

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE DOS VARIEDADES DE
FRUTILLA**

POR:

DOLFIO ARNILDO VEGA JURADO

Trabajo final de grado presentado a consideración del Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

AGOSTO, 2024

TARIJA-BOLIVIA

VºB

M. Sc Ing. Marcelo Segovia Cortez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

M. Sc Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre
**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

Ing. Erick Ramírez Ruiz
**DIRECTOR DPTO.
BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE
LOS ALIMENTOS**

Ing. Adolfo Valentín Trigo Dimitrov
DOCENTE GUÍA

Ing. Erick Ramírez Ruiz
TRIBUNAL

Ing. Carola
TRIBUNAL

Ing. Natividad
TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

Dedicatoria

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios

A mis padres.

Agradecimientos

Agradecer a Dios por acompañarme en el transcurso de mi vida, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración..

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez quien, con su pacencia y guía me apoyo a culminar este trabajo.

Pensamiento

Siempre parece imposible hasta que se hace...

Nelson Mandela)

ÍNDICE

CAPÍTULO I-INTRODUCCIÓN

	Pág
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Objeto de estudio.....	3
1.5 Campo de acción.....	4
1.6 Situación del problema.....	4
1.7 Formulación del problema.....	5
1.8 Hipotesis.....	5

CAPÍTULO II-MARCO TEÓRICO

2.1 Primera ley de la termodinámica	6
2.2 Energía.....	6
2.2.1 Sistema termodinámicos.....	6
2.3 Calor.....	7
2.3.1 Tipos de calor.....	8
2.3.1.1 Calor específico.....	8
2.3.2 Tipos de transferencia de calor en alimentos....	8
2.3.2.1 Transferencia de calor por convección.....	8
2.4 Caloría.....	9
2.5 Calorimetría.....	10
2.5.1 Calorímetro.....	10
2.6 Métodos utilizados para la deterinación de calor específico en alimentos.....	10
2.6.1 Método de mezclas.....	10
2.7 Factores que afectan al calor específico de alimentos mediante el método de mezclas.....	12
2.8 Importancia del calor específico en la ingeniería de alimentos.....	13
2.9 Frutilla.....	13
2.9.1 Características taxonómicas de la frutilla.....	13
2.9.2 Composición fiscoquímica de la frutilla.....	14

CAPÍTULO III-METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo del trabajo experimental.....	15
--	----

3.2	Tipo de intervención para la parte experimental.....	15
3.3	Paradigma de investigación.....	15
3.3.1	Paradigma positivismo.....	16
3.3.2	Tipo de investigación.....	16
3.4	Enfoque de la investigación.....	16
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos.....	17
3.5.1	Análisis fisicoquímico de la frutilla variedad San Andrea y Macarena.....	17
3.6	Equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina utilizados en la determinación del calor específico.....	18
3.6.1	Equipos.....	18
3.6.2	Instrumentos.....	19
3.6.3	Materiales de laboratorio.....	19
3.6.4	Utensilios de cocina	20
3.7	Construcción de calorímetro.....	20
3.8	Metodología para la determinación del calor específico.....	20
3.8.1	Descripción del método para la determinación del calor específico.....	21
3.8.2	Construcción del calorímetro C_A y C_B	21
3.8.3	Determinación de la temperatura de equilibrio.....	22
3.8.4	Determinación de la constante de los calorímetros C_A y C_B	22
3.8.4.1	Determinación del calor específico de la frutilla.....	22
3.8.4.2	Pelado.....	22
3.8.4.3	Pulpeado.....	23
3.8.4	Recolección de datos.....	23
3.9	Diseño experimental.....	24
3.9.1	Diseño de bloques completamente al azar (DBCA).....	24
3.9.2	Diseño DBCA aplicado en la etapa de determinación del calor específico de dos variedades de frutilla.....	25
3.10	Operacionalización de variables para la determinación del calor específico de dos variedades de frutilla.....	26

CAPÍTULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Caracterización de la frutilla variedad Macarena y San Andrea.....	27
4.1.1	Análisis fisicoquímico de la frutilla variedad Macarena.....	27
4.1.2	Análisis fisicoquímico de la frutilla variedad San Andrea.....	27
4.2	Caracterización de la metodología para la determinación del calor específico de dos variedades de frutilla San Andrea y Macarena....	28

4.2.1	Pruebas experimentales de laboratorio para la determinación del calor específico de dos variedades de frutilla.....	28
4.2.1.1	Calorímetros contruidos C_A (500 ml) y C_B (250ml)	30
4.3	Control de temperatura de equilibrio en función del tiempo de los calorímetros C_A y C_B	30
4.4	Pruebas de control de temperatura en función del tiempo de los calorímetros C_A y C_B	39
4.5	Comparación del control de temperatura en función del tiempo constante de un minuto de los calorímetros C_A y C_B	47
4.6	Determinación del calor específico o constante K_A y K_B de los calorímetros C_A y C_B	49
4.7	Determinación del calor específico de la frutilla variedad San Andrea en los calorímetros C_A y C_B	53
4.7.1	Determinación del calor específico de la frutilla variedad Macarena en los calorímetros C_A y C_B	54
4.8	Determinación del calor específico de la frutilla mediante ecuaciones matematicas.....	55
4.9	Diseño de bloque completamente al azar aplicado durante las mediciones para el factor calor específico de dos variedades de frutillas en los calorímetros C_A y C_B	57
4.9.1	Diseño DBCA aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_A	58
4.9.2	Análisis de varianza para el factor calor específico aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_A ...	58
4.9.3	Diseño DBCA aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_B	61
4.9.4	Análisis de varianza para el factor calor específico aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_B ...	61

CAPÍTULO V-CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones.....	66

BIBLIOGRAFÍAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pág

Tabla 1	Producción de frutilla en el departamento de Tarija.....	1
Tabla 2.1	Clasificación taxonómica de frutilla.....	14
Tabla 2.2	Propiedades fisicoquímicas de la frutilla.....	14
Tabla 3.1	Materiales para la construcción del calorímetro.....	20
Tabla 3.2	Matriz del diseño de bloques completamente al azar para la etapa de determinación del calor específico.....	25
Tabla 4.1	Parámetros fisicoquímicos de la frutilla variedad Macarena.....	27
Tabla 4.2	Parámetros fisicoquímicos de la frutilla variedad San Andrea.....	28
Tabla 4.3	Control de tiempo y temperatura calorímetro C_A	31
Tabla 4.4	Control de tiempo y temperatura calorímetro C_B	35
Tabla 4.5	Control de tiempo y temperatura de ambos calorímetro C_A y C_B	47
Tabla 4.6	Datos para la determinación de la constante K_A del calorímetro C_A	49
Tabla 4.7	Constante K_A del calorímetro C_A	50
Tabla 4.8	Datos para la determinación de la constante K_A del calorímetro C_B	51
Tabla 4.9	Constante K_B del calorímetro C_B	52
Tabla 4.10	Calor específico de la frutilla variedad San Andrea calorímetro C_A	53
Tabla 4.11	Calor específico de la frutilla variedad San Andrea calorímetro C_B	54
Tabla 4.12	Calor específico de la frutilla variedad Macarena calorímetro C_A	54
Tabla 4.13	Calor específico de la frutilla variedad Macarena calorímetro C_B	55
Tabla 4.14	Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos.....	56
Tabla 4.15	Resultados de la composición fisicoquímicas de la frutilla (San Andrea).....	56
Tabla 4.16	Resultados de la composición fisicoquímicas de la frutilla (Macarena).....	57
Tabla 4.17	Diseño de bloques completamente al azar aplicados durante las mediciones para el factor calor específicos en el calorímetro C_A ..	58

Tabla 4.18	Análisis de varianza para el factor calor específico aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_A	58
Tabla 4.19	Diseño de bloques completamente al azar aplicados durante las mediciones para el factor calor específicos en el calorímetro C_B ..	61
Tabla 4.20	Análisis de varianza para el factor calor específico aplicado durante las mediciones de dos variedades de frutilla en el calorímetro C_B	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 2.1	Tipos de calor..... 8
Figura 2.2	Tipos de transferencia de calor..... 8
Figura 2.3	Métodos para la determinación del calor específico..... 10
Figura 2.4	Esquema de un calorímetro para determinar el calor específico por el método de mezcla..... 12
Figura 3.1	Métodos y técnicas para determinar el análisis fisicoquímico de la frutilla San Andrea y Macarena..... 18
Figura 3.2	Equipos de proceso para la determinación de calor específico..... 19
Figura 3.3	Instrumentos para la determinación de calor específico..... 21
Figura 3.4	Metodología para la determinación del calor específico..... 21
Figura 3.5	Construcción de los calorímetros C_A y C_B 29
Figura 4.1	Pruebas experimentales de laboratorio para la determinación de calor específico de dos variedades de frutilla..... 30
Figura 4.2	Calorímetros C_A y C_B 30
Figura 4.3	Control de temperatura y tiempo 1 minuto C_A 32
Figura 4.4	Control de temperatura y tiempo 2 minuto C_A 32
Figura 4.5	Control de temperatura y tiempo 3 minuto C_A 33
Figura 4.6	Control de temperatura y tiempo 4 minuto C_A 34
Figura 4.7	Control de temperatura y tiempo 1 minuto C_B 35
Figura 4.8	Control de temperatura y tiempo 2 minuto C_B 36
Figura 4.9	Control de temperatura y tiempo 3 minuto C_B 37
Figura 4.10	Control de temperatura y tiempo 4 minuto C_B 38
Figura 4.11	Control de temperatura en función del tiempo 1 minutos ocho replicas C_A 39

Figura 4.12	Control de temperatura en función del tiempo 2 minutos ocho replicas C_A	40
Figura 4.13	Control de temperatura en función del tiempo 3 minutos ocho replicas C_A	41
Figura 4.14	Control de temperatura en función del tiempo 4 minutos ocho replicas C_A	42
Figura 4.15	Control de temperatura en función del tiempo 1 minutos ocho replicas C_B	43
Figura 4.16	Control de temperatura en función del tiempo 2 minutos ocho replicas C_B	44
Figura 4.17	Control de temperatura en función del tiempo 3 minutos ocho replicas C_B	45
Figura 4.18	Control de temperatura en función del tiempo 4 minutos ocho replicas C_B	46
Figura 4.19	Comparación de control de temperatura en función del tiempo 1 minutos del calorímetro C_A y C_B	48
Figura 4.20	Control de temperatura del calorímetro C_A de 10 mediciones.....	50
Figura 4.21	Control de temperatura del calorímetro C_B de 10 mediciones.....	52
Figura 4.22	Gráfico de dispersión por código de nivel.....	59
Figura 4.23	Grafico de ANOVA para el factor calor especifico.....	60
Figura 4.24	Gráfico de medias de Fisher para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$	60
Figura 4.25	Gráfico de dispersión por código de nivel.....	62
Figura 4.26	Gráfico de ANOVA para el factor calor especifico	63
Figura 4.27	Gráfico de medias de Fisher para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$	63