4,5621 kJ/kg°C at 90% humidity for Yana Imilla, likewise, 3.8834 y 4,4725 kJ/kg°C at 70% to 90% humidity in the case of the Yana Imilla and Chaska varieties respectively. It was concluded that increasing temperature and humidity causes higher values of thermal conductivity, thermal diffusivity and specific heat.

Keywords: Specific heat, Thermal conductivity, Thermal diffusivity, Humidity and Temperature.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú tiene la variedad de papa más grande del mundo abarcando 8 variedades nativas domesticadas. Logramos posicionarnos en el decimosexto lugar mundialmente respecto a la producción de papa, que constituye el segundo producto más relevante de nuestra actividad agrícola (Bernet, 2008).

Puno concentra casi el 94% de la producción total de papa, siendo El Collao, Chucuito y Carabaya, las provincias líderes sobre la producción de papa orgánica y nativa, siendo el principal destino el autoconsumo. La evolución agroindustrial de la papa no logra manifestarse sobre la misma escala en todos los países que la producen (C.I.P., 2014).

En el contexto actual, existen divergencias en la evolución industrial de la papa, mientras que el empleo de la papa en naciones en desarrollo ha evolucionado positivamente como consecuencia al acelerado desarrollo de la tecnología; se está produciendo un incremento sobre la adopción de las papas como fuente proveedora de materia prima a fin de ser procesadas (Bernet, 2008).

En dicho contexto, el estudio plantea el objetivo sobre determinar el impacto de la temperatura y la humedad sobre las características térmicas de la papa con el fin de brindar información básica para la industrialización de esta materia prima en las regiones de Puno, como es el caso de la provincia el Collao, especialmente en el distrito de Ilave se dedican producción y comercialización de papa y tunta, donde destinan aproximadamente el 50% de su cosecha a la elaboración de tunta en forma artesanal mas no industrial, las variedades nativas más producidas y empleadas especialmente en la



elaboración de tunta son: locka, Yana Imilla y Ccompis además que de la variedad mejorada Parko Chasca proveniente de Huancavelica, por lo que comprender los efectos de temperatura y la humedad sobre las propiedades termo físicas en las tres variedades de papa que se trabajo puede ayudarnos a identificar varios aspectos tecnológicos relacionados con los procesos de congelación, enfriamiento. Además, su conocimiento es necesario para el cálculo del proceso; se consideran datos importantes al momento de diseñar los equipos, además de la calidad del producto. Para lograr cierto equilibrio de los alimentos sobre su seguridad y su calidad, es necesario optimizar el punto de técnicas sobre procesamiento convencionales de los cuales se emplean actualmente sobre la industria alimentaria, desarrollar nuevas tecnologías de procesamiento y reflejar la importancia del control de la temperatura y la humedad en el procesamiento de alimentos.

Las propiedades térmicas de los alimentos logran ser de gran relevancia sobre los procesadores de alimentos porque controlan las variaciones en la temperatura respecto a los medios de los cuales implican transferir calor, abordando el punto de calentado, enfriado, secado y congelación. El calor específico, transferencia y velocidad de difusión logran ser características térmicas de los alimentos de los cuales logran ser estudiados en su amplitud para diseñar equipos y optimizar etapas sobre la industria (Peleg, 1983).

Teniendo todo esto en cuenta, se ha visto la necesidad de plantear este proyecto, motivado por el hecho de que hasta el momento existen muy pocos datos sobre el impacto de la humedad y la temperatura respecto a las cualidades de los alimentos, por lo que, para un proceso adecuado, a razón de controlar de forma sistemática la transferencia de calor logra ser de necesidad tener de conocimiento sobre las características térmicas de estas tres variedades de papa con el fin de dar un aporte para la elaboración potencial de



la tunta. Según el proyecto INCOPA-CIP, el mayor productor de tunta es Puno, donde el 67% de la producción total se produce a nivel nacional.

La provincia del Collao, específicamente el distrito de Ilavé, es el mayor productor de tunta, por lo tanto, a través de esta investigación, es posible contribuir con los productores, permitiéndoles producir de manera segura y con mayor calidad, generando ingresos económicos y promover el consumo de productos alimenticios locales y nutritivos, pues con este conocimiento se puede ofrecer un valor agregado a una mejor conservación. Este será nuevamente el comienzo de un mayor trabajo de investigación para proponer nuevas formas de mejorar y garantizar la seguridad alimentaria y alentará el uso de métodos industriales de producción de tunta para comercializarlo y exportarlo como un alimento seguro y de alta calidad.

Dentro de este marco, el objetivo del estudio abordó determinar cómo la temperatura y la humedad afectarían a las propiedades térmicas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) como Ccompis, Yana Imilla y Parko Chasca, para poder proporcionar información en la industrialización de estas materias primas. En resumen, todo esto respalda la visión de que la investigación para determinar el impacto de la temperatura y la humedad en sus propiedades térmicas es la forma más importante de garantizar procesos de producción eficientes y sostenibles que aprovechen al máximo el potencial de transformación Agroindustrial de la papa.



1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la temperatura y contenido de humedad sobre la conductividad térmica, difusividad térmica y calor específico en tres variedades de papa.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de la temperatura y contenido de humedad sobre la conductividad térmica en las tres variedades de papa.

Evaluar el efecto de la temperatura y contenido de humedad sobre la difusividad térmica en las tres variedades de papa.

Determinar el efecto de la temperatura y contenido de humedad sobre el calor específico en las tres variedades de papa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

(Usman et al., 2019) en el trabajo de investigación analizó las propiedades termo físicas como conductividad térmica, difusividad térmica y capacidad calorífica de la chufa genotipo marrón (*Cyperus esculentus*) en función del contenido de la humedad en Nigeria. El método fue de tipo aplicado, diseño experimental, enfoque cuantitativo y nivel descriptivo, donde se estudiaron cinco niveles de humedad (20, 25, 30, 35 y 40%) con 5 repeticiones. Entre los resultados, se obtuvo que la conductividad térmica y la difusividad aumentado de 0,03 W/(m°K) a 0,13 W/(m°K) y desde $7,24 \times 10^{-7}$ m²/s a $11,06 \times 10^{-7}$ m²/s, mientras que, el calor específico aumentó de 10,55 J/(kg°K) a 18,75 J/(kg°K), debido a que el contenido de humedad aumentó de 20 a 40% respectivamente. Se concluye que estos resultados brindan mayor soporte para la evaluación de calidad de modos de procesos tecnológicos durante el procesamiento de productos de chufa.

(Ezeagba et al., 2019) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de analizar el impacto del contenido de humedad y los métodos de secado en las propiedades térmicas de la harina de nuez africana. Para lograr esto, midieron el calor específico, la conductividad térmica, la difusividad térmica y la densidad aparente en un rango de humedad del 12% al 18%, la metodología incluyó la utilización de la ecuación de Choi y Okos (1986) para medir el calor específico, y la ecuación de Sweat (1986) para la conductividad térmica. La difusividad térmica se calculó a partir del calor específico medido, la conductividad térmica y la densidad aparente. Los resultados mostraron un aumento significativo en el calor específico y la conductividad térmica en muestras



horneadas y secadas al sol. Por ejemplo, el calor específico de muestras horneadas de tamaño grande aumentó de 190,49 a 195,75 KJ/(Kg°C) con el incremento del contenido de humedad. La conductividad térmica de la harina procesada y secada al horno de tamaño grande y pequeño también aumentó de 22,07 a 24,08 W/(m°C). Sin embargo, la difusividad térmica mostró una disminución con el aumento de la humedad para ambos métodos de secado. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar el contenido de humedad y el método de secado al evaluar las propiedades térmicas de la harina de nuez africana, especialmente en aplicaciones de procesamiento y conservación de alimentos.

Rodas (2019), por medio de su investigación estableció el objetivo fue determinar las características termo-físicas de cinco variedades de papas nativas (Qayma Marcela, Huachuco, Murwa, Duraznillo y Luqui morada) a temperaturas de 30, 40, 50 y 60 °C, centrándose en la difusividad térmica y conductividad. La metodología incluyó análisis químicos proximales según el AOAC y la aplicación de ecuaciones empíricas de Okos y Choi para determinar las propiedades térmicas. Los resultados revelaron que la variedad Luqui morada exhibió el mayor contenido de humedad y una conductividad térmica elevada, oscilando entre 0.540 y 0.570 W/m°K, con una mínima difusividad en comparación con otras variedades. En contraste, Huachuco lideró en carbohidratos, grasas, fibras y cenizas. Se observó una variación significativa de la conductividad térmica con la temperatura, indicando una interdependencia con la diversidad local de papa. Estos hallazgos no solo contribuyen a la comprensión de las características termo-físicas de las papas nativas, sino que también tienen implicaciones prácticas para el aseguramiento de la calidad durante el proceso de transformación a productos elaborados. Asimismo, la variación de la conductividad térmica con la temperatura sugiere la



importancia de considerar condiciones específicas de cultivo y procesamiento para optimizar el comportamiento térmico de estas variedades en aplicaciones industriales.

Sueldo (2014), se llevaron a cabo determinaciones de propiedades termofísicas en las variedades de papa Yungay y Perricholi. Para la variedad Yungay, se identificaron los siguientes valores: densidad de 1101,70 kg/m³, conductividad térmica de 0,5420 W/m^{°K}, calor específico de 3,4640 kJ/kg °K, e índice geométrico de 0.470. En cuanto a la variedad Perricholi, se registró una densidad de 1091.30 kg/m³, calor específico de 3,528 kJ/kg, conductividad térmica de 0,550 W/m^{°K}, y un índice geométrico de 0.80. Ambas variedades exhibieron un número de Biot inferior a 0.5, indicando una capacidad insignificante para resistir la transferencia de calor interna. En línea con estos hallazgos, se observó que las muestras colocadas mediante cajas de cartón tardaron más tiempo en alcanzar la misma temperatura en comparación con las muestras no colocadas por medio de cajas de cartón. Estos resultados ofrecen una valiosa visión de las características termofísicas de las variedades de papa, proporcionando información relevante para comprender su comportamiento térmico y su respuesta a diferentes condiciones de manipulación y almacenamiento.

Moraga (2008), por medio de su investigación denominada; Determinación del calor específico de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) y Murta (*Ugni molinae* Turcz) dentro del rango de temperatura que oscila de 20 °C y 80 °C en base al Método de la Calorimetría Diferencial de Barrido, exhibió respecto al calor específico de Murta, una equivalencia igual a $3,7980 \pm 0,1330$ kJ/kg^{°K} en base a la humedad igual a 76,240%, de igual forma, el arándano arrojó exhibió una equivalencia igual a $3,8200 \pm 0,1180$ kJ/kg^{°K} en base a la humedad igual a 76,650%. Se detalla sobre la Murta su calor específico en base a su temperatura que oscilaba sobre los 20°C y 80°C siendo conocido por medio de



la ecuación cuadrática $C_p=3,46320+5,66980 \times 10^{-3}T+1,83330 \times 10^{-5}T^2$ respecto al ecotipo de Murta 19 -1 y $C_p=3,52990+4,69840 \times 10^{-3}T+1,96820 \times 10^{-5}T^2$ respecto al ecotipo de Murta 27-1. Conociendo el calor específico sobre los ecotipos varía en relación con el nivel de humedad, procedió a calcular un valor promedio del calor específico sobre el intervalo de temperatura examinado donde obtuvo un valor igual a $3,7980 \pm 0,1330$ kJ/kg·K respecto al ecotipo 19-1, en base a la humedad del equivalente a,24%, además de un valor promedio equivalente a $3,8200 \pm 0,1180$ kJ/kg·K respecto al ecotipo 27-1, cuyo contenido de humedad fue igual a 76,65%.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La papa (*Solanum tuberosum*)

La papa (*Solanum tuberosum*) o también conocida como patata, es el tubérculo más comúnmente cultivado y el cuarto cultivo alimentario más relevante mundialmente, después de cereales (arroz y trigo), y cultivos como el maíz. Las papas también se utilizan en industrias para la fabricación de almidón y bebidas alcohólicas. El desarrollo de variedades con características agronómicamente importantes y una buena calidad de conservación es uno de los desafíos para los obtentores de papa. La evaluación de la diversidad genética es un requisito previo para cualquier programa de mejora de cultivos y permitió seleccionar padres para una hibridación exitosa (Reddy et al., 2018).

Respecto a su cultivo, llega a ser considerado esencial en el sector económico, que sobresale a nivel mundial con una productividad, consumo y asequibilidad exitosos en gran medida, además presenta una disposición accesible en el mercado abierto. Las papas brindan nutrimentos esenciales como fibra



dietética (piel), carbohidratos, varias vitaminas y minerales (conforme al magnesio, potasio, hierro, y demás). La ingesta dietética de papas, especialmente papas coloreadas, desempeña un rol fundamental en el rendimiento del sistema defensivo en la actividad antioxidante al brindar componentes antioxidantes fundamentales, como vitaminas, β -caroteno, polifenoles y minerales. Esto puede ayudar a reducir la incidencia de una extensa gama de enfermedades crónicas y agudas (como hipertensión, enfermedades cardíacas, cáncer, enfermedades neurodegenerativas y otras). Sin embargo, la retención de nutrientes en las papas se ve afectada por diversos métodos de cocción y procesamiento (Zaheer y Akhtar, 2016).

Además, que la papa se considera como el principal cultivo de los pequeños agricultores de la región andina donde existe una gran biodiversidad de papas nativas, transformado en forma de chuño o moraya, que son subproductos alimenticios deshidratados (Carrillo, 1994)

2.2.2. Variedad y clasificación

A mayor escala del procesamiento de papa, la calidad del producto terminado es directamente proporcional a los atributos físico-químicos y funcionales de los tubérculos de papa. Alrededor del mundo, se cultivan diferentes variedades de papa debido a la diversidad agroecológica. Los tubérculos de esas variedades multivariadas tienen importantes características de procesamiento de papa. Sin embargo, todavía es necesario realizar una caracterización físico-química detallada para que se pueda explotar adecuadamente el potencial funcional de las variedades de papa en las condiciones climáticas locales. Se ha estudiado el potencial funcional dominante en las diferentes variedades,



encontrando diferencias significativas en potencial físico y químico, así como en potencial de procesamiento general. La correlación significativa entre diferentes atributos de calidad es útil sobre la importancia económica de las variedades de papa (Abbasi et al., 2019).

Se conocen aproximadamente 5.000 variedades de papas, principalmente variedades autóctonas de los Andes según la FAO. Estos varían mucho en forma, tamaño, color, textura y contenido nutricional. Se cultivan unas 10 especies de *Solanum* y se han registrado 100 especies silvestres, pero la mayoría de las variedades de papas cultivadas en todo el mundo pertenecen a una sola especie botánica, *Solanum tuberosum*. La adopción de variedades mejoradas es una estrategia importante para adaptarse a las implicaciones negativas asociadas con el cambio y la variabilidad climática. Sin embargo, los datos incompletos sobre la liberación y adopción de variedades son a menudo la realidad en muchos países, lo que dificulta la toma de decisiones informadas sobre estrategias de mejoramiento y difusión de variedades para adaptarse eficazmente al cambio climático (Pradel et al., 2019).

Las diferentes tipologías se diferencian por los colores de la primera capa y por las pulpas, las resistencias a las enfermedades, los ciclos de cultivos y el requerimiento nutritivo, y de diferentes tipos relevantes en producción. El rasgo relevante para las producciones, que servirá para la identificación del cultivo, es el color de la flor, rugosidades de la epidermis y profundidades en ojos (Reategui et al., 2019). Las zonas de países que producen diferentes tipologías de tubérculos (Tabla 1) han podido ser clasificados en dos: nativa y mejorada.

Tabla 1

Variedad de semilla.

Grupo	Variedad	Altitud	Zona	Cualidades
VARIEDAD NATIVA	Huayro	Mayor a 3300	La Libertad hasta Apurímac	Muy buena capacidad productiva y culinaria
	Ccompis	Desde 3000	Cuzco, Puno, Apurímac y Ayacucho	Buen potencial productivo, corto periodo vegetativo, muy buena calidad culinaria
	Yana Imilla	Desde 3000	Puno, Cusco, Sierra de Arequipa	Buen potencial productivo y muy buena capacidad culinaria
	Sani Imilla	Desde 3000	Puno, Cuzco y Apurímac	Buen potencial productivo y muy buena capacidad culinaria
	Peruanita	Mayor a 3300	Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Apurímac	Buen rendimiento, muy buena calidad culinaria, tolerante a la ranca
	Runtush	Sobre 3500	En la sierra desde la Libertad hasta Apurímac	Excelente calidad culinaria y comercial
	Tumbay	Desde 3000	Huánuco, Pasco y Junín	Excelente calidad culinaria y comercial
	Huagalina		Cajamarca y La libertad	Excelente calidad culinaria y comercial
	Shiri		Punas, desde Ancash hasta puno	Tolerante a las heladas
	Piñaza		Punas del Sur del Perú (altiplano de Puno)	Tolerante a la ranca
VARIEDAD MEJORADA	Amarillis		Costa y Sierra	Resistente a la ranca
	Inia Andina			Buena calidad culinaria y comercial
	Canchan Inia Cica	Desde 2 000	Costa y sierra	Tolerante a la ranca, buena calidad comercial
	Mariva		Costa Sierra	Buena calidad culinaria, tolera sequías, es susceptible a la ranca
	Perricholi		Costa Sierra	Buena calidad culinaria y comercial
	Revolución	Mayor a 3500	Costa Sierra	Excelente productiva, resistente a la ranca.
	Tomasa		Costa Sierra	Buena calidad culinaria y comercial
	Condemayta Parko Chasca Yungay		Costa Sierra Sierra	Buena calidad para consumo fresco, para fritura y hojuelas (Chips) Buen potencial productivo, muy buena calidad culinaria Tolera condiciones adversas (suelo, clima, parásitos)

Desertica, capiro, María bonita, Tacna, Primera, costanera, única y María Reiche. Las variedades con Aptitud para la industria, principalmente las destinadas a la elaboración de papas fritas, muestran un alto contenido de materia seca.

Nota: (Egusquiza & Catalan, 2011).



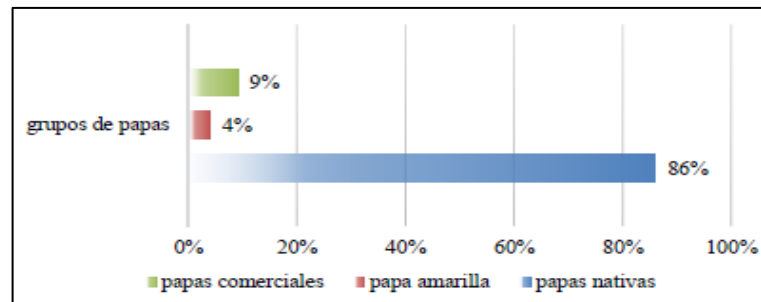
2.2.2.1. Papas Nativas

Las papas nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y natural conservación (Ortega, Gonzales, & Osorio, 2005). Constituyen una valiosa herencia de los pueblos pre-incaicos que durante siglos las seleccionaron por su agradable sabor y resistencia a las condiciones adversas del clima de la sierra caracterizado por frecuentes heladas y sequías (Gómez, Roca, & Ordinola, 2008). La mayor diversidad genética de papa nativa se encuentra en las tierras altas de los andes. La mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 m.s.n.m., a esta altura la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos andinos brindan a estas papas una naturalidad especial las cuales además son cultivadas generalmente sin uso de fertilizantes químicos y casi sin aplicación de pesticidas (Reinoso & Thiele, 2005). Poseen excelentes sabores, formas variadas, atractivos colores y diferentes tamaños y texturas. Se han encontrado altos contenidos de proteínas en algunas variedades de papa nativa. Hoy en día, la papa representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados (Gijarro Vega, 2008).

La investigación del CENAGRO (2012) muestra que en la región de Puno se cultivan más variedades de papa autóctonas en comparación con otras regiones que se enfocan en el cultivo de papa comercial y amarilla.

Figura 1

Siembra de papas por grupos en el departamento de Puno



Nota: (CENAGRO, 2012).

2.2.2.2. Variedad Ccompis

Los tubérculos de esta variedad son semicirculares, de pulpa blanquecina y tiene lenticelas profundas (Gómez et al., 2008). Ccompis, variedad autóctona de papa, es de gran importancia económica y social en la región Puno debido a su amplia distribución, adaptabilidad, rendimiento y muy buena calidad culinaria y comercial. Su cultivo se practica desde la antigüedad y se conoce desde la antigüedad en las ciudades donde actualmente se cultiva. El nombre coloquial Ccompis proviene de una niña mestiza. Las características más importantes son su color, forma, calidad culinaria y comercial, muy vistosa y apetecible, y un sabor muy agradable y harinoso. El Ccompis se consume más comúnmente fresco, sancochado, watia o asado, veces se come frito. Sus excelentes cualidades culinarias y comerciales lo hacen ideal para preparar chuños y tunta.

Para la caracterización morfológica de la variedad se utilizaron los descriptores publicados por el Centro Internacional de la Papa en 1994 titulado “descriptores de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales” (Palomino et al., 2009).



2.2.2.3. Variedad Yana Imilla

En la Región de Puno, el cultivo de papa nativa Yana imilla es de gran relevancia económica y social debido a su amplia distribución, adaptación, volumen de producción y su alta calidad culinaria y comercial. Su cultivo se remonta a tiempos muy antiguos en las áreas donde se cultiva actualmente. El nombre vernáculo de Imilla Negra, Chiar Imilla o Yana imilla proviene de una muchacha morena quemada por el sol y el frío. La característica más importante es su color, forma, calidad culinaria y calidad comercial, que es tan apreciable y apetecible y tiene un sabor muy agradable y harinoso cuando se consume. La forma más popular de consumir imilla negra es fresca, sancochada, watia o asada. Además, se consume frito. Es bueno para la elaboración de chuño y tunta, por su excelente calidad culinaria.

Para la caracterización morfológica del cultivar, se ha utilizado el descriptor publicado por el Centro Internacional de la Papa en 1994 titulado "descriptores de Papa para la caracterización básica de colecciones nacionales" (Palomino et al., 2009).

2.2.2.4. Variedades Mejoradas De Papa

Son todas aquellas variedades de papa obtenidas a través de un proceso de mejoramiento genético por hibridación, selección clonal o por otras metodologías de mejoramiento. Estas variedades, desde el inicio de su mejoramiento hasta la liberación y producción de semilla básica, son manejadas por el Fito mejorado (Maldonado et al., 2011).



2.2.2.5. Parko Chasca

El cultivar de papa mejorada Parko chasca es de gran importancia económica y social en la Región de Puno, por su amplia difusión, adaptación, volumen de producción y de muy buena calidad culinaria y comercial.

La característica más importante es su color, forma, calidad culinaria y comercial, que es tan apreciable y apetecible y, cuando se consume se siente un sabor muy agradable. se consume más en forma fresca, sancochado, horneado, pure. También se consume en fritura. Es bueno para la elaboración de chuño y tunta, por su excelente calidad culinaria. Tolerante a sequía y granizadas, medianamente tolerante a heladas (Palomino et al., 2009)

2.2.3. Origen de la papa

Dicho punto aborda la calidad del procesamiento y está influenciada por varios factores, incluyendo el área de producción, los cultivares, el suelo y el clima, las prácticas agrícolas, el almacenamiento y las condiciones de comercialización. El almidón es el principal carbohidrato de los tubérculos de papa y la fosforilación del almidón durante su proceso de biosíntesis tiene efectos importantes sobre las propiedades tecnológicas del almidón de papa. Los cultivares exhiben un comportamiento distinto entre sí, lo que indica posibles diferencias en el sistema de absorción y uso del fósforo disponible en el suelo. La cantidad de humedad muestra una correlación principalmente negativa con los niveles de almidón, cenizas, y proteína y es independiente del tipo de cultivar y

suelo. El almidón y las proteínas se correlacionan positivamente además de la fibra y el azúcar total (Leonel et al., 2017).

Muchos estudios anteriores han determinado las cualidades nutricionales de los cultivares de papa que se plantaron en diferentes áreas e indicaron nutrientes significativamente diferentes entre los diferentes cultivares de papa, lo que podría estar relacionado con el suelo, el clima, las tecnologías de cultivo, etc. Sin embargo, algunos estudios sobre cultivares de papa chinos se concentraron principalmente por medio del cultivo de variedades de rendimiento elevado, además de resistencia a enfermedades, la información sobre las propiedades nutricionales y funcionales de los diferentes cultivares es escasa. Por lo tanto, es necesario determinar los compuestos nutricionales y evaluar el valor integral de diferentes cultivares de papa para aumentar las variedades que se adaptan al alimento básico de la papa (Zhou et al., 2019).

Tabla 2

Composición química de la papa blanca en 100g

Composición	Valor
Energía	87 Kcal
Agua	74,5 g
Proteínas	2,1 g
Fósforo	47 mg
Calcio	9 mg
Fibra dietaria	2,4 g
Carbohidratos totales	22,3 g
Grasa total	0,1 g
Zinc	0,29 mg
Hierro	0,50 mg
Tiamina	0,09 mg
Riboflavina	0,09 mg
Niacina	1,67 mg
Vitamina C	14 mg

Nota: (Reyes et al., 2017).



2.2.4. Industrialización de la papa

El Perú en esta última década ha incrementado su porcentaje de procesamiento de papa desde el 5% al 8%, debido principalmente a una mayor demanda por los consumidores de papa procesada en forma de hojuelas de papas fritas, papas peladas y cortadas para pollerías y a la exportación de chuño blanco y papa seca, que se inició en el primer trimestre del 2004. Adicionalmente, las papas nativas, producto competitivo y diferenciado de nuestro país, está siendo tomado en cuenta por exportadores nacionales e importadores extranjeros de Europa, principalmente la papa amarilla Tumbay. Otro producto procesado importante es el almidón, cuya industrialización necesita una inversión de por lo menos 2 millones de dólares que solo puede ser conseguida a través de la inversión privada extranjera. La harina de papa cocida y deshidratada, es una alternativa que puede ser usada en mezcla con otras harinas de leguminosas y menestras, orientado a programas sociales de desayunos escolares, comedores populares y vaso de leche. Esta es una alternativa que no se ha promovido mucho y que tiene muchas posibilidades de desarrollo, a través del uso de tecnologías intermedias que son accesibles a empresarios de mediano nivel económico (Ministerio de Agricultura, 2015).

Teniendo en cuenta el valor nutricional y la composición química de las cáscaras de papa, junto con la bioactividad y las propiedades tecnológicas de sus extractos, la valorización sostenible de los subproductos del procesamiento de la papa presenta un gran interés para las industrias alimentaria y farmacéutica, ya que podría aumentar el valor añadido global y minimizar el Impacto ambiental de este cultivo alimentario. Las cáscaras de papa por ejemplo pueden ser una rica



fuelle de compuestos bioactivos en virtud a su elevada concentración en compuestos fenólicos con reconocidas propiedades promotoras de la salud, como la actividad antioxidante, que también pueden emplearse en sistemas alimentarios para extender en los productos alimenticios su vida útil (Sampaio et al., 2020).

La alta composición de nutrientes de la papa influye en el cuerpo humano. Sus componentes de vitaminas y minerales regulan la función corporal y mejoran la salud humana al suprimir las deficiencias. Esto demuestra que la papa tiene una gran capacidad para reducir el riesgo de estrés oxidativo que conduce al cáncer y prevenir enfermedades cardiovasculares. Sus compuestos fenólicos actúan como antioxidantes y mejoran la salud del corazón. Esta revisión resume el beneficio nutricional de *Solanum tuberosum* relacionado con la afirmación sobre la salud humana. La papa es una fuente de potasio de bajo precio. Desde la perspectiva del potasio, entre las 20 verduras crudas, la patata ocupa un lugar destacado y también entre las veinte frutas que se consumen crudas (Khalid et al., 2020).

2.2.5. Propiedades térmicas

Las propiedades térmicas, tales como el calor específico, conductividad térmica y la difusividad son parámetros requeridos para llevar a cabo cálculos de transferencia de calor para procesos de calentamiento y enfriamiento de alimentos, y son datos esenciales para la estimación de procesos como el calentamiento, la refrigeración, la congelación, el secado e incluso el tostado de alimentos (Sweat, 1985).

Estas propiedades físicas desempeñan un papel crucial al determinar la capacidad de un alimento para enfriarse o calentarse. Asimismo, influyen en la



velocidad con la que el calor se transmite a través de la unidad de espesor de un material cuando existe un gradiente de temperatura entre sus extremos. Básicamente, la conductividad térmica se convierte en una medida fundamental de la capacidad de un material para conducir el calor, expresada en unidades de vatios por metro por grado Celsius ($W/m^{\circ}C$) (Zegarra Quevedo, 2014).

2.2.6. Calor específico

El calor específico es la energía requerida para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado. Por consiguiente, sus unidades en el sistema internacional (SI) son $J/kg^{\circ}K$. (Cengel, 2007). El calor específico depende de la naturaleza del proceso de adición de calor tanto de un proceso a presión constante como de un proceso a volumen constante. Sin embargo, debido a que los calores específicos de los sólidos y de los líquidos no dependen mucho de la presión, excepto para presiones extremadamente elevadas, y debido a que los cambios de presión en los problemas de transmisión de calor de los materiales agrícolas son usualmente pequeños, se considera el calor específico a presión constante (Sahin y Sumnu 2009).

Es prioridad que se logre una determinación a través del aumento de calor a temperaturas constantes y empleando carta de distribuciones de temperaturas. Diferente forma de lograr las predicciones térmicas es mediante las ecuaciones de Choi y Okos (1986), a fin de lograr el conocimiento de calor específicos de componentes nutricionales, realizando sumatorias (Sweat, 1986). El alimento presenta valor de calor específico bajo, como la almendra fresca que presenta valor de $2.65 \text{ kJ}/(\text{kg}^{\circ}C)$ (Arrázola, Páez, et al., 2014) y almendra seca de 1.9 a $2.8 \text{ kJ}/(\text{kg}^{\circ}C)$ (Bitra et al., 2010).



2.2.7. Difusividad térmica

Es una característica termo física que mide el grado de difusión de energía térmica desde un lugar caliente a un lugar de baja temperatura. Estos conceptos están vinculados a la conductividad térmica porque la conductividad térmica se utiliza con frecuencia para evaluar la velocidad a la que una sustancia colocada en un recipiente frío o caliente se calienta o enfría. Esto no es cierto ya que la conductividad representa "cuánto", mientras que la difusividad térmica representa "qué tan rápido" fluye el calor. Esta idea errónea podría atribuirse al hecho de que los buenos conductores térmicos suelen ser difusores térmicos. Sin embargo, esto funciona perfectamente sólo para estados sólidos y líquidos. Falla en el estado gaseoso porque los gases son malos conductores pero difusores a temperatura y presión estándar (20°C, 1 atm). Esto se debe al hecho de que la capacidad de almacenamiento térmico por unidad de volumen de gases se encuentra dentro del rango de $0,7 \times 10^{-6}$ a $2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{k}$, que es aproximadamente la mitad de la de los sólidos y líquidos (Animasau, et al., 2022).

De acuerdo con Peleg (1983), los valores de difusividad térmica para alimentos generalmente se sitúan en el intervalo de 1 a $2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, y esta magnitud guarda una relación directamente proporcional con la temperatura. La relevancia y necesidad de estos valores llevan a plantearlos de manera específica para algunos alimentos, lo que puede ofrecer orientación para su aplicación

2.2.8. Conductividad térmica

Dicho punto tiende a ser una de las características más fundamentales de los materiales sólidos, que ha sido ampliamente estudiada durante los últimos



cientos de años. Además, investigaciones recientes indican que la conductividad térmica tiende a depender del tipo de material evaluado (Zhou et al., 2020). La conductividad térmica es el flujo de calor por segundo por unidad de área por unidad de gradiente de temperatura. La conducción de calor o la energía térmica se transfiere desde el extremo caliente del conductor de calor al extremo frío considerado un conductor cilíndrico (Abdullah, 2022).

La conductividad térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir calor y se expresa en el Sistema Internacional (SI) en unidades de $W/m^{\circ}C$ (Alvarado, 2001; Sahin et al., 2009). En el caso de sólidos porosos como los alimentos, la conductividad térmica está mayormente influenciada por la composición, pero también por diversos factores que afectan el flujo de calor a través del material. Estos factores incluyen la fracción de huecos, la forma, tamaño y disposición de los espacios vacíos, el fluido contenido en los poros y la homogeneidad del material (Sweat, 1995). Es importante señalar que la conductividad térmica de alimentos con estructuras fibrosas, como la carne, varía según la dirección. Además, se observa que la conductividad térmica tiende a aumentar con el contenido de humedad (Badry & Ahmed, 2020).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La determinación de propiedades térmicas de las tres variedades de papa, se realizó los laboratorios de Ingeniería de microbiología, situado en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado a una altitud de 3824 m.s.n.m. en la ciudad de Puno - Perú, durante los meses de enero del 2022 hasta Julio del 2023.

3.2. MATERIA PRIMA

Se utilizó como materia prima tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*), en tres variedades: Yana imilla, Parko chasca y Ccompis; provenientes específicamente de la estación experimental Salcedo INIA-Puno: Yana Imilla y Ccompis, mientras que la semilla de Parko Chasca provino del mercado central de la misma provincia de Ilave, región Puno, se escogieron aquellos que no tengan daño físico.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el estudio de la conductividad térmica, difusividad térmica y calor específico de cada una de las tres variedades de papa, se emplearon los siguientes materiales, equipos, instrumentos de medición y software:

3.3.1. Materiales

- Cuchillo con mango de madera marca Fecusa.
- Guantes de látex desechables, tallas L, Eterna.



- Escobilla de plástico pequeño (5 cm x 1.5 cm).
- Recipientes de metal.
- Jarra de plástico Rey de 500 mL.
- Vaso de precipitado de 1000 mL.
- Vaso de precipitado de 500 mL.
- Crisoles de porcelana redondo y con pistilo.
- Papel aluminio Foil de 30cm x 8m.
- Papel toalla Super de 193mm.
- Pinza metálica
- Varilla de vidrio.
- Bolsas con cierre hermético.
- Bandejas de metal
- Agua destilada
- Tarjeta SD, 32 GB.
- USB. HP, 8 GB.
- Cámara fotográfica

3.3.2. Equipos

- Licuadora Oster de 1.25 litros, potencia 1000W
- Baño María MEMMERT, modelo WNE 10, modelo WNE10 de vol.
Interior de 10 L.
- Voltímetro
- Balanza analítica electrónica, SARTORIUS, modelo CP323S.

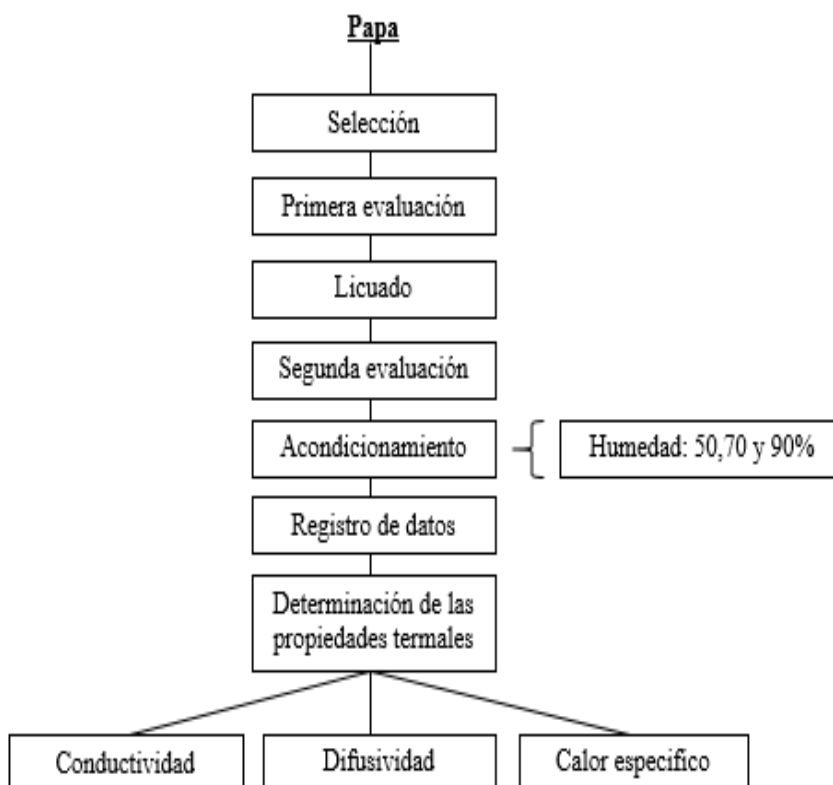
- Balanza electrónica de 8000 gramos de capacidad marca DIGITAL PRECISION modelo KIN – 2200AP.
- Estufa. Marca MEMMERT, modelo UNE-300.
- Laptop HP, Intel Core i7 Inside.
- Data Logger, tipo k, AZ 88598.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología experimental de este proyecto de tesis, es la que se muestra en la Figura 2, ya que para lograr el objetivo general se estudiaron los efectos de la humedad y temperatura sobre la conductividad térmica, difusividad térmica y calor específico de las tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*).

Figura 2

Flujograma de metodología general





3.4.1. Metodología General

- **Selección:** Se seleccionaron las papas nativas y la mejorada en base a tamaños uniformes sobre condiciones óptimas a fin de ser desechadas las papas que presenten golpes, podredumbres al igual que la variedad mejorada. Además, las papas fueron sumergidas por medio de agua potable a razón de impedir la presencia de cualquier sustancia extraña que pueda estar adherida a su superficie y se expuso al a temperatura medio para secarlo.
- **Primera evaluación:** Se determinó la humedad inicial con la que se encuentran las diferentes variedades Se determinó mediante el método 925 de la norma A.O.A.C. (1995) tal como se muestra en el Anexo 1 (tabla 12).
- **Licuada:** La papa se licuo con una licuadora oster a razón de alcanzar tamaños homogéneos.
- **Segunda evaluación:** Se volvió a determinar la humedad de la papa ya licuada mediante el método 925 de la norma A.O.A.C. (1995).
- **Acondicionado:** Se adecuó a humedades equivalentes a 50,70 y 90% por balance de materia de la papa con reducción o incremento de humedad.
- **Registro de datos:** Este procedimiento implica la recopilación de datos necesarios a fin de determinar la conductividad, difusividad térmica y calor específico.
- **Conductividad térmica:** Se determinó por el método de sonda (fuente lineal de calor).
- **Difusividad térmica:** Se utilizó el método de transferencia de calor en -el estado no estacionario, desarrollado por Dickerson (1965) el cual se basa en el uso de un cilindro.



- **Calor específico:** El método de mezclas.

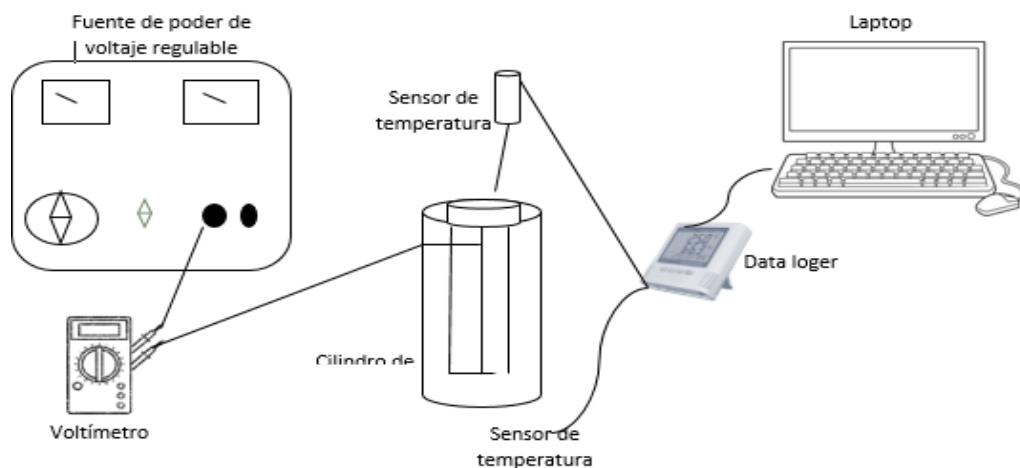
3.4.1.1. Metodología para la determinación de la conductividad térmica

- **Materia prima.** Se compró 10 Kilos de cada una de las tres variedades de papa: Ccompis, Yana Imilla y Parko Chasca.
- **Lavado.** Se realizó el lavado manual en un recipiente de plástico fueron sumergidas a agua potable a razón de impedir la presencia de cualquier sustancia extraña que pueda estar adherida a su superficie.
- **Secado.** Se secó a temperatura ambiente y con una toalla se ayudó para retirar el exceso de agua.
- **Selección.** Se seleccionó las papas que se encontraron en buenas condiciones sin daños físicos y sin signos de daño o magullones.
- **Licuada:** La papa se licuo con una licuadora a razón de alcanzar tamaños homogéneos que faciliten el llenado del cilindro
- **Acondicionado:** Las papas se acondicionaron a las diferentes temperaturas (30, 50 Y 70°C) y humedades (50,70 y 90%).
- **Determinación de la conductividad térmica:** Se determinó utilizando un método de fuente de calor en línea establecido por Sweat y Haugh (1974), el método de transferencia de calor en estado transitorio más comúnmente utilizado. El equipo se compone por un cilindro de cobre de 10,115cm de longitud, 5 cm de diámetro interior y 2cm de espesor, el cilindro cuenta con un alambre que suministra calor a razón de 12W. La tapa del cilindro posee un orificio por donde se le introduce la sonda que registra el historial de temperatura. La papa

licuada y acondicionada se adicionó al cilindro de conductividad térmica previamente se registró la T1 (temperatura inicial), se esperó hasta que la temperatura llegue a 70 °C para proceder con el cálculo, en el Anexo 2 (tabla 14) se muestra el registro de tiempo- temperatura de las tres variedades necesario para la determinación de la conductividad. El esquema del equipo para la determinación de la conductividad térmica se presenta en la Figura 3.

Figura 3

Esquema para la determinación de conductividad térmica



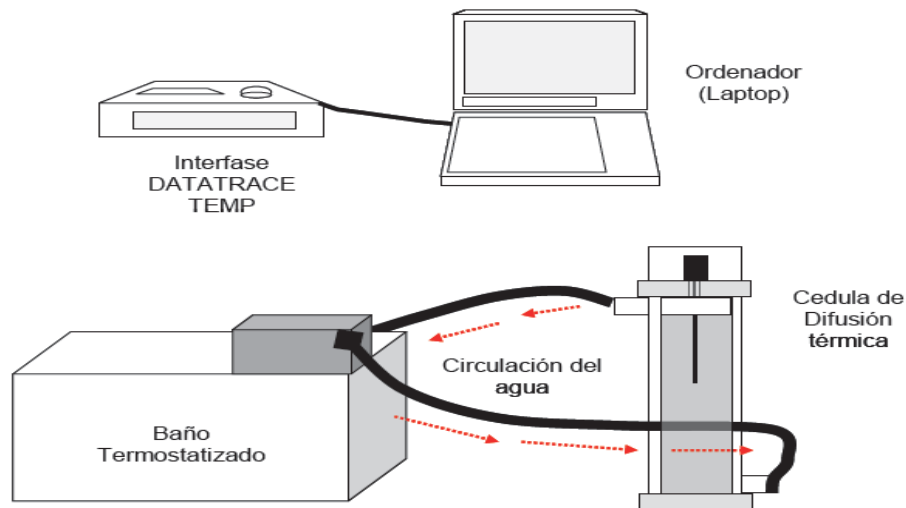
3.4.1.2. Metodología para la determinación de la difusividad térmica

En este caso, se utilizó un método desarrollado por Dickerson en (1965) y modificado por Poulsen en (1982) para medir la difusividad térmica de un material; este método consiste en colocar una muestra del material en un cilindro y aplicar un gradiente de temperatura. Luego, se mide la distribución de temperatura en la muestra a lo largo del tiempo tal

como se muestra en el Anexo 3 (en la tabla 15 y 16), el esquema del equipo para la determinación de la difusividad térmica se presenta en la Figura 4.

Figura 4.

Esquema para la determinación de la difusividad térmica.



3.4.1.3. Metodología para la determinación del calor específico

En el montaje experimental fue similar al utilizado por investigadores anteriores como Sreenarayanan y Chattopadhyay (1986) citado en Amdani et al., (2023), donde el equipo consistía en una cápsula cilíndrica de aluminio para alojar las muestras con un diámetro de 15.2 mm, una altura de 52.6 mm y un grosor de pared de 2.1 mm que estaban provistas de una tapa roscada para garantizar que no se perdiera la humedad de las muestras y que no entrara agua en la cápsula durante el experimento.

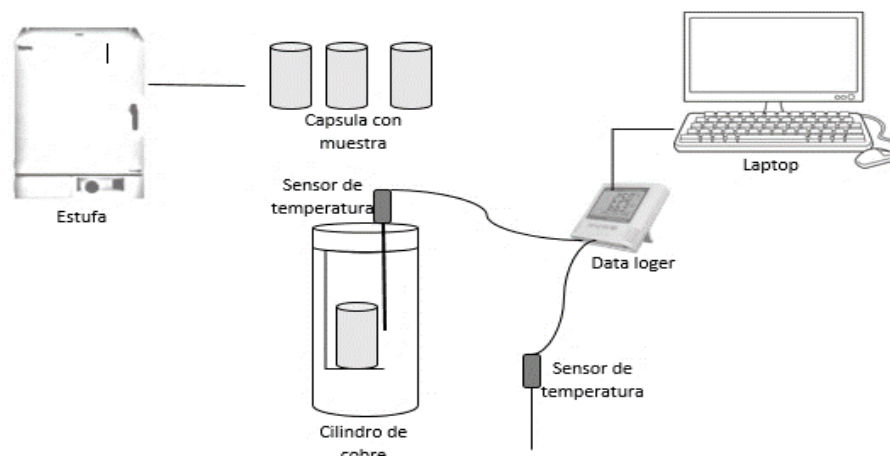
La pérdida de calor durante la transferencia de calor de la cápsula desde el horno de aire caliente hasta el calorímetro era despreciable. Al final del calentamiento, la temperatura de la cápsula y del tubérculo de

papa era igual. La pérdida de la evaporación en el calorímetro durante el periodo de equilibrio fue insignificante. Finalmente, los cambios en las capacidades térmicas del calorímetro y de la cápsula dentro del rango de temperatura estudiado no fueron significativos.

La capacidad calorífica del calorímetro se determinó experimentalmente en base a cálculos del agua, cápsula y el producto (papa) como se muestra en el Anexo 5 (tabla 19 y 20). Para ello, se consideró una cantidad conocida de agua destilada a una temperatura alta conocida (máximo 70°C) al calorímetro que contenía una cantidad conocida de agua destilada a una temperatura baja conocida, en donde se supuso que el sistema era adiabático, el esquema del equipo para la determinación del calor específico se presenta en la figura 5.

Figura 5.

Esquema para la determinación del calor específico.





3.5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

3.5.1. Determinación de la conductividad térmica

El cálculo de la conductividad térmica se efectúa al aplicar la Ecuación 1

Siendo:

$$k = \frac{Q}{4\pi(\Delta T)} * \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (1)$$

$\ln(t)$ = logaritmo natural del tiempo

Q = potencia generada por la sonda durante el calentamiento (W/m)

ΔT = variación de la temperatura entre el alimento y el medio (°C).

Entonces la conductividad térmica se puede calcular como:

$$K = \frac{Q\Delta \ln(t)}{4\pi\Delta T} \quad (2)$$

Ya que $Q = I^2 * R$, la ecuación anterior se puede reordenar como:

$$K = \frac{I^2 R}{4\pi S} \quad (3)$$

Donde:

I : es la corriente eléctrica

R : es la resistencia eléctrica por una unidad de longitud (Ω/m).

3.5.2. Determinación de la difusividad térmica

La fórmula empleada es la siguiente:

$$t = 0.398 \frac{r^2}{a} \log \left(1,6x \left(\frac{T_m - T_0}{T_m - T} \right) \right) \quad (4)$$

Siendo:



a = Difusividad térmica (m^2/s).

t = Tiempo (s).

r = Distancia recorrida por el flujo de calor, equivalente al radio del cilindro (m).

T = Temperatura del centro térmico de la muestra en el instante ($^{\circ}C$).

T_0 = Temperatura inicial en el centro de la muestra ($^{\circ}C$).

T_m = Temperatura del medio de calentamiento (baño maría) ($^{\circ}C$).

Recordando la ecuación (4) se obtiene una ecuación de línea recta.

$$\log \left(1.6 \times \left(\frac{T_m - T_0}{T_m - T} \right) \right) = 0.398 \frac{r^2}{\alpha} t \quad (5)$$

Al abordar la diferencia de temperatura no lograda, o la fracción de la variación total de temperatura $T_m - T$ la cual permanece sin lograr su alcance dentro de un momento específico, tenemos la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{T_m - T_0}{T_m - T} \right) \quad (6)$$

En este caso, la representación semilogarítmica se caracteriza por ser una línea recta sin intercepto. Dicha relación está expresada en función del tiempo t , siendo m la pendiente de la mencionada línea recta:

$$m = \frac{1}{0.398} \frac{\alpha}{r^2} \quad (7)$$

Siendo: m : La pendiente.

Después de ordenar los valores y realizar la gráfica, se procede a determinar las rectas de calentamientos. En este contexto, la pendiente tendrá que ser igualada al factor de la ecuación (5), la cual tiende a estar vinculada a la



distancia recorrida y la difusividad térmica. Al despejar la variable a de la ecuación (7), la expresión obtenida facilita el conocimiento de la difusividad térmica:

$$\alpha = 0.398 \times m \times r^2; m^2/s \quad (8)$$

3.5.3. Determinación del calor específico

La capacidad calorífica del calorímetro se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$H_C = \frac{m_{H_2O} \cdot C_{H_2O} (T_e - T_{H_2O}) m_{H_2O} \cdot C_{H_2O} (T_{MC} - T_e)}{(T_{MC} - T_e)} \quad (9)$$

Donde:

m_{H_2O} : Masa del agua fría (g).

C_{H_2O} : Calor específico del agua (1cal/g°C).

T_e : Temperatura en equilibrio (°C).

T_{H_2O} : Temperatura del agua fría (°C).

mM : Masa de la muestra más la cápsula (g).

T_{MC} : Temperatura de la muestra caliente (°C).

Hf : Capacidad calorífica del matraz (cal/°C).

También se llevó a cabo la determinación experimental de la capacidad calorífica de la cápsula de prueba cilíndrica de aluminio. Para alcanzar este objetivo, la cápsula, calentada a una cierta temperatura elevada, se introdujo en el calorímetro que contenía una cantidad medida de agua destilada a una temperatura baja conocida (temperatura ambiente). Se supuso que el sistema era adiabático.



Así, la capacidad calorífica de la cápsula puede determinarse mediante la siguiente ecuación.

$$H_c = \frac{(H_f + M_{H_2O} C_{H_2O})(T_e - T_{H_2O})}{(T_c - T_e)} \quad (10)$$

Donde:

H_f : Capacidad calorífica del matraz (cal/°C).

m_{H_2O} : Masa del agua fría (g).

mM : Masa de la muestra más la cápsula (g).

C_{H_2O} : Calor específico del agua (1 cal/g°C).

T_{H_2O} : Temperatura del agua fría (°C).

T_c : Temperatura de la cápsula (°C).

T_e : Temperatura en equilibrio (°C).

H_c : Capacidad calorífica de la cápsula (cal/°C).

Para determinar el calor específico de la papa, ésta se introdujo en una cápsula de prueba y se expuso a una temperatura controlada en un horno de aire caliente durante una hora como mínimo. Posteriormente, la cápsula encapsulada se sumergió en el calorímetro, que ya contenía un cierto volumen de agua destilada a una temperatura baja conocida. Se midió y registró la temperatura de equilibrio resultante.

La capacidad calorífica de la patata puede determinarse mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{(H_f + m_{H_2O} C_{H_2O}) + (T_e + T_{H_2O}) + H_c(T_m - T_e)}{mM(T_m - T_e)} \times 4.1868 \quad (11)$$



3.6. UNIDADES DE ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

Objetivo: Determinar el efecto de la temperatura y contenido de humedad sobre la conductividad térmica, difusividad térmica y calor específico en tres variedades de papa.

- **Variable de Estudio**
 - Humedad (%) (50, 70, 90).
 - Temperatura (°C) (30, 50, 70).
 - Variedad (yana imilla, ccompis y parko chasca).
- **Variable de Respuesta**
 - Conductividad.
 - Difusividad.
 - Calor específico.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de los datos obtenidos durante la investigación se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con un 95.0% de significancia y test de Duncan ($p \geq 0.05$) para determinar las posibles diferencias entre las muestras de las variedades, aplicando un diseño factorial de 3 factores (3 variedades de papa x 3 temperaturas x 3 humedades), con dos repeticiones, con un total de 162 datos obtenidos, para comparar y evaluar las propiedades térmicas.

Modelo:

$$y_{ijk} = \mu + a_{ijk} + \beta_{ijk} + \gamma_{ijk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad (12)$$

Dónde:



y_{ijk} : Unidad experimental.

μ : Efecto de la media general de la temperatura, humedad y variedad.

i : Temperatura (30, 50 y 70 °C).

j : Humedad (50, 70 y 90%).

k : Variedad. (Ccompi, Yana Imilla y Parko Chaska).

α_{ijk} : Efecto de la temperatura sobre los variables de respuesta.

β_{ijk} : Efecto de la humedad sobre los variables de respuesta.

γ_{ijk} : Efecto de la variedad sobre los variables de respuesta.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto de las variables de estudio sobre los variables de respuesta.

ε_{ijk} : Efecto aleatorio del error.

3.8. FACTOR DE ESTUDIO

Los resultados fueron analizados a través de estadística a través de un estudio de varianza (ANOVA), con un 95.0%, y en caso de identificarse diferencia entre los procedimientos se realizó la prueba de Duncan 5% considerando los factores mostrados en la tabla 4.

Tabla 3

(ANOVA) diseño factorial de tres factores

F.V.	S.C.	G.L	C.M	F _{exp}
A	SCA	A-1	CMA	CMA/CMR
B	SCB	B-1	CMB	CMB/CMR
C	SCC	C-1	CMC	CMC/CMR
A*B	SC(AB)	(A-1)(B-1)	CM(AB)	CM(AB)/CMR
A*C	SC(AC)	(A-1)(C-1)	CM(AC)	CM(AC)/CMR
B*C	SC(BC)	(A-1)(B-1)	CM(BC)	CM(BC)/CMR
A*B*C	SC(ABC)	(A-1)(B-1)(C-1)	CMR	CMR/CMR
Total	SCT	ABC-1	CMT	



Nota: Se muestra los arreglos del diseño 3*3*2 para el procesamiento estadístico.

Para la recolección de datos se utilizó el siguiente formato mostrado en la Tabla N°4, donde se registraron todos los datos experimentales para cada variable de respuesta.

Tabla 4

Matriz de experimentación

Tratamiento	Factores			Combinación de tratamientos
	Variedades de Papa	Temperatura	Humedad	
	(A)	(B)	(C)	
T1	Ccompis	30	50	a1 b1 c1
T2	Ccompis	50	50	a1 b2 c1
T3	Ccompis	70	50	a1 b3 c1
T4	Ccompis	30	70	a1 b1 c2
T5	Ccompis	50	70	a1 b2 c2
T6	Ccompis	70	70	a1 b3 c2
T7	Ccompis	30	90	a1 b1 c3
T8	Ccompis	50	90	a1 b2 c3
T9	Ccompis	70	90	a1 b3 c3
T10	Yana Imilla	30	50	a2 b1 c1
T11	Yana Imilla	50	50	a2 b2 c1
T12	Yana Imilla	70	50	a2 b3 c1
T13	Yana Imilla	30	70	a2 b1 c2
T14	Yana Imilla	50	70	a2 b2 c2
T15	Yana Imilla	70	70	a2 b3 c2
T16	Yana Imilla	30	90	a2 b1 c3
T17	Yana Imilla	50	90	a2 b2 c3
T18	Yana Imilla	70	90	a2 b3 c3
T19	Parko Chasca	30	50	a3 b1 c1
T20	Parko Chasca	50	50	a3 b2 c1
T21	Parko Chasca	70	50	a3 b3 c1
T22	Parko Chasca	30	70	a3 b1 c2
T23	Parko Chasca	50	70	a3 b2 c2
T24	Parko Chasca	70	70	a3 b3 c2
T25	Parko Chasca	30	90	a3 b1 c3
T26	Parko Chasca	50	90	a3 b2 c3
T27	Parko Chasca	70	90	a3 b3 c3

Nota: Se muestra las combinaciones de la matriz de experimentación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DE LA TEMPERATURA Y CONTENIDO DE HUMEDAD SOBRE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

En la tabla 5 se presenta la situación de las variedades de papa (*Solanum tuberosum*), en cuanto a la conductividad térmica según los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio a temperatura de 30°C, 50°C y 70°C y una humedad de 50%, 70% y 90% siendo presentado a continuación el resultado para cada tratamiento, también en el Anexo 2 (tabla 13) se detalla los resultados con su respectiva repetición.

Tabla 5

Resultados de la conductividad térmica de las tres variedades de papa.

VARIEDAD	HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (°C)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	DESVIACIÓN
CCOMPIS	50	30	0.3145	0.0020
		50	0.3266	0.0020
		70	0.3667	0.0015
	70	30	0.4257	0.0005
		50	0.4591	0.0032
		70	0.5276	0.0044
	90	30	0.5158	0.0001
		50	0.5270	0.0005
		70	0.5608	0.0008
YANA IMILLA	50	30	0.4320	0.0005
		50	0.4632	0.0002
		70	0.4874	0.0012
	70	30	0.4795	0.0057
		50	0.5051	0.0191
		70	0.5502	0.0222
	90	30	0.5400	0.0002
		50	0.5632	0.0003
		70	0.5955	0.0003
PARKO CHASCA	50	30	0.3041	0.0002
		50	0.3218	0.0008
	70	70	0.3631	0.0011
		30	0.4163	0.0005



	50	0.4706	0.0020
	70	0.5373	0.0009
	50	0.5105	0.0019
90	60	0.5322	0.0002
	70	0.5722	0.0002

Nota: Resultado de la conductividad térmica de las muestras analizadas.

Como se puede observar en la tabla 5, que el tratamiento con el valor más alto de conductividad térmica corresponde a la variedad Yana imilla a 90% de humedad y 70°C, con una conductividad térmica de 0,5955 W/m°C. Y el valor más bajo se encuentra para el para la variedad Parko Chaska a 50% de humedad y 30°C, con una conductividad térmica de 0,3041 W/m°C. Mientras tanto, el tratamiento con el valor medio se identifica para la variedad Ccompis a 50% de humedad y 30°C, con una conductividad térmica de 0,3145 W/m°C. Estos resultados resaltan la influencia significativa de la humedad y la temperatura respecto a la conductividad térmica de las diferentes variedades.

Los resultados experimentales muestran que tanto la humedad como la temperatura influyen en la conductividad térmica de las variedades estudiados. Para la variedad Ccompis, se observa un aumento en la conductividad térmica a medida que la humedad y la temperatura aumentan, como se muestra en la tabla 5, a 50% de humedad y 30°C, la conductividad térmica es de $0,3145 \pm 0,0020$ W/m°C, mientras que a 90% de humedad y 70°C, la conductividad térmica es de $0,5608 \pm 0,0008$ W/m°C. Al igual que sucede, para la variedad Yana Imilla se evidencia una tendencia similar, con valores de conductividad térmica que aumentan con la humedad y la temperatura, a 50% de humedad y 30°C, la conductividad térmica es de $0,4320 \pm 0,0005$ W/m°C, mientras que a 90% de humedad y 70°C, la conductividad térmica es de $0,5955 \pm 0,0003$ W/m°C. Por otro lado, en la variedad Parco chasca exhibe variaciones en la conductividad térmica con la humedad y la temperatura. a 50% de humedad y 30°C, la conductividad térmica es de



$0,3041 \pm 0,0002 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, mientras que a 90% de humedad y 70°C , la conductividad térmica es de $0,5722 \pm 0,0002 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

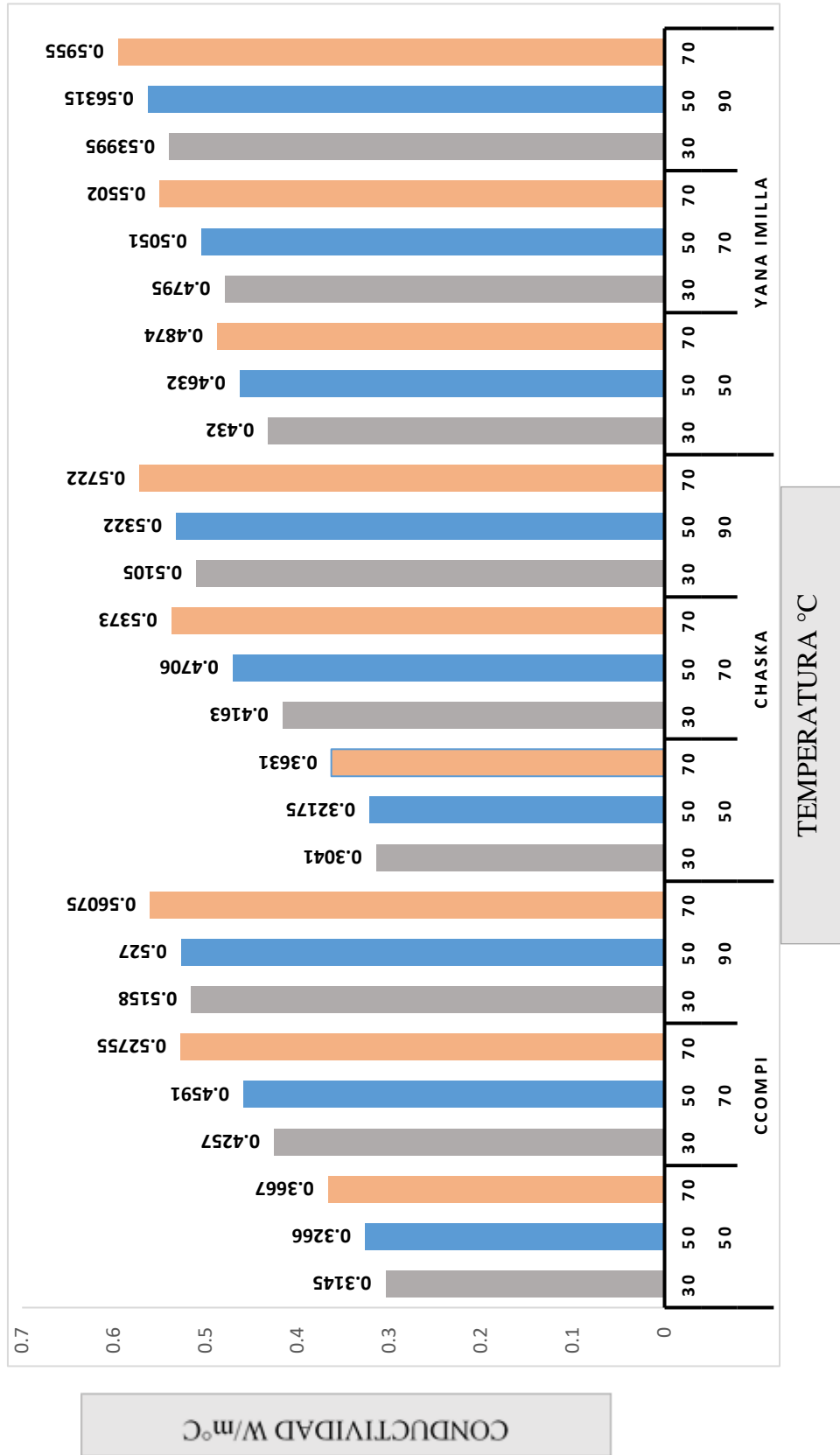
Los valores encontrados de conductividad térmica en la variedad Yana Imilla son superiores a los determinados por López-Ramos *et al.* (1993), quienes reportaron $0,47 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ para papa con un contenido de humedad en el rango 60 % – 70 % mientras que los valores determinados en la variedad Ccompis son inferiores a los determinados por (Alvarado, 2001) quien encontró el valor $0,42 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ en papas a una Humedad de 68%.

Las discrepancias de autores anteriores se deben a que son varios los factores que afectan la conductividad térmica, como la temperatura, estructura celular y presión. Sin embargo, el factor que más influye es el contenido de humedad. (Mafart, 1994).

Asimismo, valores determinados por Rao *et al.*, (1975) y Rice *et al.*, (1988), están dentro del rango quien ha reportado los valores de conductividad térmica de cinco variedades de papas, de 76.3% – 83.6% de humedad, los cuales oscilaron entre $0,533$ a $0,571 \text{ W/m}^\circ\text{K}$. En tanto (Murakami, 1997) menciona que escaldar papas durante 10 minutos tuvo efectos insignificantes sobre la conductividad térmica, permaneciendo constante en un valor de $0,577 \text{ W/m}^\circ\text{K}$. Califano *et al.*, (1991), reportaron valores de conductividad térmica en papas entre $0,545$ – $0,957 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ entre las temperaturas de 50 y 100°C . Sin embargo, la investigación realizada por Wang *et al.*, (1995), demuestran que la conductividad térmica no es afectada a temperaturas superiores de 70°C . Mientras que Gratzek *et al.*, (1993), manifiestan que esta propiedad puede aumentar a temperaturas de 130°C . Por lo que se debe tener cuidado de no alterar la estructura de los almidones que las papas presentan para determinar valores de conductividad puesto que (Murakami, 1997) determinó que la conductividad térmica disminuye significativamente durante el horneado de las papas, debido a la gelatinización de los almidones.

Figura 6

Análisis de conductividad térmica en las tres variedades de papa.



Al analizar la conductividad térmica en nuestras investigaciones y en el estudio de Rodas (2019) sobre variedades de papas, se resalta que esta propiedad aumenta de manera consistente con el incremento de la temperatura y la humedad. En nuestro caso, se identificaron condiciones óptimas en la variedad Yana Imilla a una temperatura de 70°C y una humedad del 90%, con resultados específicos de conductividad térmica. Además, el estudio de Ezeagba et al. (2019) sobre harina de nuez africana respalda esta tendencia, mostrando un aumento en el calor específico y la conductividad térmica al incrementarse el contenido de humedad. Análisis de las variedades para la conductividad térmica de Ccompis.

Tabla 6

Análisis de Varianza (ANOVA), para la conductividad térmica.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Modelo	26	0.407101	0.015658	224.15	**	
A	2	0.048730	0.024365	348.80	**	
B	2	0.280614	0.140307	2008.62	**	
C	2	0.047230	0.023615	338.07	**	
Interacciones de términos	2	12	0.029399	0.002450	35.07	**
A*B	4	0.025493	0.006373	91.24	**	
A*C	4	0.000741	0.000185	2.65	n.s	
B*C	4	0.003165	0.000791	11.33	**	
Interacciones de términos	3	8	0.001128	0.000141	2.02	n.s
A*B*C	8	0.001128	0.000141	2.02	n.s	
Error	27	0.001886	0.000070			
Total	53	0.408987				

CV = 1.77

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA).



Ahora bien, se procede a realizar e interpretar los resultados obtenidos en las diferentes variedades mediante la prueba análisis de varianza, donde se efectúa el análisis de la relación de los factores a evaluar.

En la tabla 5 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95.0 % de nivel de confianza para la evaluación de la conductividad térmica, en donde se revela que, si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para los factores variedad, temperatura y humedad. Lo cual demuestra que existe evidencia para aceptar que los factores mencionados causan un efecto sobre la conductividad térmica, así mismo, se observa una significancia < 0.05 para la combinación de variedad y humedad, al igual que humedad y temperatura, por consiguiente, se acepta que dichos factores de manera individual o combinados causan efecto sobre la conductividad térmica. Se procede a realizar la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los experimentos.

En el Anexo 5 se observan las comparaciones para las variedades mediante comparaciones Duncan y, en cuanto a la humedad, hay diferencia significativa en cada una de las humedades a 50%, 70% y 90%, lo cual se debe a que el valor de significancia obtenida es menor a 0.05. Esto guarda relación, ya que los datos de ambas tablas indican que los resultados varían según los estándares previos, demostrando que, a mayores niveles de temperatura y humedad, existe una mayor variación en la conductividad. Por ejemplo, a una humedad del 90%, se encuentran resultados positivos dentro de la variedad Ccompis, Yana Imilla y Parko chasca.

En el Anexo 5 (Tabla 21), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro variedad, al 5 % de nivel de significancia, presentando 0.000070 error y 27 grados de libertad. Donde se aprecia que el factor variedad, no



presentan diferencias significativas en la conductividad térmica, es decir que la variación de la conductividad térmica, varía simultáneamente en cada una de las tres temperaturas (30,50 y 70°C) y humedades (50,70 Y 90%). Así mismo, se ocasiona una mayor producción de conductividad térmica es en la variedad Yana imilla al obtener una media 0.5129, seguida de Ccompis y Parko Chaska.

En el Anexo 5 (Tabla 22), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan, donde se aprecia que el factor humedad, si presenta diferencias significativas en la conductividad térmica, dividiéndose en tres grupos de tratamiento con una formación casi análoga. Siendo la humedad de 90% tiene mayor efecto sobre la conductividad térmica, seguido por 70 y 50 %.

En el Anexo 5 (Tabla 24), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro variedad y humeda, al 5 % de nivel de significancia, 0.000070 error y 27 grados de libertad podemos observar que, si existe una diferencia significativa de sus medias agrupándola en cinco grupos a las variedades Ccompis, Parko Chasca y Yana Imilla si existe una ligera diferencia significativa en sus medias agrupando a Ccompis 50% y Parko chasca 50% de humedad en un mismo bloque, diferenciada del bloque Yana Imilla 50%, Ccompis 50% y Parko chasca 50%. Esto se debe a que la humedad 50% es muy baja por eso se tiene menor efecto en la conductividad térmica, lo mismo sucede en cuanto a temperaturas y humedades estudiadas mostrada en la Tablas 25, si existe una ligera diferencia significativa en sus medias de igual manera a temperatura 30°C y humedad 50% tiene menor efecto respecto a la conductividad térmica, según Krishna et al. (2018), quienes trabajaron con Isaño cruda e Isaño blanqueado/prefrito, se demuestra que la influencia en el parámetro de conductividad no se debe únicamente a la temperatura y humedad del tubérculo, sino también a su estado



al momento de la prueba. A pesar de estas condiciones, el autor refiere que este parámetro está ligado principalmente a la temperatura. Esto concuerda con lo evidenciado en la figura 6, donde se observa que a mayores temperaturas se obtienen valores más altos de conductividad, afirmando que la humedad es un factor que respalda a la temperatura para lograr una mayor conductividad en el tubérculo.

En relación con los datos recopilados, se observa que, según las indicaciones de Rodríguez (2020), especies como camotes, isaño, jícama y oca muestran propiedades térmicas afectadas de manera lineal por la temperatura y la humedad. Por otro lado, Otro autor que destaca cambios significativos con relación al parámetro mencionados anteriormente es Usman et al. (2019). En el caso de la Chufa, señalan que con 5 niveles de humedad existe una variación de 0 de 0,03 W/(m°K) a 0,13 W/(m°K), indicando que, a mayores niveles de humedad, la conductividad también aumenta. De igual forma Caiza (2020) señala que las propiedades térmicas también se ven influenciadas de manera similar, pero por el parámetro de humedad, esto es consistente con lo observado en la Figura 6, donde los valores varían desde 0,3041 W/m°C hasta 0,5955 W/m°C, esta variación es similar a la encontrada por Conrado (2018) en diferentes especies de tubérculos, donde la conductividad varía desde 0,6120 W/m°C a 0,7012 W/m°C. Sin embargo, Conrado refiere que estas variaciones se deben a la temperatura.

4.2. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD SOBRE LA DIFUSIVIDAD TÉRMICA EN LAS TRES VARIETADES DE PAPA.

En la tabla 7 se presenta la situación de las variedades de papa (*solanum tuberosum*), en cuanto a la difusividad térmica según los datos obtenidos en las pruebas

de laboratorio a temperatura de 50°C, 70°C y 90°C y una humedad de 50%, 70% y 90%, siendo presentado a continuación el resultado para cada tratamiento.

Tabla 7

Análisis de las variedades para la difusividad térmica

VARIEDAD	HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (°C)	DIFUSIVIDAD TÉRMICA	DESVIACIÓN 10 ⁻⁷
CCOMPIS	50	30	1.0731E-07	0.0096
		50	1.1876E-07	0.0036
		70	1.2002E-07	0.0068
	70	30	1.2041E-07	0.0125
		50	1.3327E-07	0.0029
		70	1.3911E-07	0.0025
	90	30	1.2902E-07	0.0014
		50	1.3363E-07	0.0087
		70	1.4397E-07	0.0284
YANA IMILLA	50	30	1.0494E-07	0.0022
		50	1.1112E-07	0.0050
		70	1.1753E-07	0.0080
	70	30	1.3071E-07	0.0072
		50	1.4084E-07	0.0135
		70	1.4970E-07	0.0067
	90	30	1.3630E-07	0.0039
		50	1.4675E-07	0.0153
		70	1.5715E-07	0.0017
PARKO CHASCA	50	30	1.0374E-07	0.0001
		50	1.1795E-07	0.0075
		70	1.2591E-07	0.0180
	70	30	1.1852E-07	0.0143
		50	1.3467E-07	0.0062
		70	1.4770E-07	0.0062
	90	30	1.2727E-07	0.0085
		50	1.4081E-07	0.0048
		70	1.5200E-07	0.0148

Nota: Resultado de la difusividad térmica de las muestras analizadas.

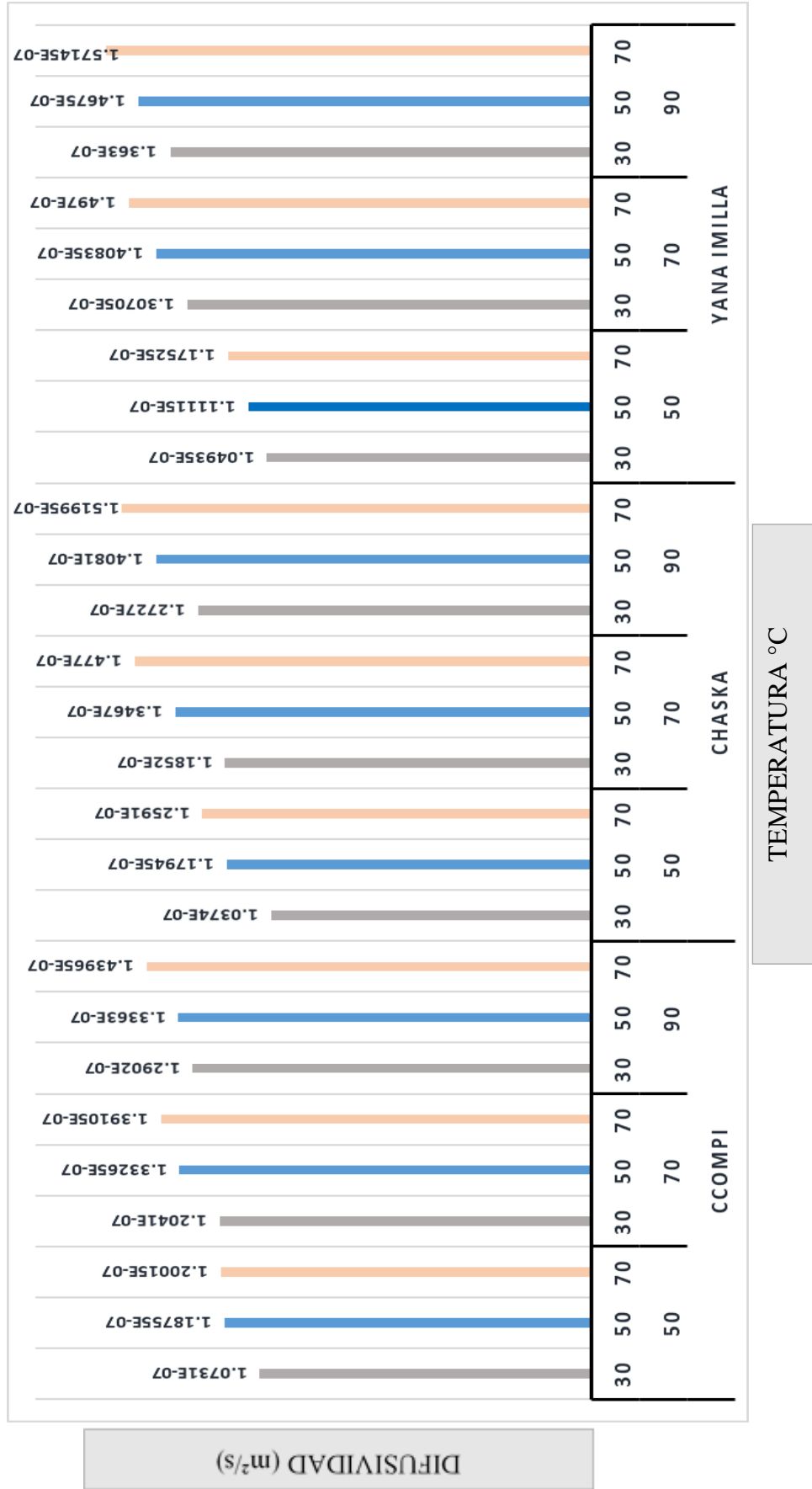
Los resultados experimentales muestran que la difusividad térmica de las variedades estudiados varía significativamente con la humedad y la temperatura. Por



ejemplo, para variedad Ccompi se observa un aumento en la difusividad térmica a medida que la temperatura aumenta, manteniendo una humedad constante. A 50% de humedad y 30°C, la difusividad térmica es de $1,0731E-07 \pm 9,600E-09$ m²/s, mientras que, a 50°C, la difusividad térmica es de $1,1876E-07 \pm 3,650E-10$ m²/s, y a 70°C, la difusividad térmica es de $1,2002E-07 \pm 6,850E-10$ m²/s. Asimismo, para la variedad Yana Imilla, también de igual manera para la variedad mejorada Parko Chasca. Al analizar los valores específicos, se observa que el tratamiento con el valor más alto de difusividad térmica corresponde a la variedad nativa Yana Imilla a 90% de humedad y 70°C, con un valor de $1,5715E-07$ m²/s. En contraste, el tratamiento con el valor más bajo se encuentra para la variedad mejorada Parko Chasca 90% de humedad y 50°C, con un valor de $1,0374E-07$ m²/s. Estos resultados subrayan la influencia significativa de la humedad y la temperatura en la difusividad térmica en las diferentes variedades, lo que sugiere una relación compleja entre estas variables.

Figura 7

Análisis de difusividad térmica en las tres variedades de papa



A continuación, en la Figura 7 se presenta el valor promedio de los datos obtenidos, evidenciando que las condiciones más favorables para la difusividad térmica se observaron a una humedad del 90% y una temperatura de 70°C. Estos parámetros resultaron en los valores más altos, también se observa un incremento de la difusividad térmica a medida que se incrementa el valor de la temperatura y humedad, tanto en nuestra investigación como el estudio de Rodas (2019) confirman que esta propiedad también exhibe un aumento en presencia de temperaturas más altas y mayores niveles de humedad en variedades de papas. En nuestro caso, en la variedad Parko chasca, se determinó que las condiciones óptimas se alcanzan a una temperatura de 70°C y un nivel de humedad del 90%, con valores específicos de difusividad térmica.

Tabla 8

Análisis de Varianza (ANOVA), para la difusividad térmica.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	26	1.15317	0.044353	212.42	**
A	2	0.02731	0.013655	65.40	**
B	2	0.70622	0.353110	1691.16	**
C	2	0.34188	0.170938	818.68	**
Interacciones de 2 términos	12	0.07342	0.006119	29.30	**
A*B	4	0.04734	0.011834	56.68	**
A*C	4	0.01726	0.004315	20.67	**
B*C	4	0.00882	0.002206	10.57	**
Interacciones de 3 términos	8	0.00434	0.000542	2.60	**
A*B*C	8	0.00434	0.000542	2.60	**
Error	27	0.00564	0.000209		
Total	53	1.15880			

CV= 1.11

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA).



En la tabla 8 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95.0 % de nivel de confianza para la evaluación de la difusividad térmica, en donde se revela que, si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para los factores variedad, humedad y temperatura. Esto quiere decir que, se acepta que dichos factores de manera individual o combinados causan efecto sobre la difusividad térmica de manera estadística.

En el Anexo 6 (Tabla 26), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro variedad, al 5 % de nivel de significancia, presentando 0.000209 error y 27 grados de libertad. Donde se aprecia que el factor variedad, no presentan diferencias significativas respecto con la difusividad térmica, es decir que la variación de la difusividad térmica, varia simultáneamente en cada una de las tres temperaturas (30, 50 y 70°C) y humedades (50, 70 y 90%). Así mismo, se ocasiona una mayor producción de difusividad térmica es en la variedad Yana imilla al obtener una media 1,3278, seguida de Parko Chasca y Ccompis.

En el Anexo 6 (Tabla 27), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro humedad, al 5 % de nivel de significancia, 0.000209 error y 27 grados de libertad. Donde se aprecia que el factor humedad, si existe una ligera diferencia significativa en sus medias agrupando a 90 y 70% en un mismo bloque diferenciada del bloque 50%. Esto se debe a que la humedad de 50% es muy baja. lo mismo sucede en cuanto a temperaturas mostrada en la tabla Tablas 28, si existe una ligera diferencia significativa en sus medias de igual manera agrupando 70 y 50°C en un mismo bloque diferenciada del bloque a 30°C esto se debe a que tiene menor efecto respecto a la difusividad térmica.

En el Anexo 6 (Tabla 29), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro variedad y humedad, al 5 % de nivel de significancia, 0.000209



error y 27 grados de libertad. Podemos observar que, si existe una diferencia significativa de sus medias agrupándola en tres grupos a las variedades Ccompis, Parko Chasca y Yana Imilla si existe una ligera diferencia significativa en sus medias agrupando a Ccompis 50%, Parko chasca 50% de y Yana Imilla 50% de humedad en un mismo bloque, diferenciada del bloque ccompis 70%, parko Chasca 70%, Ccompis y Parko Chasca al 90% de humedad, el que mayor efecto se encuentra es en la variedad Yana Imilla al 90%.

En el Anexo 6 (Tabla 30), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro variedad y temperatura, al 5 % de nivel de significancia, presentando 0.000209 error y 27 grados de libertad. Donde se aprecia que el factor variedad y temperatura, si presentan diferencias significativas respecto a la difusividad térmica, dividiéndose en tres grupos donde la variedad Parko Chasca mantiene una media más alta 1.42, mientras que la variedad Yana Imilla a temperatura 30°C pertenece a dos grupos con una formación análoga, y Yana Imilla a temperatura 50°C pertenece a los tres grupos con una media de 1.33.

En el Anexo 6 (Tabla 32), podemos observar que, si existe una diferencia significativa de sus medias agrupándola en 14 grupos para la intersección de los tres parámetros: variedad, humedad y temperatura a las variedades Ccompis, Parko Chasca y Yana Imilla si existe una ligera diferencia significativa en sus medias agrupando a Yana Imilla 50% humedad y 30°C y Parko chasca 50% de humedad a 30°C en un mismo bloque, diferenciada del bloque Yana Imilla 50% Y 50 °C, mejor efecto respeto a la difusividad térmica es la variedad Yana Imilla a 90% de humedad a 70°C. Al igual que se muestra en la Figura. 07 de la difusividad térmica en las diferentes variedades (ccompis, Chaska y Yana Imilla), al variar la humedad y la temperatura, en donde se



muestra un incremento a mayor temperatura y humedad en todas las variedades tanto nativas (Ccompis y Yana Imilla), al igual que en la variedad mejorada (Chaska).

Al examinar los resultados de la difusividad térmica y relacionarlos con los antecedentes mencionados, se confirma una correlación coherente entre la temperatura, humedad y la difusividad térmica en las tres variedades de papa estudiadas. En nuestro estudio, se observa una tendencia creciente de la difusividad térmica a medida que tanto la temperatura como la humedad aumentan. Se identificó que las condiciones óptimas para la difusividad térmica se alcanzaron a una temperatura de 70 °C y una humedad del 90%. Los valores de difusividad térmica para la papa encontrados en este estudio, son similares a los reportados por otros estudios, como el estudio de Rice, P., Selman, J. D. and Abdul-Rezzak, 1988, quienes investigaron el efecto de la temperatura sobre las propiedades térmicas de la papa sometida a calentamiento de 40 – 90°C (humedad 76,3%), se encontró que la difusividad térmica aumenta con la temperatura, alcanzando un valor máximo de $1,34 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ a la temperatura de 70°C, y luego disminuye hasta $1,32 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ a la temperatura de 90°C , lo cual podría ser debido a la gelatinización del almidón, el cual puede alterar la estructura de la papa como ha sido indicado por (Rao, Barnard, & Kenny, 1975). De manera similar en el caso del camote, el bajo valor de difusividad térmica puede explicarse por la gelatinización del almidón, como lo muestran Farinu & Baik (2007), quienes reportan valores promedio de difusividad térmica de $1,2 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$.

En cuanto a la variable “temperatura”, se observaron valores superiores a 70°C y variaron significativamente en las diferentes variedades ($p \leq 0.05$). Esto se debe a que cuando aumenta la temperatura, las moléculas de los alimentos se mueven más rápido debido a un cambio en su estructura (colapso molecular), esto significa que cuanto mayor



sea la temperatura de exposición, menor será el tiempo para alcanzar la temperatura deseada (Muñoz, 2002). Este fenómeno se ha observado en pulpa de macambo, donde a 50 y 70°C donde obtuvieron difusividad térmica de $1,731 \times 10^{-7}$ y $2,0756 \times 10^{-7}$ m²/s respectivamente (Ballón, 2016). Estas observaciones se comparan con los resultados obtenidos en semillas de borraja por Yang et al. (2022), quienes, si bien identificaron la capacidad de propagar el calor, no exploraron influencias específicas de la temperatura y la humedad. Por otro lado, en el caso de la harina de nuez africana (Ezeagba et al., 2019), se observó una disminución en la difusividad térmica al aumentar la humedad.

Otros estudios también han informado sobre la difusividad térmica de las papas, como; Tung et al. (1989), que muestra un valor de difusividad de $1,39 \times 10^{-7}$ m²/s a una temperatura de 60 °C y $1,46 \times 10^{-7}$ m²/s a la temperatura de 100 °C. Andrieu et al. (1986), dieron un valor de (α) de $1,48 \times 10^{-7}$ m²/s a una temperatura de 20 °C. Magee et al., (1995), informaron valores de difusividad de $1,30 \times 10^{-7}$ m²/s y $1,44 \times 10^{-7}$ m²/s.

Publicaciones recientes, también han informado de la baja difusividad térmica de la papa, como en el estudio de Cariño et al., (2013) quienes reportan el valor de $1,34 \times 10^{-7}$ m²/s cuando calientan cubos de papa de 2x2x2 cm a temperaturas de 70 y 85 °C.

4.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD SOBRE EL CALOR ESPECIFICO EN LAS TRES VARIETADES DE PAPA.

Los resultados experimentales muestran que el calor específico de las diferentes variedades varía significativamente con la humedad y la temperatura. Por ejemplo, para la variedad nativa Ccompis se observa un aumento en el calor específico a medida que la temperatura aumenta, manteniendo una humedad constante. A 50% de humedad y 50°C,

el calor específico es de $3,0652 \pm 0,0364$ kJ/kg°C, mientras que, a 70°C, el calor específico es de $3,1887 \pm 0,0605$ kJ/kg°C. Asimismo, para la misma variedad, pero a 70% de humedad, se evidencia un comportamiento similar. Por ejemplo, a 50°C, el calor específico es de $3,4635 \pm 0,2033$ kJ/kg°C, y a 70°C, es de $3,6131 \pm 0,0255$ kJ/kg°C. Por otro lado, para la variedad nativa Yana Imilla se observa una tendencia similar de aumento en el calor específico con la temperatura, especialmente a 70°C. A 50% de humedad y 70°C, el calor específico es de $3,0689 \pm 0,0511$ kJ/kg°C, mientras que a 70% de humedad, el calor específico es de $3,8834 \pm 0,0093$ kJ/kg°C a la misma temperatura. Para la variedad mejorada Parko Chasca, también se observa una variación en el calor específico con la temperatura y la humedad. Por ejemplo, a 50% de humedad y 30°C, el calor específico es de $2,8321 \pm 0,0439$ kJ/kg°C, mientras que a 70% de humedad, el calor específico es de $3,2940 \pm 0,0959$ kJ/kg°C a la misma temperatura.

Tabla 9.

Análisis de las variedades para calor específico.

VARIEDAD	HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (°C)	CALOR ESPECIFICO	DESVIACIÓN
CCOMPIS	50	30	3.0652	3.635E-02
		50	3.1385	1.126E-01
		70	3.1887	6.050E-02
	70	30	3.4635	2.033E-01
		50	3.5289	9.100E-03
		70	3.6131	2.545E-02
	90	30	3.6615	1.132E-01
		50	3.7570	1.284E-01
		70	4.2653	2.018E-01
YANA IMILLA	50	30	2.8813	1.250E-03
		50	2.9828	2.220E-02
		70	3.0689	5.110E-02
	70	30	3.0876	1.145E-02
		50	3.3319	5.740E-02
		70	3.8834	9.300E-03
		90	3.3006	5.500E-04

		50	4.1447	1.221E-01
		70	4.5621	1.146E-01
		30	2.8321	4.395E-02
	50	50	3.0732	5.585E-02
		70	3.2940	9.585E-02
		30	3.1159	6.905E-02
PARKO		50	3.2973	3.440E-02
CHASCA	70	70	4.0469	1.340E-02
		30	3.4561	2.950E-03
	90	50	3.7868	1.932E-01
		70	4.4725	8.800E-03

Nota: Resultado del calor específico de las muestras analizadas.

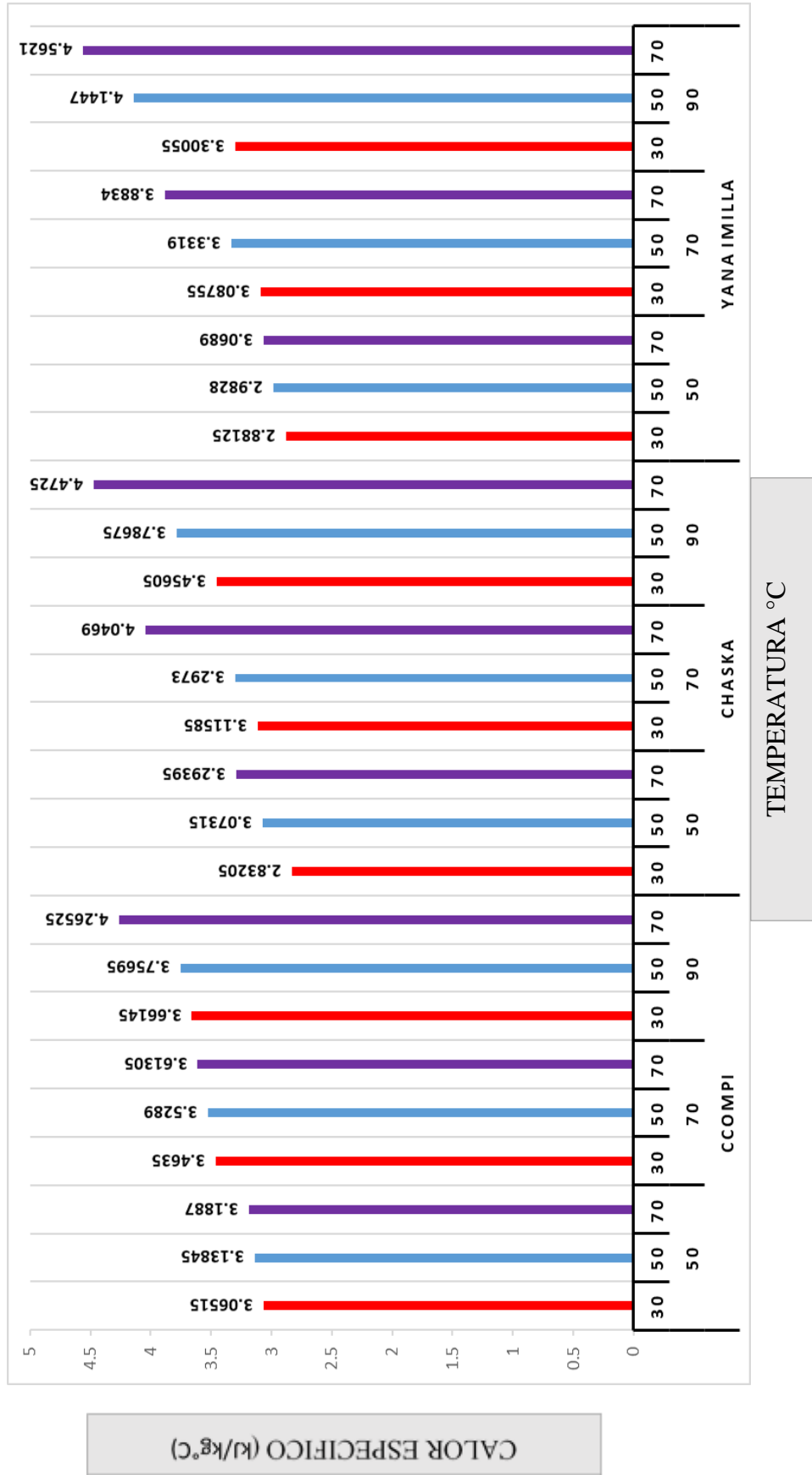
En la tabla anterior se presenta la situación de las variedades de papa (*Solanum tuberosum*), en cuanto al calor específico según los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio a temperatura de 50°C, 70°C y 90°C y una humedad de 50%, 70% y 90%, siendo presentado a continuación el resultado para cada tratamiento.

Al analizar los valores específicos, se observa que el tratamiento con el valor más alto de calor específico corresponde a la variedad Yana Imilla a 90% de humedad y 70°C, con un valor de 4,5621 kJ/kg°C. En contraste, el tratamiento con el valor más bajo se encuentra en la variedad mejorada Parko Chasca a 50% de humedad y 50°C, con un valor de 2,8321 kJ/kg°C. Estos resultados subrayan la influencia significativa de la humedad y la temperatura en el calor específico.

A continuación, en la tabla 10 se presenta el valor promedio de los datos obtenidos, evidenciando que las condiciones más favorables para el calor específico se observaron que a una humedad del 90% y una temperatura de 70°C. Estos parámetros resultaron en los valores más altos registrados.

Tabla 10.

Análisis de las variedades para calor específico



En la tabla anterior, se muestra que en la variedad nativa Yana Imilla, se observa un aumento general en el calor específico a medida que la temperatura incrementa, siendo más pronunciado a 70°C. Además, la humedad, especialmente al 90%, muestra una influencia significativa, con valores más altos de calor específico.

Tabla 11

Análisis de Varianza (ANOVA), para el calor específico.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valorp
Modelo	26	12.1228	0.46626	28.34	**
A	2	0.0225	0.01124	0.68	n.s
B	2	6.9041	3.45205	209.82	**
C	2	3.4508	1.72539	104.87	**
Interacciones de 2 términos	12	1.4458	0.12048	7.32	**
A*B	4	0.1214	0.03036	1.85	n.s
A*C	4	0.5318	0.13296	8.08	**
B*C	4	0.7925	0.19813	12.04	**
Interacciones de 3 términos	8	0.2996	0.03745	2.28	n.s
A*B*C	8	0.2996	0.03745	2.28	n.s
Error	27	0.4442	0.01645		
Total	53	12.5670			

C.V.=3.67

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA).

En la tabla 11 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95.0 % de nivel de confianza para la evaluación del calor específico, en donde se revela que, si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para los factores temperatura y humedad. Lo cual demuestra que existe evidencia para aceptar que los factores mencionados causan un efecto sobre el calor específico, así mismo, se observa una significancia < 0.05 para la combinación de variedad y temperatura, al igual que humedad y temperatura, por consiguiente, se acepta que dichos factores de manera individual o combinados causan



efecto sobre el calor específico. Se procede a realizar la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los experimentos.

En el Anexo 7 se observan las comparaciones para las variedades mediante comparaciones Duncan y, en cuanto a la humedad, hay diferencia significativa en cada una de las humedades a 50%, 70% y 90%, lo cual se debe a que el valor de significancia obtenida es menor a 0.05. Esto guarda relación, ya que los datos de la tabla 10 indica que los resultados varían según los estándares previos, demostrando que, a mayores niveles de temperatura y humedad, existe una mayor variación en el calor específico. Por ejemplo, a una humedad del 90%, se encuentran resultados positivos dentro de la variedad Ccompi, Yana Imilla y Chaska.

En el Anexo 7 (Tabla 33), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan para el parámetro humedad, al 5 % de nivel de significancia, 0.04442 error y 27 grados de libertad. Donde se aprecia que el factor humedad, si presenta diferencias significativas en el calor específico, dividiéndose en tres grupos de tratamiento con una formación casi análoga. Siendo la humedad de 90% tiene mayor efecto sobre el calor específico, seguido por 70 y 50 %.

En el Anexo 7 (Tabla 34), se muestra el análisis de comparación múltiple de Duncan, donde podemos observar que, si existe una diferencia significativa en cuanto al factor de la temperatura de sus medias agrupándola en dos grupos a 50°C y 30°C en un mismo bloque, diferenciada del bloque a temperatura de 70 °C. Esto se debe a que la temperatura 70°C es mayor el efecto en el calor específico. En particular, se destaca que a una temperatura de 70°C se experimenta un impacto más marcado en la producción del calor específico en la variedad Yana Imilla. Asimismo, se identifica que la humedad al 90% también ejerce un efecto más pronunciado en la generación de calor específico en



esta variedad. Estas conclusiones resaltan la importancia de considerar tanto la temperatura como la humedad al analizar el comportamiento del calor específico en la variedad Yana Imilla. Las interpretaciones proporcionadas acerca de la variedad Chaska revelan que su calor específico se ve significativamente influenciado por la temperatura y la humedad, tanto de forma independiente como en conjunto. Se destaca especialmente que, a una temperatura de 70°C, se observa un impacto más pronunciado en la producción de calor específico en la variedad Chaska. Asimismo, se evidencia que la humedad al 90% también ejerce un efecto más marcado en la generación de calor específico en esta variedad. Estas conclusiones subrayan la importancia de tener en cuenta tanto la temperatura como la humedad al analizar el comportamiento del calor específico en la variedad Chaska.

En el Anexo 7 se puede observar que existe diferencia significativa en la humedad a 50%, 70% y 90%, siendo que la humedad al 90% tiene un impacto más pronunciado en la producción del calor específico en la variedad Yana Imilla.

Al analizar los datos de capacidad calorífica y contrastarlos con los antecedentes mencionados, se observa una coherencia en los patrones y variaciones observadas. Usman et al. (2019) destacó un aumento en la capacidad calorífica con el contenido de humedad en la chufa. En nuestro estudio, encontramos resultados consistentes, donde se registró un aumento en la capacidad calorífica a medida que la humedad se incrementa, particularmente a una humedad del 90% en las tres variedades de papa. Esto está en línea con la idea de qué condiciones específicas, como temperaturas moderadas y niveles elevados de humedad, pueden contribuir a una mayor capacidad calorífica. Krishna et al. (2018) subrayó la influencia del estado del tubérculo en la capacidad calorífica. Aunque nuestro estudio no aborda directamente el estado de la papa, se observan variaciones



significativas en la capacidad calorífica entre diferentes variedades y condiciones de humedad y temperatura. Padilla y Marín (2022) indicaron que a mayores temperaturas se obtienen valores elevados en las propiedades termofísicas. En nuestra investigación, también notamos un aumento en la capacidad calorífica a temperaturas más elevadas a mayores niveles de humedad y temperaturas más elevadas, se tiende a observar un incremento en la capacidad calorífica, lo cual respalda la importancia de considerar estos factores en la evaluación de las propiedades termofísicas de la papa en distintos procesos tecnológicos.

En el ámbito del calor específico, tanto nuestra investigación como el estudio de Rodas (2019) resaltan que esta propiedad experimenta un aumento en respuesta al incremento de la temperatura y la humedad en variedades de papas. En nuestro caso, en la variedad Yana Imilla, las condiciones óptimas se alcanzaron a una temperatura de 70°C y un nivel de humedad del 90%, con valores específicos de calor específico. La consistencia de estos resultados se ve respaldada por las observaciones realizadas en harina de nuez africana por Ezeagba et al. (2019), quienes también identificaron un aumento significativo en el calor específico con el incremento del contenido de humedad. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para respaldar las conclusiones sobre la influencia de la temperatura y la humedad en las propiedades termofísicas de los materiales estudiados.



V. CONCLUSIONES

- La temperatura, humedad y variedad afecto sobre la conductividad térmica. con el valor más alto de conductividad térmica corresponde a la variedad Yana Imilla a 90% de humedad y 70°C, con una conductividad térmica de 0,5955 W/m°C. Y el valor más bajo se encuentra para el para la variedad Parko chasca a 50% de humedad y 30°C, con una conductividad térmica de 0,3041 W/m°C. Estos resultados resaltan la influencia significativa de la humedad y la temperatura respecto a la conductividad térmica de las diferentes variedades.
- La temperatura, humedad y variedad afecto sobre la difusividad térmicas, con el valor más alto de difusividad térmica corresponde a la variedad Yana Imilla a 90% de humedad y 70°C, con un valor de 1,5715E-07 m²/s. En contraste, el tratamiento con el valor más bajo se encuentra para la variedad mejorada Parko Chasca 50% de humedad y 30°C, con un valor de 1,0374E-07 m²/s. Estos resultados subrayan la influencia significativa de la humedad y la temperatura en la difusividad térmica en las diferentes variedades.
- La variedad de papa, humedad y temperatura afecto sobre el calor específico, con el valor más alto de calor específico corresponde a la variedad Yana Imilla a 90% de humedad y 70°C, con un valor de 4,5621 kJ/kg°C. En contraste, el tratamiento con el valor más bajo se encuentra en la variedad mejorada Parko Chasca a 50% de humedad y 30°C, con un valor de 2,8321 kJ/kg°C. Estos resultados subrayan la influencia significativa de la humedad y la temperatura en la difusividad térmica en las diferentes variedades.



VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener un conjunto de datos más completo, se recomienda ampliar el rango de temperaturas y niveles de humedad estudiados. Incluir extremos y variaciones intermedias permitirá identificar patrones más precisos y comprender mejor cómo estas variables afectan las propiedades térmicas de las papas en el contexto de la elaboración de la tunta.
- La replicación de experimentos y la validación de resultados son esenciales para garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos. Realizar múltiples repeticiones de las pruebas en condiciones controladas y comparar los resultados obtenidos en diferentes experimentos ayudará a confirmar la consistencia y robustez de las conclusiones.
- Además de la temperatura y la humedad, se sugiere considerar otras variables relevantes que puedan influir en las propiedades térmicas de las papas. Estos podrían incluir la variedad genética, el tamaño de las papas, el tiempo de almacenamiento, entre otros. Una evaluación integral de estas variables proporcionará una comprensión más completa y aplicable para la elaboración de la tunta.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, K., Qayyum, A., Mehmood, T., Khan, S., Liaquat, M., Sohail, A., y Ahmad, A. (2019). *Analysis of selective potato varieties and their functional assessment*. Food Science and Technology, 39(2), 308–314. <https://doi.org/10.1590/fst.26217>.
- Abdullah, B. (2022). *Thermal conductivity*. Heat Transfer Laboratory, 1-5. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23142.50243>.
- Ahmad, U., y Sharma, L. (2023). *A review of Best Management Practices for potato crop using Precision Agricultural Technologies*. Smart Agricultural Technology, (4), 100220. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100220>.
- Akhila, P., Sunooj, K., Aaliva, B., Navaf, M., Sudheesh, C., Yadav, D., George, J. (2022). *Morphological, physicochemical, functional, pasting, thermal properties and digestibility of hausa potato (Plectranthus rotundifolius) flour and starch*. Applied Food Research, 2(2), 100193.
- Alvarado et al., (2001). *Métodos para Medir las Propiedades Físicas en la Industria de los Afrento*; Eclitorial, Acribia, S.A.
- Animasau, I., Shah, N., Wakif, A., Mahanthesh, B., Sivarai, r., y Koriko, O. (2022). *Ratio of Momentum Diffusivity to Thermal Diffusivity: Introduction, Meta-analysis, and Scrutinization*. CRC Press. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=sNGAEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=thermal+diffusivity+pdf&ots=GuQFVNt2_t&sig=eX4twp71-bIp5_uV1wWMf.
- Andrieu, J; Gonnet, E; and Laurent, M. (1986). *Pulse method applied to foodstuffs: Thermal diffusivity determination*, En: Food Engineering and Process Applications, Vol. 1. Transport Phenomena, Le Maguer, M. and Jelen, P., Eds., Elsevier Applied Science, London.



- Arrázola, G., Alvis, A., & Páez, M. (2014). *Composición, análisis termofísico y sensorial de frutos colombianos*. Parte 2: Acerola (*Malpighia emarginata* L.). *Información tecnológica*, 25(3), 23-30.
- Arrázola, G., Páez, M., & Alvis, A. (2014). *Composición, Análisis termofísico y análisis sensorial de frutos colombianos: Parte 1: Almendro (Terminalia Catappa L.)*. *Información tecnológica*, 25(3), 17-22.
- A.O.A.C. (1995). ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, *Official Methods of Analysis*, Ed, Arlington, USA, 37: 2.
- Badry, F., y Ahmed, K. (2020). *A new model for the effective thermal conductivity of polycrystalline solids*. *AIP Advances*, 10(10).<https://doi.org/10.1063/5.0022375>.
- Ballón, P. S. (2016). *Determinación de las propiedades termofísicas de la pulpa de Macambo (theobroma bicolor) a diferentes temperaturas*.
- Bitra, V. S. P., Banu, S., Ramakrishna, P., Narender, G., & Womac, A. R. (2010). *Moisture dependent thermal properties of peanut pods, kernels, and shells*. *Biosystems engineering*, 106(4), 503-512.
- Biwer, M., y Melton, M. (2022). *Starch granule evidence for the presence of chuño at the Middle Horizon (A.D. 600–1000) site of Quilcapampa La Antigua, Peru*. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 45, 600-1000. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103604>.
- Black, J (2010). *Calor específico, calor latente, del vapor y la vaporización*. [En línea]: *ayura*.(<http://ayura.udea.edu.co/-fisica/MATEFISICA/EPISTEMOLOGICA/Archivos/CALORIMETRIA/CALOR%20ESP.LAT.VAPORIZ>, documento.
- Cahuana,R; Arcos, j.(2002). *Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno*. Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Illpa-Puno
- Caiza, K., y Acurio , L. (2020). *Efecto de la temperatura y del poder de calentamiento en las propiedades térmicas de melloco amarillo (Ullucus tuberosus), zanahoria blanca (Arrcacia xanthorrhiza), achira (Canna indica) y papa china (Colocasia esculenta)*. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30792>.



- Califano, A.N; Calvelo, A. 1991. Thermal conductivity of potato between 50°C and 100°C. *Journal of Food Science*, 56, 586–589.
- Campos, D., Aguilar, A., Garcia, D., Chirinos, R., Limaymanta, E., y Pedreschi, R. (2019). *Postharvest storage and cooking techniques affect the stability of glucosinolates and myrosinase activity of Andean mashua tubers (Tropaeolum tuberosum)*. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(7), 2387–2395. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14>
- Cariño-Sarabia, A; Vélez-Ruiz, J.F. 2013. *Evaluation of convective heat transfer coefficient between fluids and particles in suspension as food model systems for natural convection using two methodologies*. *Journal of Food Engineering*, 115, 173–181.
- Çengel, Y. 2007. *Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico*. McGraw-Hill Interamericana. México.
- CENDA. (2020). *El chuño, alimento de nuestros ancestros*. SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA.
- Conrado, K. M. (2018). *Determinación de propiedades térmicas de oca (Oxalis tuberosa), jícama (Smallanthus sonchifolius), mashua (Tropaeolum tuberosum) y camote (Ipomoea batatas)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29060>
- Corzo Carrillo, P. J. (1994). *Manejo integrado del cultivo de papa*. 4 p.,II. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/20505>
- Cho y Okos, M. (1986). *Effect of temperatura and composition onthe termal properties of foods*. *Food Engineering and Process Applications*. Elsevier Applied Science Publisher. London. 613p.
- Dickerson WR (1965). *An Aparatus for the Measurement of Thermal Diffusivity of foods*. *Food Technol.*;18(5):343–53.



- Egusquiza, R., & Catalan, W. (2011). *Guia técnica: Manejo integrado de papa*. Agrobanco, 1–47.
- Ezeagba, A., Oluka, I., y Ide, E. (2019). *Effect of Moisture Content and Drying Methods on the Thermal Properties of African Walnut Flour*. *The Pacific Journal of Science and Technology*, 20(2), 217–223.
<http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm>
- Farinu, A., & Baik, O.-D. (2007). *Thermal properties of sweet potato with its moisture content and temperature*. *International Journal of Food Properties*, 10, 703–719
- Fierro, D., y Salazar, D. (2023). Producción del chuno (chuño) a partir de la papa cultivada en la comunidad de Pucará y su vínculo con la gastronomía. *Espacio I+D. Innovación Más Desarrollo*, 12(33), 71-88.
<https://doi.org/10.31644/IMASD.33.2023.a04>
- Gao, H., Menzel, T., Muser, M., y Mukherji, D. (2021). *Comparing simulated specific heat of liquid polymers and oligomers to experiments*. *Physical Review Materials*, 5(6), 065605. <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.065605>
- Gijarro Vega, C. (2008). *Propuesta gastronómica mediante la utilización de las diez principales variedades de papa nativa que se cultivan en la provincia del Cotopaxi* (tesis de grado). Universidad tecnológica equinoccial, Quito.
- Golovin, D., Tyrin, A., Samodurov, A., y Golovin, Y. (2020). *Determination of Thermal Diffusivity by Nonstationary Spot Heating*. *Technical Physics Letters*, 46(1), 34-37. <https://doi.org/10.1134/S106378502001006X>
- Gómez, R., Roca, W., & Ordinola, M. (2008). *Papas Nativas: Catálogo de variedades y usos gastronómicos*. *Revista del Centro Internacional de la Papa.*, 2-46.
- Gratzek, J.P; Toledo, R.T. 1993. *Solid food thermal conductivity determination at high temperatures*. *Journal of Food Science*, 58, 908–913.
- Gupta TR. Thermal diffusivity measurements of wheat flour and wheat flour dough. *Food Process Eng.* 1996;19:343–52



- Huicho, W., y Suazo, A. (2021). *Valorización nutricional y funcional e innovación tecnológica en la elaboración de chuño y moraya*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Janick, J. (2001). New crops for the 21st century. *Crop science: Progress and prospects*. CABI Publ., New York, 307-327.
- Jara Acuña, R. (2012). Determinación de la conductividad térmica de la pulpa del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en función de la humedad y la temperatura.
- Jiménez, F. (2005). Características nutricionales de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación. *Red Peruana de Alimentación y Nutrición (r-PAN)*.
- Khalid, W., Zubair, M., Aziz, A., Tariq, A., Ikram, A., Rehan, M., Fatima, A. (2020). *Nutritional composition and health benefits of potato*. *Advans in Nutrition & Food Science*, 5, 7-16. <https://doi.org/10.21065/25631640.5.7>
- Khedari, J., Suttisonk, B., Pratinthong, N., & Hirunlabh, J. (2001). New lightweight composite construction materials with low thermal conductivity. *Cement and Concrete Composites*, 23(1), 65-70.
- Kibar, H., Sonmez, F., y Temel, S. (2021). *Effect of storage conditions on nutritional quality and color characteristics of quinoa varieties*. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101761. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101761>
- Krishna, P., Bhunia, K., Tang, J., Rasco, B. A., Takhar, P. S., & Sablani, S. S. (2018). *Thermal transition and thermo-physical properties of potato (*Solanum tuberosum* L.) var. Russet brown*. *Revista de Medición y Caracterización de Alimentos*, 12 SP-1572 EP-1580.
- Kostaropoulos, A. E., & Saravacos, G. D. (1997). Thermal diffusivity of granular and porous foods at low moisture content. *Journal of Food Engineering*, 33(1-2), 101-109.
- Loor Toledo, K. A. (2008). Efecto de varios ciclos de enfriamiento/calentamiento en el contenido de almidón resistente tipo III en almidones de achira (*Canna edulis* Ker) y papa (*solanum tuberosum*). Quito: USFQ, 2008.



- Leonel, M., Do Carmo, E., Fernandez, A., Soratto, R., Ebúrneo, J., García, E., y Dos Santos, T. (2017). *Chemical composition of potato tubers: the effect of cultivars and growth conditions*. Journal of Food Science and Technology, 54(8), 2372-2378. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2677-6>
- Leila, A., Jean-Yves, M., Sid-Ahmed, R., Thierry, M., Luc, G., Stephane, C., y Zoulikha, M. (2019). *Prediction of thermal conductivity and specific heat of native maize starch and comparison with hmt treated starch*. Journal of Renewable Materials, 7(6), 535–546. <https://doi.org/10.32604/jrm.2019.04361>
- López-Ramos, A., Palmisano, E., Dombey, A., Pimentel, J., Fayés, D., & González-Mendizábal, D. (1993). *Propiedades térmicas de frutos y vegetales tropicales*, 33. 271-283.
- Luis Maldonado, Miguel Ordinola, Kurt Manrique, Cristina Fonseca, Mario Sevilla, O. D. (2011). *Estudio de caso : Estudio de caso : Evaluación de impacto de la intervención del proyecto INCOPA / CAPAC en Andahuaylas*.
- MAFART, P., (1994) *Ingeniería Industrial Alimentaria*, Vol.1 Procesos Físicos de conservación, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Magee, T; Bransburg, T. 1995. *Measurement of thermal diffusivity of potato, malt bread and wheat flour*. Journal of Food Engineering, 25, 223-233.
- Mauro Rodas. (2019). *Determinación de las propiedades termofísicas (conductividad y difusividad térmica) en cinco variedades de papas nativas (Solanum)* Universidad Nacional José María Arguedas, 1–177.
https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/475/Adherly_Tesis_Bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAGRI. (2017). *Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana*.
- MINAGRI. (2018). *Sistemas de Información / Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, año 2016*. Retrieved February 25, 2018, from <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=sistemas-de-informacion> Mincetur. (2014). Series estadísticas de la región de Puno, año 2014



- Ministerio de Agricultura. 2015. *Dirección General de Competitividad Agraria. Cadena agroproductiva de la papa*, Lima: Centro de Documentación Agraria-CENDOC.
- Mohsenin, N. (1980). *Thermal Properties of Food and Agricultural materials*. USA: Gordon and Breach Science publishers. Normas técnicas peruanas (2010). *Papas y Derivados – papa definiciones y derivados*. (2da ed.). Perú: Indecopi. Lima.
- Mohamed, S. and Hussein, R. (1994). *Effect of low temperature blanching, cysteine-HCl, N-acetyl-L-cysteine, Na metabisulphite and drying temperatures on the firmness and nutrient content of dried carrots*. *Journal of Food Process Preservation*, 18: 343–348.
- Moraga, J. (2008). *Determinación del Calor Específico de Murta (Ugni molinae Turcz) y Arándano (Vaccinium corymbosum L.) en un Rango de Temperatura entre 20 °C y 80 °C por el Método de la Calorimetría Diferencial de Barrido*. Universidad Austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fam828d/doc/fam828d.pdf>
- Mu, T., y Singh, J. (2019). *Sweet Potato: Chemistry, Processing and Nutrition*. Academic Press.
- Mukama, M., Ambaw, A., y Opara, U. (2020). *Thermophysical properties of fruit—a review with reference to postharvest handling*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(5), 2917–2937. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00536-8>
- Muñoz, J. C. (2002). *Determinación de la difusividad térmica en pasta de murta (Ugni molinae Turcz) en función de la temperatura*. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia, Chile. Universidad Austral, Facultad
- Murakami, E.G. 1997. *The thermal properties of potatoes and carrots as affected by thermal processing*. *Journal of Food Process Engineering*, 20, 415–432
- Muzilla, M., Unklesbay, N., Unklesbay, K., y Helsel. (1990). *Effect of Moisture Content on Density, Heat Capacity and Conductivity of Restructured Pork/Soy Hull Mixtures*. 55, 1491-1493.



- Ortega, E., Gonzales, L., & Osorio, M. (2005). *La biodiversidad ancestral de las papas nativas: su contribución a la diversificación de productos para los pequeños productores alto andinos*. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela., 35-57.
- Padilla, G. A., & Marín, E. G. (2022). *Análisis fisicoquímico de néctares de tres frutales nativos de la Amazonía peruana para evaluar propiedades termo físicas que influyen en el tratamiento térmico*.
<https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8216>
- Palomino, F. L., Del, C. M. A. P., & Cabrera, H. H. A. (2009). *Caracterización Morfológica Y Agronómica De 61 Variedades Nativas De Papa*. Instituto Nacional De Innovación Agraria- Inia, 0(0), 7–338.
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/958/1/Palomino-Caracterización_morfologica_agronomica_61_variedades_nativas_papa.pdf
- Pavic, M., y Simic, S. (2022). *Kinetic description of polyatomic gases with temperature-dependent specific heats*. Physical Review Fluids, 7(8), 083401.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevFluids.7.083401>
- Peleg, M. (1983). *Physical Properties of Food*. AVI PubhisingCompany, INC. Westport, Connecticut.pp13 -16.
- Pérez Sueldo, D. B. (2014). *Simulación de la variación de temperatura interna por efecto de la temperatura de almacenamiento, variedad de papa y forma de almacenaje*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2654>
- Poulsen KP. *Thermal diffusivity of foods measured by simple equipment*. J Food Eng. 1982;1(2):115–22.
- Pradel, W., Gatto, M., Hareau, G., Pandey, S., y Bhardway, V. (2019). *Adoption of potato varieties and their role for climate change adaptation in India*. Climate Risk Management, 23, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.01.001>



- Ramos, D. (2014). *Determinación de las propiedades termales en tres variedades de papa nativa con cortes de tamaños diferentes*. Ciencia y Desarrollo, 18, 63-67. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/download/450/445/852>
- Rao, M.A; Barnard, J; Kenny, J. 1975. *Thermal conductivity and thermal diffusivity of process variety squash and white potatoes*. Transactions of the ASAE, 18, 1188–1192.
- Reategui, K., Aguirre, N., Oliva, R., & Aguirre, E. (2019). *Phenology and yield of four potato varieties in the Peruvian Altiplano*. Scientia Agropecuaria, 10(2), 265–274. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.12>
- Reddy, B., Mandal, R., Chakroborty, M., Hijam, L., y Dutta, P. (2018). *A Review on Potato (Solanum Tuberosum L.) and its Genetic Diversity*. International Journal of Genetics, 10(2), 360. <https://doi.org/10.9735/0975-2862.10.2.360-364>
- Reyes, M., Sánchez, I., y Espinoza, C. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Ministerio de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima: Instituto Nacional de Salud.
- Reyes, G; Gómez-Sánchez, P; Espinoza, B; Bravo, R; Ganoza, M. 2009. *Tablas peruanas de composición de alimentos*. 8 ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto nacional de salud.Lima-Perú.
- Reinoso, I., & Thiele, G. (2005). *Las papas nativas en el Ecuador: estudios cualitativos sobre oferta y demanda*. Revista del Centro Internacional de la Papa., 1-23
- Rice, P; Selman, J.D; Abdul-Rezzak, R.K. (1988). *Effect of temperature on thermal properties of 'record' potatoes*. International. Journal of Food Science and Technology, 23,281. Ingeniería industrial alimentaria Volumen I: Procesos físicos de conservación
- Rodas, M. (2019). *Determinación de las propiedades termofísicas (conductividad y difusividad térmica) en cinco variedades de papas nativas (solanum tuberosum)*. Universidad Nacional José María Aguedas. <https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/485>



- Rodríguez, V. A. (2020). *Efecto de la temperatura y del poder de calentamiento en las propiedades térmicas de oca (Oxalis tuberosa), jícama (Smallanthus sonchifolius), mashua (tropaecolum tuberosum) y camote (Ipomea batatas)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos.
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30801>
- Sahin, S. y Sumnu, S. (2011). *Propiedades físicas de los alimentos*. España: Acribia.
- Sahin S. y Servet G. (2009). *Propiedades físicas de los alimentos*. España: Acribia.
- Sahin, S., & Sumnu, S. G. (2006). *Physical properties of foods*: Springer Science & Business Media.
- Sánchez Moreno, A. E. (2018). Efecto de la adición de harina de melloco (Ullucus Tuberosus) variedad amarilla (INIAP-Quillu) en las propiedades físicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Sampaio, S., Petropoulos, S., Alexopoulos, A., Heleno, S., Santos, C., Barros, L., y Ferreira, I. (2020). *Potato peels as sources of functional compounds for the food industry*. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 118–129.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.015>
- Scheldeman, X., Libreros, D., & Jiménez, D. (2001). Desarrollo de especies silvestres nativas en cultivos de exportación. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Regional Office for the Americas.
- Singh, R. P., & Heldman, D. (2009). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*: Editorial Acribia.
- Songor Loza, M. J., & Tenesaca Vergara, A. d. C. (2019). Extracción y uso de almidón de papa china (Colocasia Esculenta) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados.
- Sweat, V. E., A. Rao, and S. S. H. Rizvi (1995). *Thermal Properties of Foods*. Second Edition. New York, Marcel Dekker, Inc, pp. 99-138,.



- Sweat, V. E. (1986). *Thermal properties of foods*. Engineering properties of foods, 49.
- Telis-Romero, J., Telis, V. R. N., Gabas, A. L., & Yamashita, F. (1998).
Thermophysical properties of Brazilian orange juice as affected by temperature and water content. Journal of Food Engineering, 38(1), 27-40. Theivasigamani, P., Saiyyeda, F., Einsten, M., Kuppan, L., y Maduraimuthu, D. (2022). Effects of High Temperature on Crops. In *Advances in Plant Defense Mechanisms*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105945>.
- Tung, M.A; Morello. G.F; Ramaswamy, H.S. 1989. *Food properties. Heat transfer and sterilization considerations in retofl processes*. En: Food Properties and Compuier-Aided Engineering of Food Processing System. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. NLD 49- 71.
- Usman, D. D., Adanu, E. O., Jahun, B. G., & Ibrahim, K. (2019). *Effect of Moisture Content Variation on Thermo-Physical Properties of Brown Variety Tigenut (Cyperus esculentus)*. Arid zone journal of engineering, technology and environment, 15(3), Article 3.
- Wang, N; Brennan, J. (1995). *A Mathematical Model of Simultaneous Heat and Moisture Transfer during Drying of Potato*. Journal of Food Engineering, 24: 47-
- Wang, Z; Wu, H; Zhao, G; Liao, X; Chen, F; Wu, J; Hu, X. (2002). *One-dimensional finite difference modeling on temperature history and freezing time of individual food*, Journal of Food Engineering, 79: 502-510.
- Xu, F., Liu, W., Zhang, L., Liu, Q., Wang, F., Zhang, H., y Blecker, C. (2022). *Thermal, structural, rheological and morphological properties of potato starch-gluten model dough systems: Effect of degree of starch pre-gelatinization*. Food Chemistry, 396, 133628. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133628>
- Zaheer, K., y Akhtar, M. (2016). *Potato Production, Usage, and Nutrition—A Review Critical Reviews*. Food Science and Nutrition, 56(5), 711-721.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>



- Zegarra Quevedo, G. M. (2014). *Propiedades térmicas de los alimentos balance de Masa y otras variables en la industria frutícola factores que influyen en la evaluación sensorial de los alimentos.*
- Zhou, W., Cheng, Y., Chen, K., Xie, G., Wang, T., y Zhang, G. (2020). *Thermal Conductivity of Amorphous Materials.* Advanced Functional Materials, 30(8). <https://doi.org/10.1002/adfm.201903829>
- Zhou, L., Mu, T., Ma, M., Zhang, R., Sun, Q., y Xu, Y. (2019). *Nutritional evaluation of different cultivars of potatoes (Solanum tuberosum L.) from China by grey relational analysis (GRA) and its application in potato steamed bread making.* Journal of Integrative Agriculture, 18(1), 231-245. [https://doi.org/10.1016/S095-3119\(18\)62137-9](https://doi.org/10.1016/S095-3119(18)62137-9).

ANEXOS

ANEXO 1: Acondicionamiento de las muestras

Tabla 12

Acondicionamiento de la papa con reducción e incremento de humedad.

Muestra	Humedad inicial	Acondicionamiento
CCOMPIS	78.2	50,70 y 90
YANA IMILLA	83.6	50,70 y 90
PARKO CHASKA	77.8	50,70 y 90

Nota: Resultados de humedad de las muestras.

ANEXO 2: Resultados obtenidos de la conductividad térmica

Tabla 13

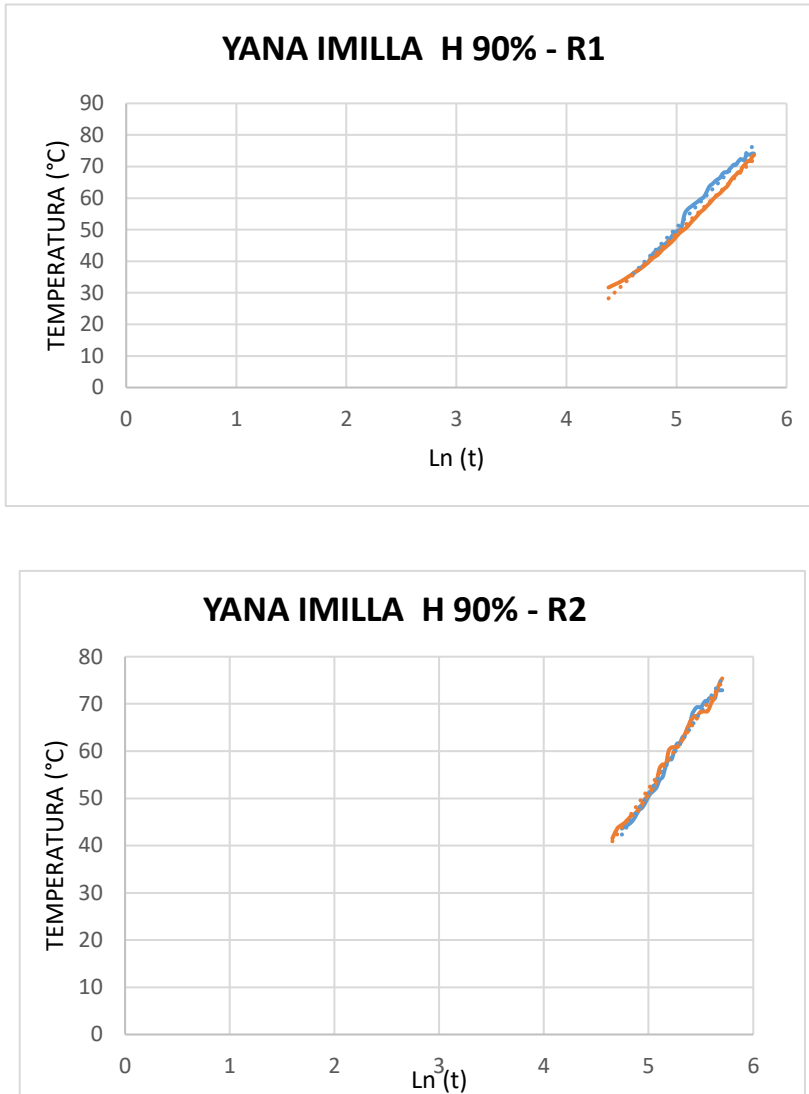
Resultados obtenidos del parámetro de conductividad térmica

Variedad	Repeticiones	Temperatura	Humedad	Humedad	Humedad
			50	70	90
Ccompis	1	30	0.3125	0.4252	0.5156
		50	0.3246	0.4623	0.5373
		70	0.3652	0.5319	0.5826
	2	30	0.3164	0.4262	0.5158
		50	0.3286	0.4559	0.5384
		70	0.3682	0.5232	0.5842
Yana imilla	1	30	0.4325	0.4852	0.5398
		50	0.4630	0.5242	0.5629
		70	0.4862	0.5724	0.5952
	2	30	0.4315	0.4738	0.5401
		50	0.4634	0.4860	0.5634
		70	0.4886	0.5280	0.5958
Parko chasca	1	30	0.3039	0.4168	0.5124
		50	0.3225	0.4726	0.5324
		70	0.3642	0.5382	0.5724
	2	30	0.3042	0.4158	0.5086
		50	0.3210	0.4686	0.5320
		70	0.3620	0.5364	0.5720

Nota: Resultados de las muestras para conductivas térmica.

Figura 8

Logaritmo natural del tiempo respecto a la temperatura



Nota: Figura de ln del tiempo respecto a la temperatura.

Tabla 14

Datos obtenidos de la conductividad térmica de la variedad Yana imilla y ccompis

HUMEDAD	variedad	T °C	Q	4π	k(w/m ² * °C)
90	Yana	30	89.69204	12.566064	0.5398
	Imilla	30	89.69204	12.566064	0.5401
90	Ccompis	70	89.69204	12.566064	0.5826
		70	89.69204	12.566064	0.5842

Tiempo (s)	ln(t)	Yana imilla		Ccompis	
		T R1	TR2	13.2	TR2
5	1.60943791	13.5	13.4	18.9	13.5
10	2.30258509	17.2	14.2	19.6	16.4
15	2.7080502	17.8	14.2	20.4	17.4
20	2.99573227	18.7	15.6	22.1	18
25	3.21887582	19.7	16.8	23.9	19
30	3.40119738	21.1	18.4	25.1	20.3
35	3.55534806	22.8	20.4	26.2	21.6
40	3.68887945	25.1	22.4	28.4	23.2
45	3.80666249	27.4	24.7	29.8	24.7
50	3.91202301	30.1	27.1	30.6	26.4
55	4.00733319	33.3	29.4	32.3	28.1
60	4.09434456	36.3	31.9	33.2	29.5
65	4.17438727	38.7	34.6	34.4	30.8
70	4.24849524	40.9	36.9	35.7	32.4
75	4.31748811	43.2	39.2	36.3	34
80	4.38202663	45.4	41.1	38.3	35.4
85	4.44265126	48.3	43	39.8	36.9
90	4.49980967	50.7	44.7	41.7	38.4
95	4.55387689	52.9	46.4	42.4	39.8
100	4.60517019	54.7	48.3	46.6	41.2
105	4.65396035	56.3	49.8	47.3	42.8
110	4.70048037	57.8	51.5	48.1	44.4
115	4.74493213	59.1	53.1	49.4	45.7
120	4.78749174	60.7	54.4	49.5	47
125	4.82831374	62.2	55.7	50.3	48.1
130	4.86753445	63.7	56.9	50.3	49.5
135	4.90527478	65.4	58.1	13.2	50.4



a 15

Registro de tiempo - temperatura de la papa Yana Imilla, Ccompis y Parko Chasca

CONDUCTIVIDAD TERMICA R1																		
TIEMPO	LN (t)	P CHASKA		CCOMPI		YANA IMILLA		CHAS		CC		YANA IMILLA		P CHASKA		CCOMPI		CC
		11.5	14.6	13.7	22.6	13.7	15.1	13.5	14.9	14.1	14.7	13	14.7	11.5	13.6	13.3	14.4	13.3
	1.60944	13.5	14.5	15.4	23.8	12.3	15.1	14.9	14.9	12.7	14.7	15.7	14.7	13.4	13.6	15.2	14.4	17.1
	2.30259	16.6	14.5	16.4	19.4	15.6	15.1	16.7	14.9	14.9	14.7	16.9	14.7	14.5	13.6	15.2	14.4	17.1
	2.70805	16.6	14.5	17.1	17.9	15.6	15.1	17.6	14.9	16.1	14.7	16.9	14.7	15.1	13.6	15.2	14.4	18.1
	2.99573	17.9	14.4	17.1	16.8	15.6	15.1	19	14.9	17.9	14.7	16.9	14.7	15.3	13.6	15.2	14.4	19.1
	3.21888	18.7	14.4	17.1	16.2	15.6	15.1	20.8	14.9	19.3	14.7	17.5	14.7	16.8	13.6	16.3	14.4	19.1
	3.40120	19.2	14.4	17.1	16.2	15.6	15.1	22.8	14.9	20.2	14.7	17.5	14.7	18.1	13.6	16.3	14.4	20.1
	3.55535	20.2	14.4	17.1	15.4	16.1	15.1	24.9	14.9	20.8	14.7	18.3	14.7	20.1	13.6	17.4	14.4	21.1
	3.68888	20.9	14.4	17.8	15.4	16.1	15.1	26.9	14.9	20.8	14.6	19.4	14.7	22.2	13.6	18.2	14.4	21.1
	3.80666	21.9	14.4	17.8	15.4	16.1	15.1	28.7	14.9	21.6	14.6	20.8	14.7	24.3	13.6	19.4	14.4	22.1
	3.91202	22.7	14.4	18.6	15.4	16.1	15.1	30.5	14.9	23.3	14.6	22.6	14.7	26.5	13.6	21.1	14.4	23.1
	4.00733	23.4	14.4	18.6	15.4	16.1	15.1	32.3	14.9	26.4	14.6	24.8	14.7	26.7	13.6	22.9	14.4	24.1
	4.09434	24.2	14.4	19.3	15.3	16.1	15.1	33.9	14.9	31.3	14.6	26.9	14.7	26.9	13.6	24.6	14.4	25.1
	4.17439	25.1	14.4	19.3	15.3	16.1	15.1	35.3	14.9	34.9	14.6	28.9	14.7	29.4	13.6	26.2	14.4	26.1
	4.24850	25.8	14.4	19.9	15.3	16.8	15.1	36.6	14.9	37.6	14.4	30.7	14.7	31.4	13.6	27.8	14.4	27.1
	4.38203	26.4	14.4	21.1	14.7	16.8	15.1	38.9	14.9	40.4	14.4	33.7	14.7	37.1	13.6	31.3	14.4	29.1
	4.44265	27.5	14.4	21.9	14.7	16.8	15	39.9	14.9	40.4	14.4	35.1	14.7	37.7	13.6	33.4	14.4	29.1
	4.49981	28.2	14.4	22.6	14.7	17.4	15	41	14.9	40.4	14.4	36.4	14.7	39	13.6	34.7	14.4	29.1
	4.55388	29	14.4	23.1	14.7	17.4	14.9	42.1	14.9	40.4	14.4	37.3	14.7	40.6	13.6	35.6	14.4	31.1
	4.60517	29.9	14.4	23.9	14.7	17.9	14.9	43.3	14.9	40.4	14.4	38.1	14.7	42.2	13.6	36.9	14.4	33.1
	4.65396	30.6	14.3	23.9	14.7	17.9	14.9	44.4	14.9	40.4	14.4	38.7	14.7	44.1	13.5	37.7	14.4	34.1
	4.70048	30.6	14.3	25.2	14.7	18	14.9	45.9	14.9	40.4	14.4	39.4	14.7	46.3	13.5	38.8	14.4	35.1
	4.74493	31.9	14.3	25.9	14.7	18.8	15.5	47.4	14.9	41.5	14.3	40.1	14.7	48.1	13.5	40.1	14.4	36.1

Registro de tiempo temperatura de las diferentes variedades.

ANEXO 3: Resultados obtenidos de difusividad térmica

Tabla 16

Resultados de la difusividad térmica

Variedad	Repeticiones	Temperatura	Humedad		
			50	70	90
COMPI	1	30	1.0827E-07	1.1916E-07	1.2888E-07
		50	1.1912E-07	1.3297E-07	1.3275E-07
		70	1.1933E-07	1.3936E-07	1.4112E-07
	2	30	1.0635E-07	1.2166E-07	1.2916E-07
		50	1.1839E-07	1.3356E-07	1.3450E-07
		70	1.2070E-07	1.3885E-07	1.4681E-07
YANA IMILLA	1	30	1.0516E-07	1.3143E-07	1.3591E-07
		50	1.1162E-07	1.3948E-07	1.4828E-07
		70	1.1672E-07	1.4903E-07	1.5697E-07
	2	30	1.0471E-07	1.2998E-07	1.3669E-07
		50	1.1061E-07	1.4219E-07	1.4522E-07
		70	1.1833E-07	1.5037E-07	1.5732E-07
CHASKA	1	30	1.0373E-07	1.1709E-07	1.2812E-07
		50	1.1719E-07	1.3529E-07	1.4129E-07
		70	1.2771E-07	1.4708E-07	1.5051E-07
	2	30	1.0375E-07	1.1995E-07	1.2642E-07
		50	1.1870E-07	1.3405E-07	1.4033E-07
		70	1.2411E-07	1.4832E-07	1.5348E-07

Nota: Se observa los resultados de la difusión térmica

Tabla 17

Datos obtenidos o de la difusividad térmica en la primera repetición de la papa en función de la humedad y temperatura (50 °C)

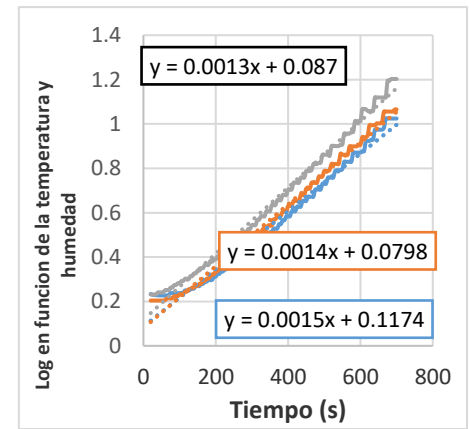
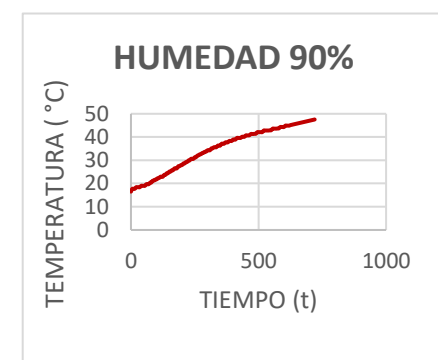
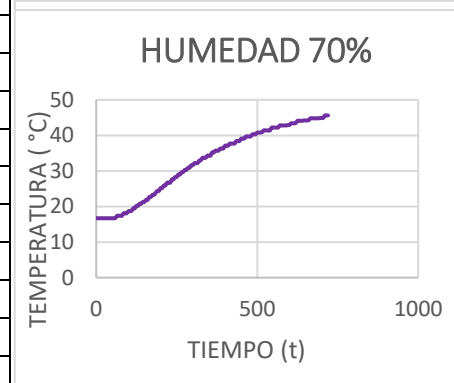
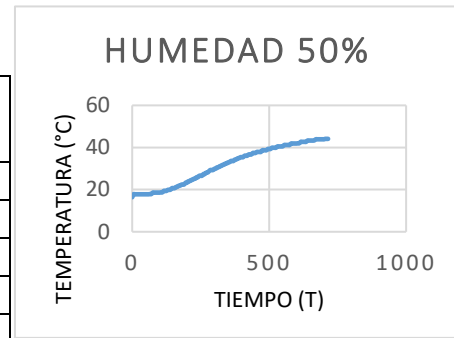
YANA IMILLA TEM 50 °C											
HUMEDAD 50						HUMEDAD 70			HUMEDAD 90		
Tiempo (t)	T° producto	T°C medio	$\text{Log} (1.6 \times (T_m - T_0)) / (T_m - T)$	T° C producto	T°C del medio	$\text{Log} (1.6 \times (T_m - T_0)) / (T_m - T)$	T° C producto	T°C del Medio	$\text{Log} (1.6 \times (T_m - T_0)) / (T_m - T)$	T° C producto	T°C del Medio
0	16.4	40.9	0.204119983	16.7	45.8	0.20411998	16.5	44.9	0.202588078	16.5	44.9
5	17.8	27.4	0.263241435	16.7	45.9	0.20411998	17.7	45.6	0.220913777	17.7	45.6
10	17.8	29.1	0.25484526	16.7	46.4	0.20411998	17.7	45.6	0.220913777	17.7	45.6
15	17.8	34.8	0.238488884	16.7	46.4	0.20411998	17.7	45.6	0.220913777	17.7	45.6
20	17.8	37.8	0.23350376	16.7	46.9	0.20411998	18.4	46.1	0.231462230	18.4	46.1
25	17.8	40.3	0.230335365	16.7	46.9	0.20411998	18.4	46.1	0.231462230	18.4	46.1
30	17.8	41.3	0.229251467	16.7	46.9	0.20411998	18.4	46.1	0.231462230	18.4	46.1
35	17.8	42.4	0.228158224	16.7	47.5	0.20411998	18.4	46.1	0.231462230	18.4	46.1
40	17.8	43	0.227601079	16.7	47.5	0.20411998	19	46.1	0.240972708	19	46.1
45	17.8	43.5	0.22715615	16.7	47.6	0.20411998	19	46.3	0.240713785	19	46.3
50	17.8	43.5	0.22715615	16.7	47.6	0.20411998	19	46.3	0.240713785	19	46.3
55	17.8	44.2	0.226560852	16.7	47.7	0.20411998	19	46.8	0.240082130	19	46.8
60	17.8	44.2	0.226560852	16.8	47.7	0.20552320	19.7	46.8	0.251157635	19.7	46.8
65	17.9	44.9	0.227601079	17.4	48.2	0.21387982	19.7	46.8	0.251157635	19.7	46.8
70	17.9	44.9	0.227601079	17.4	48.2	0.21387982	19.7	46.8	0.251157635	19.7	46.8
75	18.6	45.6	0.23813907	17.4	48.2	0.21387982	20.4	46.8	0.262522999	20.4	46.8
80	18.6	45.6	0.23813907	17.4	48.2	0.21387982	20.4	46.9	0.262316737	20.4	46.9
85	18.6	46.2	0.237427165	18.1	48.2	0.22386404	21.2	47.6	0.273877750	21.2	47.6
90	18.6	46.2	0.237427165	18.1	48.3	0.22380012	21.2	47.6	0.273877750	21.2	47.6

95	18.6	46.2	0.237427165	18.1	48.4	0.22373662	21.7	47.6	0.282181912
100	18.6	46.2	0.237427165	18.7	48.4	0.232422280	21.7	47.6	0.282181912
105	18.7	46.3	0.238882089	18.7	48.4	0.232422280	22.3	47.6	0.292361155
110	18.7	46.3	0.238882089	18.8	48.4	0.23388753	22.3	47.7	0.292046655
115	19.4	46.3	0.250038891	19.5	48.5	0.24414910	22.9	47.7	0.302428691
120	19.4	47.1	0.248778589	19.5	48.5	0.24414910	22.9	47.7	0.302428691
125	19.4	47.1	0.248778589	20.2	49.1	0.25376715	22.9	48.3	0.300345528
130	19.9	47.1	0.256689454	20.2	49.1	0.25376715	23.7	48.3	0.314244138
135	19.9	47.1	0.256689454	20.8	49.1	0.26287856	23.7	48.3	0.314244138
155	20.7	47.2	0.269424825	21.9	49.1	0.28009609	25.1	48.4	0.339191182
590	41.9	48.9	0.870905304	42.8	49.4	0.89912380	44.3	49.2	1.027141503
595	41.9	48.9	0.870905304	42.9	49.4	0.90575438	44.3	49.2	1.027141503
635	42.7	48.8	0.929335158	44.1	49.4	0.99439187	45.4	49.3	1.124826512
640	43.3	48.8	0.974302303	44.1	49.4	0.99439187	45.5	49.3	1.139122977
645	43.3	48.8	0.974302303	44.2	49.4	1.00266439	45.6	49.3	1.153906130
650	43.3	48.8	0.974302303	44.2	49.4	1.00266439	45.8	49.3	1.169210282
655	43.3	48.8	0.974302303	44.2	49.4	1.00266439	45.9	49.3	1.185073498
660	43.3	48.8	0.974302303	44.3	49.4	1.01109756	46.0	49.3	1.201538180
665	43.4	48.8	0.982271233	44.8	49.4	1.05590990	46.1	49.3	1.218651740
670	43.9	48.8	1.024468913	44.8	49.4	1.05590990	46.3	49.3	1.236467430
675	43.9	48.8	1.024468913	44.8	49.4	1.05590990	46.4	49.3	1.255045337
680	43.9	48.8	1.024468913	44.8	49.4	1.05590990	46.5	49.3	1.274453608
685	43.9	48.8	1.024468913	44.8	49.4	1.05590990	46.6	49.3	1.294769958
690	43.9	48.8	1.024468913	44.8	49.4	1.05590990	46.8	49.3	1.316083552
695	43.9	48.8	1.024468913	44.9	49.4	1.06545522	46.9	49.3	1.338497366
710	44.1	48.8	1.042567135	45.6	49.4	1.13888414	47.3	49.3	1.413646696
715	44.1	48.8	1.042567135	45.6	49.4	1.13888414	47.4	49.3	1.441893349
720	44.1	48.8	1.042567135	45.6	49.4	1.13888414	47.5	49.3	1.472105768

Tabla 18

Datos obtenidos de la difusividad térmica de la variedad Yana imilla en función de la humedad y temperatura.

TIEMPO (t)	Humedad 50	Humedad 70	Humedad 90
0	0.20411998	0.20411998	0.20258808
5	0.26324143	0.20411998	0.22091378
10	0.25484526	0.20411998	0.22091378
15	0.23848888	0.20411998	0.22091378
20	0.23350376	0.20411998	0.23146223
25	0.23033537	0.20411998	0.23146223
30	0.22925147	0.20411998	0.23146223
35	0.22815822	0.20411998	0.23146223
40	0.22760108	0.20411998	0.24097271
45	0.22715615	0.20411998	0.24071378
50	0.22715615	0.20411998	0.24071378
55	0.22656085	0.20411998	0.24008213
60	0.22656085	0.2055232	0.25115763
65	0.22760108	0.21387982	0.25115763
70	0.22760108	0.21387982	0.25115763
75	0.23813907	0.21387982	0.262523
80	0.23813907	0.21387982	0.26231674
85	0.23742716	0.22386404	0.27387775
90	0.23742716	0.22380012	0.27387775
95	0.23742716	0.22373662	0.28218191
100	0.23742716	0.2324228	0.28218191
105	0.23888209	0.2324228	0.29236116
110	0.23888209	0.23388753	0.29204666
115	0.25003889	0.2441491	0.30242869
120	0.24877859	0.2441491	0.30242869
660	0.9743023	1.01109756	1.11948278
665	0.98227123	1.0559099	1.11948278
670	1.02446891	1.0559099	1.11948278
675	1.02446891	1.0559099	1.19466726
680	1.02446891	1.0559099	1.19466726
685	1.02446891	1.0559099	1.20280194
690	1.02446891	1.0559099	1.20280194
695	1.02446891	1.06545522	1.20280194
700	1.02446891	1.06545522	1.20280194
705	1.04256713	1.06545522	1.20280194
710	1.04256713	1.13888414	1.20280194



Nota: Resultados de yana imilla para difusividad térmica.



ANEXO 4: Determinación Del Calor Especifico

Tabla 19

Datos de las muestras de calor especifico

VARIEDAD	REPETICIONES	TEMPERATURA	Humedad	Humedad	Humedad
			50%	70%	90%
CCOMPIS	1	30	3.0288	3.6668	3.7746
		50	3.0259	3.5198	3.8853
		70	3.2492	3.6385	4.4670
	2	30	3.1015	3.2602	3.5483
		50	3.2510	3.5380	3.6286
		70	3.1282	3.5876	4.0635
YANA IMILLA	1	30	2.8825	3.0990	3.3011
		50	3.0050	3.3893	4.2668
		70	3.0178	3.8927	4.4475
	2	30	2.8800	3.0761	3.3000
		50	2.9606	3.2745	4.0226
		70	3.1200	3.8741	4.6767
PARKO CHASCA	1	30	2.8760	3.1849	3.4531
		50	3.1290	3.3317	3.9799
		70	3.1981	4.0603	4.4813
	2	30	2.7881	3.0468	3.4590
		50	3.0173	3.2629	3.5936
		70	3.3898	4.0335	4.4637

Nota: Resultados de las muestras para conductivas térmica.

calor especifico			
calor especifico del calorimetro			
Hf	?		
Mcv	400	g	
Mhw	89.72	g	
Cw	1	cal	
Tcw	9.2	°c	
Thw	50	°c	
Te	30	°c	

$$Hf = \frac{Mcv \cdot Cw \cdot (Te - Tcw) - Mhw \cdot Cw \cdot (Thw - Te)}{(Thw - Te)}$$



calor especifico del envase			
Hc	?		
Tc	50	°c	
Mcv	400	g	
Mhw	42.5	g	
Cw	1	cal	
Tcw	10.4	°c	
Thw	50	°c	
Te	12.1	°c	

$$hc = \frac{(Hf + Mcw * Cw) * (Te - Tcw)}{(Tc - Te)}$$

Tabla 20

Datos del calor especifico de las muestras a analizar

calor especifico CCOMPI TEM 50 rep 1					
Humeda	%	simbolo	50	70	90
T inicial	°C	Tm	50	50	50
Masa de la muestra + capsula	g	Mm	70.431	86.49	91.81
Masa de capsula 0	g	?	0	0	0
Cp del agua fria	cal/g°C	Cw	1	1	1
T del agua fria	°C	Tcw	11.2	11.3	11.3
Masa del agua fría	g	Mcw	400	400	400
Temperatura de equilibrio	°C	Te	15.2	16.2	16.7
Calor especifico del envase	cal/g°C	Hf	326.28	326.28	326.28
Calor especifico de la capsula	cal/g°C	Hc	32.57720317	32.57720317	32.57720317
Calor especifico del producto	cal/g°C	Cp	0.722739371	0.840697297	0.92798096
		CP (kJ/kg°C)	3.025965196	3.519831445	3.885270685

Nota: Resultado del calor especifico de las muestras a analizar

Tabla 21

Datos del calor especifico de las muestras a analizar

calor especifico CCOMPI TEM 50 REP 2					
Humeda	%	simbolo	50	70	90
T inicial	°C	Tm	50	50	50
Masa de la muestra + capsula	g	Mm	71.255	85.676	92.88
Masa de capsula 0	g	?	0	0	0
Cp del agua fria	cal/g°C	Cw	1	1	1
T del agua fria	°C	Tcw	11.1	11.2	11.4
Masa del agua fría	g	Mcw	400	400	400
Temperatura de equilibrio	°C	Te	15.3	16.1	16.6
Calor especifico del envase	cal/g°C	Hf	326.28	326.28	326.28
Calor especifico de la capsula	cal/g°C	Hc	32.57720317	32.57720317	32.57720317
Calor especifico del producto	cal/g°C	Cp	0.776505314	0.845059549	0.866670217
		CP (kJ/kg°C)	3.25107245	3.538095319	3.628574865

Nota: Resultado del calor especifico al analizar las muestras.

ANEXO 5: Resultados de análisis de comparación Duncan para conductividad térmica.

Tabla 22.

Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según variedad.

A	N	Media	
yana imilla	18	0.5129	A
ccompis	18	0.4496	A
parko chasca	18	0.4487	A

Tabla 23

Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según humedad.

B	N	Media	
90	18	0.55005	A
70	18	0.4857	B
50	18	0.3755	C

Tabla 24

Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según temperatura.

C	N	Media	
70	18	0.5093	A
50	18	0.4644	A B
30	18	0.4376	B

Tabla 25

Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según variedad y humedad

A	B	N	Media				
Ccompis	50	6	0.33	A			
Parko Chaska	50	6	0.33	A			
Y. Imilla	50	6	0.46		B		
Ccompis	70	6	0.47		B	C	
Parko Chaska	70	6	0.47		B	C	
Y. Imilla	70	6	0.51			C	D
Ccompis	90	6	0.54				D E
Parko Chaska	90	6	0.55				D E
Y. Imilla	90	6	0.57				E

Tabla 26.

Análisis de comparación Duncan para la variación de la conductividad, según su humedad y temperatura.

B	C	N	Media						
50	30	6	0.41	A					
50	50	6	0.42	A	B				
50	70	6	0.44		B	C			
70	30	6	0.44			C	D		
70	50	6	0.48				D	E	
90	30	6	0.49					E	F
70	70	6	0.49						F G
90	50	6	0.51						F G
90	70	6	0.54						G

ANEXO 6: Resultados de análisis de comparación Duncan para difusividad térmica.

Tabla 27.

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según variedad.

A	N	Media
---	---	-------



YANA IMILLA	18	1.3278	A
PARKO CHASKA	18	1.2984	A
CCOMPIS	18	1.2727	A

Tabla 28

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según humedad.

B	N	Media	
90	18	1.4076	A
70	18	1.3499	A
50	18	1.1414	B

Tabla 29

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad, según temperatura

C	N	Media	
70	18	1.3923	A
50	18	1.3086	A
30	18	1.1980	B

Tabla 30

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según variedad y humedad.

A	B	N	Media		
Y. Imilla	50	6	1.11	A	
Ccompis	50	6	1.15	A	
Parko Chaska	50	6	1.16	A	B
Ccompis	70	6	1.31		B
Parko Chaska	70	6	1.34		B C
Ccompis	90	6	1.36		B C
Parko Chaska	90	6	1.40		B C
Y. Imilla	70	6	1.40		B C
Y. Imilla	90	6	1.47		C

Tabla 31

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según variedad y temperatura.

A	B	N	Media			
Parko Chaska	30	6	1.17	A		
Ccompis	30	6	1.19	A		
Y. Imilla	30	6	1.24	A	B	
Ccompis	50	6	1.29	A	B	
Parko Chaska	50	6	1.31	A	B	C
Y. Imilla	50	6	1.33	A	B	C
Parko Chaska	70	6	1.34		B	C
Ccompis	70	6	1.41			C
Parko Chaska	70	6	1.42			C

Tabla 32

Análisis de comparación Duncan para la variación de la difusividad térmica, según humedad y temperatura.

B	C	N	Media				
50	30	6	0.07	A			
50	50	6	0.07	A	B		
50	70	6	0.07		B	C	
70	30	6	0.07		B	C	
70	50	6	0.07			C	D
90	30	6	0.07				D
70	70	6	0.07				E
90	50	6	0.07				E
90	70	6	0.07				G

ANEXO 7: Resultados de análisis de comparación Duncan para calor específico.

Tabla 33

Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según humedad

B	N	Media
----------	----------	--------------



90	18	3.934	A		
70	18	3.4854		B	
50	18	3.0583			C

Tabla 34

Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según temperatura.

C	N	Media			
70	18	3.822	A		
50	18	3.4490			B
30	18	3.2070			B

Tabla 35

Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según variedad y temperatura.

A	C	N	Media			
Y. Imilla	30	6	3.09	A		
Parko Chasca	30	6	3.13	A		
Parko Chasca	30	6	3.39	A	B	
Ccompis	50	6	3.40	A	B	
Ccompis	50	6	3.47	A	B	C
Y. Imilla	50	6	3.49	A	B	C
Ccompis	70	6	3.69		B	C
Y. Imilla	70	6	3.84			C
Parko Chaska	70	6	3.94			C

Tabla 36

Análisis de comparación Duncan para la variación del calor específico, según humedad y temperatura.

B	C	N	Media			
50	30	6	2.93	A		
50	50	6	3.06	A	B	
50	70	6	3.18		B	C
70	30	6	3.22		B	C

70	50	6	3.39	C	D
90	30	6	3.47		D
70	70	6	3.85		E
90	50	6	3.90		E
90	70	6	4.43		F

ANEXO 8: Sistema para la determinación de difusividad térmica



ANEXO 9: Sistema para la determinación de capacidad calórica






ANEXO 10: Sistema para la determinación de la conductividad térmica





ANEXO 11: Declaración jurada de autenticidad de tesis.

	Universidad Nacional del Altiplano Puno		Vicerrectorado de Investigación		Repositorio Institucional
---	--	---	------------------------------------	---	------------------------------

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo BETTY ACERO CHOQUE,
identificado con DNI 73483431 en mi condición de egresado de:
 Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“ DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES TÉCNICAS EN TRES VARIETADES DE
PAPA (Solanum Tuberosum) EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD Y TEMPERATURA
PARA USO POTENCIAL EN LA ELABORACIÓN DE LA TUNTA ”

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.


Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de Julio del 20




FIRMA (obligatoria)



Huella




ANEXO 12: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



VRI
Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo BETLY ACERO CHOQUE,
identificado con DNI 73483431 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES TECNICA EN TRES VARIABLES DE PAPA (solanum tuberosum) EN FUNCION DE LA HUMEDAD Y TEMPERATURA PARA USO POTENCIAL EN LA ELABORACION DE LA TUNTA ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:


Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de Julio del 20__



FIRMA (obligatoria)



Huella