

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



“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN COMPRIMIDO A BASE DE
ARANDANO (*Vaccinium Corymbosum*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria
Dubia*) LIOFILIZADO”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORAS:

Bach. QUEZADA ARTEAGA ROSA MARIA

Bach. YENQUE NIMA CATHERINE LIZBETH

ASESORA:

DRA. ELZA AGUIRRE VARGAS

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

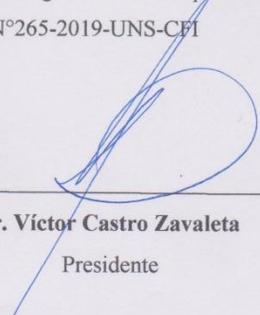
2019

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



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN COMPRIMIDO A BASE DE ARANDANO (*Vaccinium Corymbosum*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria Dubia*) LIOFILIZADO”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. QUEZADA ARTEAGA ROSA MARIA y Bach. YENQUE NIMA CATHERINE LIZBETH, que tienen como asesor al docente Dra. Elza Aguirre Vargas designado por resolución N°312-2019-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 14 de Agosto del 2019 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N°265-2019-UNS-CFI



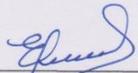
Dr. Víctor Castro Zavaleta

Presidente



Dr. César Moreno Rojo

Secretario



Dra. Elza Aguirre Vargas

Integrante



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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:30 a.m., del catorce de Agosto del dos mil diecinueve se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N°265-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Castro Zavaleta** (Presidenta)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Secretario)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN COMPRIMIDO A BASE DE ARANDANO (Vaccinium Corymbosum) Y CAMU CAMU (Myrciaria Dubia) LIOFILIZADO” elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Bach. Quezada Arteaga Rosa María**
- **Bach. Yenque Nima Catherine Lizbeth**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** y co-asesor al docente: **Dr. Gilbert Rodríguez Paucar.**

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

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
QUEZADA ARTEAGA ROSA MARÍA	18	MUY BUENO

Siendo las 12:30 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 14 de Agosto del 2019.

Dr. Víctor Castro Zavaleta
 Presidente

Dr. César Moreno Rojo
 Secretario

Dra. Elza Aguirre Vargas
 Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:30 a.m., el catorce de Agosto del dos mil diecinueve se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N°265-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Victor Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Secretario)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN COMPRIMIDO A BASE DE ARANDANO (Vaccinium Corymbosum) Y CAMU CAMU (Myrciaria Dubia) LIOFILIZADO” elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Quezada Arteaga Rosa Maria**
- **Yenque Nima Catherine Lizbeth**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** y co-asesor al docente: **Dr. Gilbert Rodríguez Paucar.**

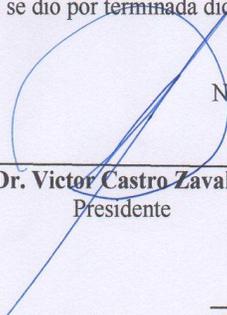
Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

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

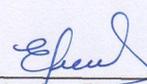
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
YENQUE NIMA CATHERINE LIZBETH	18	MUY BUENO

Siendo las 12:30 p.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 14 de Agosto del 2019.


Dr. Victor Castro Zavaleta
 Presidente


Dr. Cesar Moreno Rojo
 Secretario


Dra. Elza Aguirre Vargas
 Integrante

DEDICATORIA

A DIOS.

Por la fortaleza y residir perennemente a mí costado y orientar mí camino. Por permitirme alcanzar mi formación profesional.

A mis padres: JOSE Y RENE.

Por su voluntad, sacrificio y fuerza que han dispuesto de mí una mujer de buenos hábitos y valores. Los considero pilares fundamentales en el progreso de mi tesis y en todo mi estudio universitario.

A mis hermanas: DALIS Y JULISA.

Por estar continuamente presentes en toda circunstancia para demostrarme su cariño y el afecto que nos tenemos eternamente nos unirá.

A mis amigos: MAGDA, SILVIA Y ALEX.

Por su apoyo constante en cada momento de mi formación profesional, igualmente por los ánimos para no renunciar y surgir vencedora de las dificultades

Rosa María Quezada Arteaga

DEDICATORIA

A DIOS.

Por la vida que me ha brindado y haberme acompañado en este largo camino de mi formación profesional, siendo mi guía y fortaleza para poder alcanzar cada logro en esta vida llena de experiencias.

A mis Madre: ESPERANZA

Por el esfuerzo y dedicación en mi formación como persona, suministrándome valores y buenos hábitos, siendo mi mayor motivación en este largo camino de mi carrera profesional, pues lo que soy es el resultado de su confianza.

A mi hermano: CARLOS

Por su apoyo incondicional y haberme brindado la seguridad necesaria para poder lograr mi formación profesional, espero siempre tenerlo a mi lado.

A mi compañera de tesis: ROSA

Por su apoyo y dedicación totalmente a este proyecto, por haber seguido desarrollando este trabajo a pesar de muchas dificultades que se nos presentaron.

Catherine Lizbeth Yenque Nima

AGRADECIMIENTO

Nuestro especial y profundo agradecimiento a Dios, por habernos iluminado durante el desarrollo de la presente tesis, brindándonos la fortaleza, evitando que desistiéramos a cualquier dificultad.

Gratitud a nuestra asesora Dra. Elza Aguirre Vargas y a nuestro coasesor Dr. Gilbert Rodríguez Páucar, por sus consejos y enseñanzas en guiarnos en la mejora de la actual tesis, desde el inicio hasta su final.

Al ingeniero Lenin por su apoyo, conocimiento y sugerencias en la realización de la tesis y durante estos cinco años académicos.

A la señorita Silvia, por la disposición en el uso de los materiales bibliográficos de la biblioteca durante estos cinco años y por su valiosa amistad.

A nuestros compañeros por habernos brindado apoyo cuando se nos presentaban dificultades en cada práctica realizada en los laboratorios, y el valioso significado de amistad y familia dentro de nuestra entidad universitaria.

LOS AUTORES

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION	17
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA	18
2.1.	CAMU CAMU.....	18
2.1.1.	<i>Aspectos Generales</i>	18
2.1.2.	<i>Composición Química</i>	19
2.1.3.	<i>Beneficios</i>	20
2.1.4.	<i>Contenido de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del camu camu</i>	22
2.2.	ARANDANO.....	24
2.2.1.	<i>Aspectos Generales</i>	24
2.2.2.	<i>Composición Química</i>	26
2.2.3.	<i>Beneficios del Arándano</i>	27
2.2.4.	<i>Contenido de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del arándano</i>	29
2.3.	LIOFILIZACION	30
2.3.1.	<i>Definición</i>	30
2.3.2.	<i>Etapas del Proceso</i>	32
2.3.3.	<i>Ventajas y Desventajas del Proceso de Liofilización</i>	33
2.4.	COMPRIMIDO	34
2.4.1.	<i>Definición</i>	34
2.4.2.	<i>Clasificación</i>	34
2.4.3.	<i>Ventajas y Desventajas de Comprimidos</i>	35
2.5.	VITAMINA C.....	36
2.5.1.	<i>Definición</i>	36
2.5.2.	<i>Fuentes de vitamina C</i>	36
2.5.3.	<i>Método Espectrofotométrico</i>	37
2.6.	POLIFENOLES TOTALES	37
2.6.1.	<i>Definición</i>	37

2.6.2.	<i>Fuentes de Polifenoles Totales</i>	38
2.6.3.	<i>Método Folin Ciocalteu</i>	38
2.7.	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	38
2.7.1.	<i>Definición</i>	38
2.7.2.	<i>Fuentes de Capacidad Antioxidante</i>	39
2.7.3.	<i>Método del DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil)</i>	39
III.	MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	40
3.2.	MATERIA PRIMA	40
3.3.	EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	41
3.3.1.	<i>Reactivos e Insumos</i>	41
3.3.2.	<i>Materiales Complementarios</i>	41
3.3.3.	<i>Equipos</i>	42
3.3.4.	<i>Otros materiales</i>	42
3.4.	MÉTODOS	43
3.4.1.	<i>Caracterización de las materias primas</i>	43
3.4.2.	<i>Descripción del Proceso para la Obtención del Comprimido</i>	47
3.4.3.	<i>Elaboración y Evaluación de los comprimidos</i>	53
3.4.4.	<i>Evaluación del comprimido optimo</i>	53
3.4.5.	<i>Diseño Experimental</i>	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	55
4.1.	CARACTERIZACIÓN FISCOQUIMICA DE ARANDANO Y CAMU CAMU. 55	
4.2.	CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ARANDANO Y CAMU CAMU.....	57
4.3.	ANALISIS FISCOQUIMICOS DE LOS TRATAMIENTOS DE MEZCLA DE ARANDANO Y CAMU CAMU.	62
4.4.	LIOFILIZACION	63
4.5.	ANÁLISIS DE LA VITAMINA C.....	64
4.6.	ANALISIS DE POLIFENOLES TOTALES	68
4.7.	ANALISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	72

4.8. OPTIMIZACION DE LAS VARIABLES DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	76
4.9. ENSAYO DEL COMPRIMIDO OPTIMO.....	78
4.9.1. <i>Disgregación de comprimidos</i>	78
4.10. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	79
V. CONCLUSIONES	80
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
VIII. ANEXOS.....	95

INDICE DE TABLA

TABLA 1: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE CAMU CAMU (G/100G)	20
TABLA 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE ARÁNDANO (G/100G)	26
TABLA 3: CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES Y FENOLES TOTALES DE TRES TIPOS DE FRUTO (MG/100G)	29
TABLA 4: DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA MEZCLA (ARÁNDANO Y CAMU CAMU)	54
TABLA 5: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU	55
TABLA 6: CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ARÁNDANO Y CAMU CAMU.	57
TABLA 7: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS MEZCLAS DE LOS TRATAMIENTOS ELABORADOS	62
TABLA 8: PARÁMETROS DE LIOFILIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	63
TABLA 9: DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DEL COMPRIMIDO DE LOS 10 TRATAMIENTOS ..	64
TABLA 10: ANOVA PARA VITAMINA C DEL COMPRIMIDO.....	65
TABLA 11: DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES DEL COMPRIMIDO DE LOS 10 TRATAMIENTOS	68
TABLA 12: ANOVA PARA POLIFENOLES TOTALES DEL COMPRIMIDO	69
TABLA 13: DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL COMPRIMIDO	72
TABLA 14: ANOVA PARA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL COMPRIMIDO.	73
TABLA 15: OPTIMIZACIÓN DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.	76
TABLA 16: TEST DE DISGREGACIÓN DE COMPRIMIDOS.....	78
TABLA 17: DATOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO DE VITAMINA C.	98
TABLA 18: DATOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO DE POLIFENOLES TOTALES.	100
TABLA 19: DATOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.	102

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1: FRUTO DE CAMU CAMU (MYRCIARIA DUBIA).....	18
FIGURA 2: FRUTA DE ARÁNDANO (VACCINIUM CORYMBOSUM)	25
FIGURA 3: FASES DE LA LIOFILIZACIÓN.	31
FIGURA 4: ETAPAS DEL SECADO POR LIOFILIZACIÓN.....	32
FIGURA 5: ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C).....	36
FIGURA 6: REACCIÓN DEL RADICAL DPPH	39
FIGURA 7: RECEPCIÓN DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU.	47
FIGURA 8: SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU.....	47
FIGURA 9: LAVADO Y DESINFECCIÓN DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU.....	48
FIGURA 10: EXTRACCIÓN DEL ZUMO DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU.....	48
FIGURA 11: MEZCLA DEL ZUMO DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU PARA LOS TRATAMIENTOS. ..	49
FIGURA 12: TRATAMIENTOS ACONDICIONADOS CON % DE MALTODEXTRINA.....	49
FIGURA 13: SECADO DE LOS TRATAMIENTOS ELABORADOS POR LIOFILIZACIÓN.....	50
FIGURA 14: MOLIENDA DE LOS TRATAMIENTOS ELABORADOS.	50
FIGURA 15: COMPRESIÓN DE LOS TRATAMIENTOS LIOFILIZADOS MEDIANTE UNA PRENSA HIDRÁULICA.	51
FIGURA 16: ALMACENAMIENTO DE LOS COMPRIMIDOS EN FRASCOS BLANCOS.....	51
FIGURA 17: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DEL COMPRIMIDO	52
FIGURA 18: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DEL COMPRIMIDO	52
FIGURA 19: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS	95
FIGURA 20: DETERMINACIÓN DE PH DE LAS MATERIAS PRIMAS	95
FIGURA 21: DETERMINACIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX) DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	96

FIGURA 22: DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE DE LAS MATERIAS PRIMAS	96
FIGURA 23: PREPARACIÓN DE MUESTRAS	97
FIGURA 24: PREPARACIÓN DE REACTIVOS	97
FIGURA 25: LECTURA DE RESULTADOS.....	97
FIGURA 26: PREPARACIÓN DE REACTIVOS FOLIN, CARBONATO DE SODIO Y ACIDO GÁLICO...	99
FIGURA 27: PREPARACIÓN DE MUESTRAS	99
FIGURA 28: LECTURA DE RESULTADOS.....	99
FIGURA 29: ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS	99
FIGURA 30: PREPARACIÓN DE REACTIVOS DPPH Y TROLOX.....	101
FIGURA 31: PREPARACIÓN DE MUESTRAS	101
FIGURA 32: ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS	101
FIGURA 33: LECTURA DE RESULTADOS.....	101
FIGURA 34: ESPECIFICACIONES DE LA MALTODEXTRINA.....	114

INDICE DE GRAFICA

GRAFICA 1: GRAFICA DE VITAMINA C DEL COMPRIMIDO ZUMO DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU	66
GRAFICA 2: GRAFICA DE POLIFENOLES TOTALES DEL COMPRIMIDO DE ZUMO DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU	70
GRAFICA 3: GRAFICA DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA MEZCLA DE ZUMO DE ARÁNDANO Y CAMU CAMU	74
GRAFICA 4: DESEABILIDAD DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.	77
GRAFICA 5: CURVA DE CALIBRADO PARA EL ESTÁNDAR DE VITAMINA C	98
GRAFICA 6: CURVA DE CALIBRADO PARA EL ESTÁNDAR DE POLIFENOLES TOTALES	100
GRAFICA 7: CURVA DE CALIBRADO PARA EL ESTÁNDAR DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE....	102
GRAFICA 8: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T1.	103
GRAFICA 9: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T2.	104
GRAFICA 10: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T3.	105
GRAFICA 11: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T4..	106
GRAFICA 12: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T5	107
GRAFICA 13: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T6	108
GRAFICA 14: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T7	109
GRAFICA 15: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T8	110
GRAFICA 16: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T9	111
GRAFICA 17: PERFIL DE TEMPERATURA DE MEZCLA LIOFILIZADA T10	112

RESUMEN

En el Perú el fruto de arándano (*Vaccinium Corymbosum*) su exportación va en aumento últimamente, se está haciendo muy conocido por sus propiedades para la prevención de enfermedades neurodegenerativas y entre otras, siendo potencia en la industrialización. Asimismo, el camu camu (*Myrciaria Dubia*), es conocido por ser la fruta de mayor fuente de ácido ascórbico (Vitamina C) y por sus propiedades nutraceuticas. El objetivo fue determinar la capacidad antioxidante del comprimido a base de arándano y camu camu liofilizado, en función de la mezcla de los frutos. Se utilizó camu camu (variedad HBK) y arándano (variedad Biloxi) en estado maduro del cual se extrajo el zumo en su totalidad. Según el diseño experimental de mezclas Design Expert con 10 tratamientos por triplicado, mezclas en proporción de 40 a 60% de arándano – camu camu y 40 a 60% de camu camu – arándano. El comprimido se elaboró mediante la mezcla adicionando maltodextrina al 100% de acuerdo a los sólidos solubles (°Brix) liofilizada a una presión de 0,055 mbar, obteniéndose un polvo, que seguidamente será moldeado utilizando una prensa con una presión de 2.61 mbar, al que se determinó la capacidad antioxidante por el método DPPH, además se realizó análisis de polifenoles totales y vitamina C, obteniendo mayor contenido de los tres análisis en los tratamientos que tienen mayor porcentaje de camu camu que de arándano. Se determinó que la F1, cuya formulación fue (47.6 A y 52.4 CC) era el óptimo y se realizó el ensayo de disgregación en un tiempo promedio de 28.5 min, siendo un comprimido no recubierto.

PALABRAS CLAVES: Actividad Antioxidante, Polifenoles Totales, Maltodextrina, DPPH, Liofilización, comprimido, disgregación.

ABSTRACT

In Peru the fruit of Bilberry (*Vaccinium Corymbosum*) its export is increasing lately, it is becoming well known for its properties for the prevention of neurodegenerative diseases and among others, being power in the industrialization. Also, the Camu Camu (*Myrciaria Dubia*), is known as the fruit of higher source of ascorbic acid (vitamin C) and its properties nutritional. The objective was to determine the antioxidant capacity of the blueberry-based tablet and the lyophilized Camu Camu, depending on the mixture of the fruits. We used Camu Camu (HBK variety) and Bilberry (variety Biloxi) in a mature state from which the juice was extracted in its entirety. According to the experimental design of mixtures Design Expert with 10 formulations in triplicate, mixtures in proportion of 40 to 60% of Bilberry-Camu Camu and 40 to 60% of Camu Camu-Bilberry. The tablet was prepared by mixing adding maltodextrin to 100% according to the soluble solids (° Brix) lyophilized at a pressure of 0.055 mbar, obtaining a powder, which will then be molded using a press with a pressure of 2.61 mbar, at That the antioxidant capacity was determined by the DPPH method, in addition it was performed analysis of total polyphenols and vitamin C, obtaining greater content of the three analyses in the treatments that have higher percentage of Camu Camu than of Bilberry. It was determined that the F1, whose formulation was (47.6 A and 52.4 CC) was optimal and the disintegration test was performed in an average time of 28.5 min, being an uncoated tablet.

KEY WORDS: Antioxidant activity, total polyphenols, maltodextrin, DPPH, lyophilization, compressed, disintegration.

I. INTRODUCCION

En estos últimos años, en el Perú las personas están cuidando su salud, llevando una vida saludable, cambiando sus hábitos alimenticios por frutas y verduras. Es por eso que la exportación en frutas especialmente en camu camu y arándano está dando de qué hablar, no solo por su sabor sino por sus propiedades la cual es abundante en antioxidantes que previene enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y ayuda a regular la diabetes, entre otros.

En muchos casos la fruta no es consumida directamente y a consecuencia sufre una transformación con un valor agregado, dando a conocer distintas propuestas al mercado, en este estudio se elaboró comprimidos con gran porcentaje de antioxidantes mediante un proceso manual. Utilizando el proceso de liofilización, método que se elimina por completo el contenido de agua mediante congelación y sublimación, conservando las características físicas y nutritivas (por ejemplo evitando la desnaturalización de las proteínas), además prolongando el tiempo de vida útil, también Obteniéndose polvo de la mezcla de arándano y camu camu concentrando, facilitando la formación del comprimido.

Los comprimidos se relaciona con salud, es decir ayudar o prevenir contra enfermedades y que mejor si los ingredientes son frutas, pero cumplen la misma función que un comprimido farmacéutico, siendo 100% natural y para el consumo diario.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. CAMU CAMU

2.1.1. Aspectos Generales

Este fruto se encuentra en la amazonia es conocido mundialmente debido a su contenido alto en vitamina C (ácido ascórbico). (Fracassetti *et al.*, 2013). Y se encuentra mayormente distribuido en América Latina, específicamente en la selva de Colombia, Brasil, Venezuela y Perú. (Borges *et al.*, 2014).

Es de la familia Myrtacea (Borges *et al.*, 2014), su fruta es redonda de color rojo a purpura durante la maduración y superficie lisa, con un diámetro de 1.5 a 4 cm de diámetro, por cada fruto se encuentra de 1 a 4 semillas, pesan en promedio de 8.4 g por cada fruto. (Yumaya y Valente, 2011).



Figura 1: Fruto de Camu Camu (*Myrciaria dubia*).

Fuente: Fracassetti *et al.*, 2013.

Además, alcanza un valor agregado de alto nivel, principalmente por su elevado contenido de ácido ascórbico además de compuestos fenólicos. (Borges et al., 2014), acción antioxidante, como son los flavonoides (principalmente flavonoles, catequinas y antocianinas), ácido clorogenico, ácido eláxico, ácido ferulico y ácido cafeico. (Fracassetti *et al.*, 2013). Además se limita el consumo en forma natural debido a su elevado contenido de ácido ascórbico, por consecuencia son procesados en productos derivados como refrescos, jugos, mermeladas, helados, néctares, bebidas,, yogurt. (Pacci, *et al.*, 2009). También, es utilizada las hojas para extractos medicinales, las raíces y cortezas para la fabricación de licores, la madera para leña y construcciones rústicas e inclusive como artimaña para pescar. (Fracassetti *et al.*, 2013).

2.1.2. Composición Química

Los diversos estudios ayudan a comprender la composición química del camu camu, compuestas por cenizas, fosforo, carbohidratos entre otros, donde se destaca el contenido de ácido ascórbico de 2780 (mg/100 g). (Rodríguez y Marx, 2006).

Tabla 1: Composición Química del Camu Camu (*Myrciaria dubia*) por 100g.

Componentes	Contenido
Agua (g)	94.20
Valor energético (cal)	20.90
Carbohidratos (g)	3.70
Fibra (g)	0.50
Proteínas (g)	0.50
Cenizas (g)	0.20
Fosforo (mg)	17.00
Riboflavina (μg)	38.00
Fierro (mg)	0.50
Niacina (μg)	65.00
Tamina (μg)	14.00
Calcio (mg)	15.00
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	2780.00

Fuente: Rodríguez y Marx (2006).

2.1.3. Beneficios

El organismo de los seres humanos no puede producir vitamina C (casi todos los organismos animales y vegetales, si la producen) debido a esto es necesario

ingerirla a través de fuentes externas. La vitamina C, tiene un listado amplio en la salud de las personas, las cuales son mencionados los principales:

- Reduce ampliamente la cantidad de colesterol y triglicéridos (Schwertz *et al.*, 2012).
- Propiedades antiinflamatorias y ayuda para que las quemaduras cicatricen con rapidez (Yazawa *et al.*, 2011).
- Propiedades antianémicas y antimicrobiana. (Yuyama, 2011).
- Propiedades antiplasmodica y antihipertension. (Yazawa *et al.*, 2011)
- Propiedades antioxidantes y rico de bioactivos fenólicos, para la ayuda de la etapa temprana de la diabetes(Inoque *et al.*, 2008)

También ayuda a combatir los dolores de cabeza (migraña), cálculos biliares, herpes y también ataca enfermedades como resfríos severos y gripe. Además estimula el mecanismo del cuerpo humano y estas actúan en absorción del hierro con alimentos de origen vegetal como ejemplo frutas, verduras, etc. (principalmente ricos en agua, fibra e hidratos de carbono), combatiendo a la anemia y por otro lado ayuda a combatir la fatiga. Igualmente, previene el escorbuto (enfermedad que surge por carencia de vitamina C o ácido ascórbico) y las infecciones. (Fujita *et al.*, 2015). Además, ayuda a la eliminación de toxinas, grasas acumuladas, desintoxicación y depuración del hígado (Maldonado, 2014).

Incluso el camu camu, es esencial para el organismo ya que ayuda a las células a luchar contra la senescencia, contribuye en cicatrizar heridas y proteger encías

manteniéndolas perfectamente sanas además es utilizado como antidepresivo. (Zavala, 2010).

2.1.4. Contenido de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del camu camu.

Posee compuestos orgánicos fenólicos grupos como flavonoiides, elagitaninios, antocianiinas, pro-antocianinas, gálico y ácido elagico.

En diferentes partes del fruto como la pulpa con 8.66 mg/100g, cáscara un 10.50 mg/100g, pulpa en polvo con 48.5 mg/100g, semillas con 336,03 mg/100g y harina de camu camu con 672.49mg/100 g con mayor grupo de compuestos fenólicos encontrado. (Fracassetti *et al.*, 2013)

También determinaron componentes en el procesamiento de pulpa de camu camu, disminuyendo porcentaje de vitamina C en tres estados de madurez: maduro 3017mg/100g, pintón 3319 mg/100g y verde 3356 mg/100g. (Villanueva *et al.*, 2010). Esta es una cualidad muy débil y tiene propensión a disminuir en el procesamiento, transporte y almacenamiento. (Arellano *et al.*, 2016).

El ser humano no puede sintetizar la vitamina C y es por eso que va incluido en su dieta diaria con el consumo de frutas, verduras, entre otros. Esta vitamina es un antioxidante eficaz y además ejerce funciones como agente pro-oxidante. (Villanueva *et al.*, 2010).

En la Revista de la Sociedad Química del Perú, se reportaron resultados de polifenoles totales en camu camu, se puede visualizar que en la pulpa y cáscara se encuentra la mayor concentración, con 23468,00 80 mg ácido gálico/100g y 17905,5080 mg ácido gálico/100g, y en las semillas posee la menor concentración con 2969,80 mg ácido gálico/100g. (Sotero *et al.*, 2009).

El camu camu, es utilizado en aplicaciones alimentarias y de salud humana por propiedades funcionales ricos en bio-activos en relación con la actividad antioxidante. (Fujita *et al.*, 2015; Baldeón *et al.*, 2015). Esta es considerada como la más alta en comparación de otras frutas como la tucuma y uxii, frutas tropicales amazónicas de Brasil. (Goncalves *et al.*, 2010). Los extractos de semillas, mostraron una actividad antioxidante a comparación de la cáscara. (Myoda *et al.*, 2010).

Evaluando la capacidad antioxidante en semillas y pieles de la fruta camu camu de los taninos (C-elagitaninos glucosídicos grandinina, vescalagin, castalagina, stachyurin, methylvescalagin y casuarina), donde la capacidad antioxidantes de son dos veces más potente que el ácido gálico y 10 veces más potente que el ácido ascórbico (Kaneshima *et al.*, 2016).

2.2. ARANDANO

2.2.1. Aspectos Generales

Es una de las frutas más sanas, debido a su elevado contenido en antioxidantes (vitaminas A, C y E, antocianina, complejo B) y a su vez de minerales tales como (zinc, cobre, hierro y selenio) y fibra. (Romero, 2016)

Según Retamales y Hancock (2012), taxonómicamente el arándano pertenece al Reino: Plantae, Clase: Dicotiledonea, Subclase: Dileniidae, Familia: Ericaceae, Subfamilia: Vaccinioideae Genero: Vaccinium y Especie: *Vaccinium corymbosum* L. Su nombre científico es *Vaccinium corymbosum*. Es una baya de color azul uniforme oscuro de 0.7 a 1.5 cm en tamaño y de un característico sabor agridulce. Conforman el grupo de los *berries* dentro de las cuales se encuentra la frambuesa (amarilla, roja, púrpura y negra), grosella, mora, entre otros. (ADEX, 2009). Además se encuentran semillas pequeñas, estas pueden tener hasta 100 semillas pequeñas (0.15mm largo x 0.08mm de ancho). El arándano es particular por su cicatriz, aunque; en la industria comercial se busca que su tamaño sea pequeño, asimismo que posea una textura firme (Fernández, 2015).

Característico por tener un bajo porcentaje de valor calórico y mayor porcentaje de agua (más del 85% del peso total del fruto). También, posee numerosos fitoquímicos, vinculados con diversos parámetros de calidad organoléptica, nutricional y funcional. (Brambilla *et al.*, 2011). Además una de las propiedades principales al consumir este fruto es que potencia el sistema inmunológico, y

previene enfermedades. (Undurraga y Vargas 2013). Esto es debido a su elevado contenido de antioxidantes y vitaminas A y C; de las frutas y verduras más consumidas a nivel mundial, el arándano conocido por sus propiedades antioxidantes. (Brambilla *et al.*, 2011).

El arándano ha tenido un gran apogeo, actualmente es una de las frutas con mayor demanda mundial, porque gracias a su consumo ayuda al organismo con las diversas propiedades que contiene este fruto. (Sierra exportadora, 2013). Como principal consumidor y productor de arándanos a nivel internacional es Estados Unidos porque produce casi 254 000 toneladas al año, las cuales 138 000 es para consumo fresco (USDA, 2017).



Figura 2: Fruta de Arándano (*Vaccinium corymbosum*)

Fuente: Hernández, 2014.

2.2.2. Composición Química

Composición químicamente el arándano. Es importante esta fruta por sus azúcares y ácidos, además por su sabor y calidad (Munitz, 2013). (Tabla 2)

Tabla 2: Composición química del fruto de arándano (g/100g)

Componentes	Cantidad
Agua (%)	83.2
Carbohidratos (%)	15.3
Proteínas (%)	0.7
Fibras (%)	1.5
Azúcares Totales (%)	10-14
Glucosa (%)	3.92
Grasas (%)	0.5
Acidez Titulable (%)	0.3-0.38
Fructosa (%)	4.04
Contenido de Sólidos Solubles (%)	10.1-14.2
Ácido Ascórbico (mg/100g)	14
Sacarosa (%)	0.24
Vitamina A (U.I.)	100
Pectinas (%)	0.5

Fuente: Munitz, 2013.

2.2.3. Beneficios del Arándano

El consumo de arándanos ayuda al organismo en la prevención de enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, distintos tipos de cáncer, etc. Son neutralizantes de los radicales libres, disminuyen los triglicéridos y la presión alta, previenen la embolia y poseen diversos resultados beneficiosos. (Velásquez, 2017).

Dando de qué hablar a nivel mundial por sus beneficios en la salud, aumentando así su demanda durante los últimos años y llamando la atención de la industria para su exportación. Además son ricos en compuestos fenólicos como flavonoles, antocianos, ácidos fenólicos, entre otros; obteniendo una mayor cantidad fuente de antioxidantes. (Munitz, 2013), que ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, ceguera y a retención de memoria. (Fernández, 2015).

Estos frutos en su mayoría poseen grandes cantidades de agua. Además poseen diversos componentes así como ácidos ascórbicos y cloro génicos, potasio y magnesio. Ingerir arándano contribuye a aumentar la micción y ayuda a saciar el estómago. Incrementando la sensación de saciedad. Debido a ello es recomendable su consumo para personas que deseen llevar a cabo una dieta con el propósito de adelgazar. (Shukitt *et al.*, 2008). Consumir este fruto ayuda a combatir el estrés oxidativo, causado por especies reactivas del Oxígeno.

Sumado a ello, ingerir arándanos ha probado una mejoría en la función visual a través de la regeneración de la rodopsina y eliminar las elevadas poblaciones de microorganismos que causan infecciones del tracto urinario femenino (Quesada y Muñoz, 2013), se ha reportado que los componentes del arándano han llegado a ser beneficiosos para la lucha contra la diabetes y obesidad. (Morcom *et al.*, 2009).

Además, previene enfermedades de las vías urinarias debido a su acción depurativa y desintoxicante, ayuda a prevenir la cistitis por su acción antibacteriana, asimismo es un gran preventivo de la inflamación de la vejiga y las infecciones de los riñones, uretra, próstata y todo el tracto urinario en general. (García, 2011).

Estos frutos poseen una elevada cantidad de antioxidantes, representados principalmente por compuestos polifenólicos, específicamente, antocianinas, catequinas, flavonoles, y ácidos fenólicos (Prior *et al.*, 2001) y debido a ello proveen una protección contra el estrés oxidativo. La ingesta de estos frutos se ha relacionado con sus beneficios en la prevención de cáncer y otras enfermedades, además por su efecto de protector cardiovascular (Navindra, 2010).

2.2.4. Contenido de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del arándano.

El arándano es conocido por su papel de protección donde se incluye vitamina C, compuestos fenólicos (ácidos fenólicos, proantocianidinas, catequinas y flavonoles), entre otros, que ayuda en el proceso oxidativo de nuestro organismo. (Jiménez, 2014).

En la tabla 3, según Fukumoto y Mazza, (2000), la cantidad de polifenoles totales y antocianinas totales, varía de acuerdo a la variedad y lugar de cosecha, donde se observa que el arándano es el que presenta una gran cantidad de polifenoles y antocianinas totales comparando con otros frutos del mismo grupo, experimentados en condiciones normales de luz. En la mayoría el contenido de antocianinas del arándano, se encuentra en la pulpa y en la piel; ya que estas tienen la responsabilidad de dar el color azul oscuro de esta fruta.

Tabla 3: Contenido de antocianinas totales y fenoles totales de tres tipos de fruto (mg/100g)

Propiedad	Arándano	Grosellero Negro	Zarzamora
Antocianinas Totales	233	213	149
Fenoles Totales	393	347	383

Fuente: Fukumoto y Mazza, 2000

Los antioxidantes y los fenoles totales, contribuyen en la prevención de enfermedades relacionadas al sistema oxidativo (ateroesclerosis, envejecimiento,

algunos tipos de cáncer, insuficiencia renal aguda, crónica y diálisis, Alzheimer, diabetes mellitus, entre otros). Actualmente los alimentos que están compuestos por fenólicos y antioxidantes son fundamentales en la dieta del ser humano (Barnes *et al.*, 2009)

Hay factores que afectan el contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes en los alimentos como la temperatura de almacenamiento, contacto con la luz, procesamientos (como por ejemplo el pelado los cuales en algunos alimentos el mayor contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes se encuentran en la cascara en vez de la pulpa como mayormente se encuentran en la mayoría de alimentos), estado de maduración, entre otros. Además existen otros factores como el oxígeno, algunas enzimas, temperaturas. (Cheng *et al.*, 2006)

El arándano es un fruto que hoy en día tienen diversos procesamientos como la obtención de pasas secas, elaboración de mermeladas, procesamiento de zumo entre otros, y en la mayoría de estos procesos los contenidos de compuestos fenólicos está relacionada con la técnica del procesado. (Barnes *et al.*, 2009).

2.3. LIOFILIZACION

2.3.1. Definición

La liofilización es un método que consiste en la deshidratación por congelación y sublimación a una presión mínima (Moayyedi *et al.*, 2018).

La cantidad de agua del alimento es eliminada por sublimación, por estado sólido a estado gaseoso, a través de la presión de vacío de acuerdo a cada tipo de alimento. (Amores, 2012). Esta técnica sirve para la preservación de las características físicas y nutritivas. El proceso consiste en liofilizar verduras, frutas, hierbas, entre otros tipos de alimentos en general; aunque siempre se debe tomar en cuenta el contenido de agua que posee cada producto. (Villarroel, 2010).

Como se muestra en la figura 3, el proceso de liofilización está constituida por seis fases: Acondicionamiento, congelación, sublimación, ruptura de vacío, almacenamiento y rehidratación. (Amores, 2012).

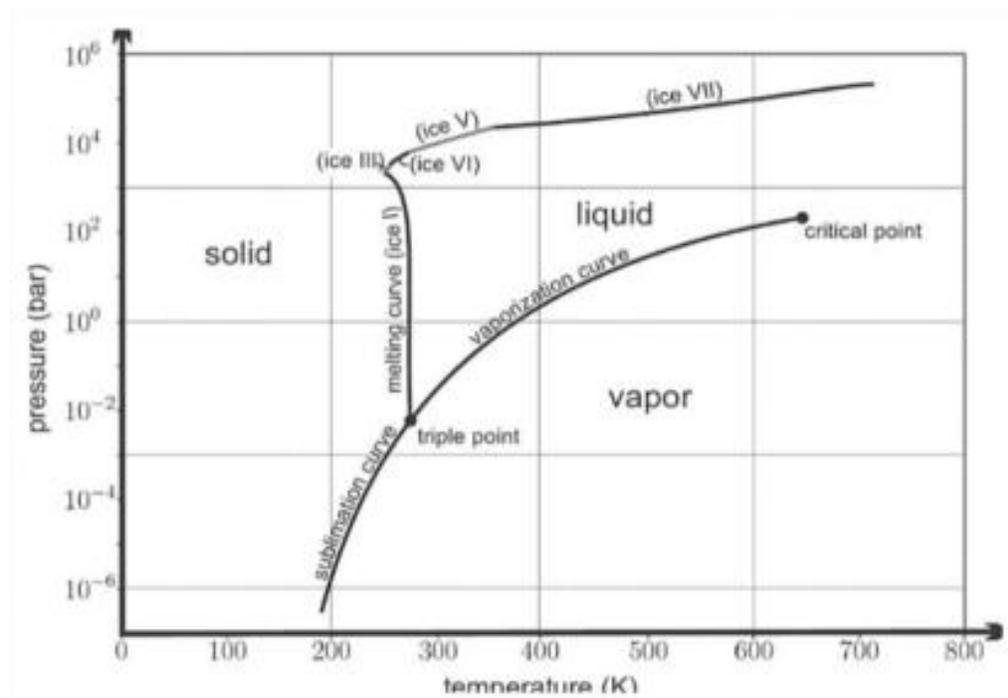


Figura 3: Fases de la liofilización.

Fuente: Bando *et al.*, 2017.

2.3.2. Etapas del Proceso

El secado de liofilización consiste en tres etapas: congelación, sublimación o secado primario y desorción o secado secundario. (Figura 4).

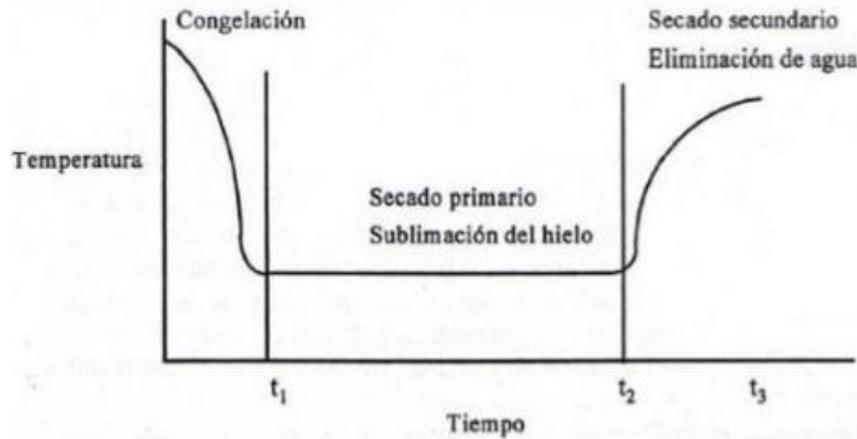


Figura 4: Etapas del secado por liofilización.

Fuente: Barboza y Vega (2000)

2.3.2.1. Fase de Congelación.

El alimento durante esta primera fase se adecua a temperaturas bajas, donde el agua que contiene el alimento pase de la fase líquida a fase sólida, se busca que el soluto se redistribuya y se concentre de manera relativa la congelación parcial del agua, para que durante la etapa de secado el tiempo disminuya. (Rangel, 2004).

2.3.2.2. Fase de Sublimación o Secado Primario.

Durante esta fase se elimina el agua libre y parte de agua ligada, esta constituye el 90% del total de agua en el alimento, se calienta a condiciones de vacío para dividir el agua por sublimación, entre tanto que se mantiene por debajo del punto eutéctico. (Wolti *et al.*, 2005).

2.3.2.3. Fase Desorción o Secado Secundario

Durante esta etapa se evapora el agua que no llega a sublimarse en la fase de secado primario, es decir la temperatura se eleva. Para que de paso a la fase es recomendable que el alimento este en un 3% del contenido de agua inicial. (Wolti *et al.*, 2005).

2.3.3. Ventajas y Desventajas del Proceso de Liofilización

En este proceso va relacionado con la calidad y conservación del alimento comparando con los métodos restantes de secado. (Umaña, 2004).

2.3.3.1. Ventajas

El proceso de liofilización contribuye a que el alimento conserve sus propiedades, las cuales son: sabor, textura, olor e ingredientes activos. (Duan *et al.*, 2013). Esto le aporta un valor agregado al alimento liofilizado y un transporte fácil. Los alimentos liofilizados se rehidratan con más facilidad hasta que recupere la cantidad de humedad y a las características organolépticas semejantes al alimento inicial. (Witkiewicz y Nastaj, 2010; Ramírez, 2011).

2.3.3.2. Desventajas

El proceso de liofilización dura un largo tiempo, esto puede significar horas hasta días además los gastos en energía aumentan en la etapa de secado primario o sublimación, por lo que los costos de procesamiento se elevan (Kasper y Friess, 2011). La estructura del alimento se rompe y se arruga,

causado por algún colapso en la liofilización de algunos alimentos, debido a esto no se puede tornar a su origen inicial. (Lee *et al.*, 2006)

2.4. COMPRIMIDO

2.4.1. Definición

Son fármacos solidos que de acuerdo a su elaboración contienen principios activos, además se divide en dos grupos: excipientes y sin excipientes, porque ayudan a enmascarar olores desagradables. Son elaborados por compresión a elevadas presiones, utilizando equipos mecánicos, punzones, moldes, entre otros, todo de material de acero inoxidable. (Aulton M, 2004).

2.4.2. Clasificación

2.4.2.1. Comprimidos Recubiertos

Son llamados así porque en la superficie está recubierta por una o por varias capas de elaboradas con resinas naturales o sintéticas, como por ejemplo: gelatina, gomas, azucares, entre otros; además se utiliza colorantes no dañinos para los seres humanos, para enmascarar olores desagradables del medicamento, y en otros casos aromatizantes. (Flores, 2012).

2.4.2.2. Comprimidos No Recubiertos

Su elaboración es simple, pero hay problemas frecuentemente. No es suficiente solo con colocar la cantidad necesaria de polvo o granulado en la matriz de una máquina de comprimir y compactarlo entre dos punzones. Es necesario que este granulado o polvo cuente con diversas condiciones tales

como: que las partículas se aglutinen suficientemente para resistir golpes y manipulaciones tras la compresión y a la vez se deslizan sin resistencia por la tolva de llenado. (Flores, 2012).

2.4.3. Ventajas y Desventajas de Comprimidos

2.4.3.1. Ventajas

- Volumen pequeño, livianos y compactos; sin embargo, de dosis mayores.
- Fácil transporte.
- Bajo costo en su elaboración.
- Precisión en la dosificación.
- Los pacientes lo aceptan con facilidad. (Li *et al.*, 2015)

2.4.3.2. Desventajas

- Dificultad en consumirlo.
- Difícil de comprimir algunos principios activos.
- A veces no hay exactitud con respecto al contenido.
- Los principios activos en su elaboración con otros ingredientes tienden a tener mal sabor y olor. Por eso se enmascara. (Montesdesoca, 2010).

Los comprimidos tiene diversidad de presentaciones: cubicas, ovaladas, cilíndricas, redondas, entre otros. También se diferencian en tamaño y pesos, de acuerdo a la formulación que va hacer utilizado. (Calvopiña *et al.*, 2003). Los comprimidos se recubren para la protección de diversos factores que pueden

afectar como por ejemplo: humedad, luz, aire, y enmascarar olores y sabores, mejorar su aspecto. (Morcom *et al.*, 2009).

2.5. VITAMINA C

2.5.1. Definición

También se le conoce como ácido ascórbico, es un compuesto hidrosoluble. El ser humano no puede sintetizar al nutriente fundamental por sí solo, y también es considerado como agente reductor o antioxidante más reactivo. Además con mayor rapidez se oxida, en donde influye, oxígeno, azúcares, enzimas, temperatura, pH, aminoácidos oxidantes o reductores, concentración de sal y reductores inorgánicos. (Lucero, 2011).

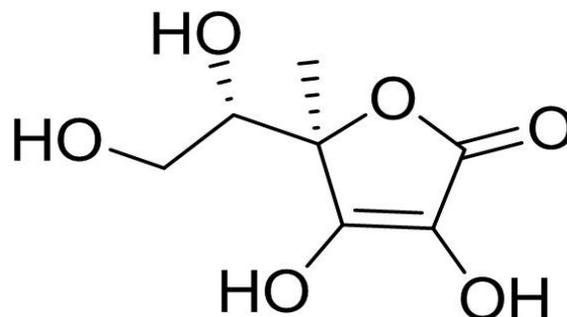


Figura 5: Ácido Ascórbico (Vitamina C)

Fuente: Dávila, 2003.

2.5.2. Fuentes de vitamina C

Los principales alimentos ricos en vitamina C son las frutas frescas, principalmente las frutas cítricas como naranja, pomelo, kiwi, grosella negra entre otros; sin embargo el camu-camu, brinda 30 veces más vitamina C.

(Sanabria y Consuelo, 2012). Se debe incluir en la alimentación diaria, la dosis recomendada para el organismo es de 100 mg por día, es decir para hombres la cantidad recomendada es de 90 mg/día y para mujeres es de 75 mg/día. (Manela *et al.*, 2003).

2.5.3. Método Espectrofotométrico

Es uno de los métodos de análisis que se emplean con más frecuencia dentro del campo del análisis de los alimentos: las regiones del espectro más usadas en dicho campo son el ultravioleta y el visible, y en algunos casos el infrarrojo cercano. Mediante la reducción del colorante 2,6 diclorofenol – indofenol, por efecto de la solución estándar de colorante. Cada determinación de análisis cuantitativo por espectrofotometría debe realizarse en una longitud de onda específica de 520 nm, a fin de que los datos a obtenerse sean precisos y exactos. (Sanabria y Consuelo, 2012).

2.6. POLIFENOLES TOTALES

2.6.1. Definición

Los polifenoles, son sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilo, incluyendo derivados funcionales (ésteres, glucósidos, etc.). El ácido gálico es un ácido fenólico natural soluble en agua, se utiliza como estándar para curvas de calibración para cuantificar polifenoles totales, es decir, es un equivalente. (Ruiz *et al.*, 2010).

2.6.2. Fuentes de Polifenoles Totales

En la actualidad no existen ingestas diarias recomendadas de polifenoles, aunque las recomendaciones podrían estar basadas en la cantidad de polifenoles ingeridos dentro del programa “5 al día”. Por ello, utilizando datos de la USDA de ingesta de polifenoles esperadas en individuos que consumen 5 piezas de frutas o verduras al día, se podrían alcanzar valores de ingesta >500 mg/día; incrementándose dicho valor entre 500 – 1000 mg/día si se considera la ingesta de otros alimentos ricos en polifenoles como infusiones, café, té o cacao (Williamson y Holst, 2008)

2.6.3. Método Folin Ciocalteu

El procedimiento de Folin Ciocalteu, es uno de los métodos más antiguos, los reactivos consiste en mezclar tungstato y molibdato en un medio altamente alcalinas (en un pH > 10, ajustada con carbonato de sodio), donde ayuda a los fenoles a oxidarse, por medio de molibdotungstato, vira color azul porque es proporcional de la cantidad de fenoles presentes en la muestra, con un máximo de absorbancia de 726 nm (Prior *et al.*, 2005).

2.7. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

2.7.1. Definición

La capacidad antioxidante está relacionado con sus propiedades redox (oxidación-reducción), como metales prooxidantes (quelantes), también como captador de radicales y donador de hidrogeno. (Gorinstein *et al.*, 2010). Desde el punto de vista nutricional, la actividad antioxidante, se asocia con su papel

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de Ejecución

El trabajo de investigación fue desarrollada en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial, Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales y Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales localizados en la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia Prima

En el trabajo de investigación se utilizó dos materias primas:

- **Camu camu (*Myrciaria dubia*) variedad HBK**

Se recolectaron en estado de madurez (Pintón) y tamaño uniforme (diámetro: 10 – 16 mm), provenientes del mercado mayorista 2 de mayo, ubicado en el Distrito de Chimbote.

- **Arándano (*Vaccinium corymbosum*) variedad BILOXI**

Se recolectaron en estado de madurez (Maduro) y tamaño uniforme (diámetro: 1.5 – 4 cm), provenientes de la provincia de Viru, Región La Libertad.

En total para esta investigación se utilizaron 5 Kg de cada fruto los cuales se dividieron proporcionalmente para las mezclas, para los análisis fisicoquímicos y para los análisis en general.

3.3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.3.1. Reactivos e Insumos

- 2,6-diclorofenol indofenol.
- Acido oxálico al 0.5%.
- Folin Ciocalteu.
- Ácido Gálico (ácido 3, 4, 5-trihidroxibenzoico).
- Carbonato de Sodio (NaCO_3) 20%.
- DPPH (2,2 – Difenil -1 – Picrihidracil).
- Trolox (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)
- Metanol grado HPLC al 100%
- Maltodextrina (Agente encapsulante).
- Fenolftaleína.
- Agua destilada.

3.3.2. Materiales Complementarios

- Vasos de precipitado de 100 ml, 300 ml.
- Pipetas Graduadas de 5 y 10 ml.
- Fiolas de 10 ml, 50 ml y 10 ml.
- Placas Petri.
- Viales marca Pirex
- Matraces Erlenmeyer de 100 - 250ml marca Pirex

3.3.3. Equipos

- Balanza Analítica. Mod. LX 220^a, Marca: Precisa.
- Equipo de Titulación Potenciométrico. Mod. A211, Marca Orion Star.
- Refractómetro Digital. Mod. J157, Marca: Rudolph Research Analytical.
- Espectrofotómetro UV visible. Mod. V – 670, Marca: Jasco.
- Extractora. Marca Oster.
- Licuadora. Marca Oster.
- Sensores de Temperatura. Mod. M4T1, Marca Data Trace.
- Liofilizador. Modelo, Marca: Labconco.
- Baño María.
- Prensa Hidráulica manual. Marca: Neo

3.3.4. Otros materiales

- Papel Aluminio.
- Papel Toalla.
- Bolsas de polipropileno
- Botellas de plástico, color blanco.
- Espátula.
- Plancha de acero inoxidable.

3.4. Métodos

3.4.1. Caracterización de las materias primas

La caracterización se realizó al arándano (*Vaccinum corymbosum*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) por separado.

A. Humedad: se determinó por secado y diferencia de pesos de acuerdo al método de la estufa AOAC. 930.15 2005.

B. pH: se empleó el método potenciométrico AOAC. 981.12 2005.

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

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

E. Ácido Ascórbico (Vitamina C): La determinación del ácido ascórbico, fue por el método espectrofotométrico, basado en la reducción del colorante 2-6 diclorofenol – indofenol, por efecto del ácido ascórbico en solución. El estándar utilizado fue ácido ascórbico, donde los resultados se expresaron en **mg ácido ascórbico/ 100g muestra**. Las mediciones se hicieron a 520 nm.

F. Método de extracción para obtener las muestras para la determinación de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante: Para obtener las muestras se utilizó el método de extracción con Metanol al 80%. Se pesó 2 gr de la muestra, se colocó en un matraz, previamente cubierto con papel aluminio para evitar el paso de luz y se aforaron a 10 ml de disolvente (Metanol al 80%). Se colocaron en tubos cónicos de 15ml y se cerró

cuidadosamente y se agito por un tiempo de 15 min en el vortex. Acto seguido se colocó en ultrasonido por un tiempo de 10 min. Luego se procedió a centrifugar a 3500 rpm a un tiempo de 10 min. La parte líquida se colocó en un depósito oscuro y se almacenó en refrigeración hasta la hora de los análisis.

- **Determinación de Polifenoles Totales:** la determinación de los polifenoles totales se realizó por el método espectrofotométrico propuesto por Folin Ciocalteu (1927). El método se realizó por triplicado. Las muestras a utilizar es necesario diluir para realizar el método, de estas diluciones se tomó 900 μl y se añadió en un tubo de vidrio oscuro, luego se agregó 2400 μl de agua destilada, acto seguido se añadió 300 μl de solución Folin Dennis, se agito en el vortex y se dejó reposar por un tiempo de 5 min. Luego se añadió 150 μl de Na_2CO_3 , (Carbonato de Sodio), para detener la reacción y se volvió a agitar, luego se dejó reposar por un tiempo de 5 min, obteniendo un volumen de 3750 μl , para después leer a 726 nm en el espectrofotómetro las absorbancias, apreciando una variación en la coloración de amarillo a azul.

Las absorbancias que se obtuvieron se introdujeron en la curva de calibrado, donde el estándar utilizado fue **ÁCIDO GÁLICO**. El contenido de polifenoles totales se expresaron como equivalentes de ácido gálico, **mg EAG/ 100g muestra**.

- **Determinación de Capacidad Antioxidante – DPPH:** la capacidad antioxidante se determinó utilizando el radical libre estable 1,1 difenil-2picrilhidrazil (DPPH), consiste en un electrón dispar que en estado normal es de color azul violeta, frente a un antioxidante el color cambia a un color amarillo. El método se realizó por triplicado. En un tubo de vidrio oscuro se agregó 50 μ l de muestra, luego se agregó 6.25 mL de la solución del radical Dpph, se agito en el vortex y se dejó reposar por 2 horas a una temperatura de 37°C. Para después leer a 517 nm., en el espectrofotómetro las absorbancias, apreciando una variación en la coloración de azul violeta a amarillo.

Las absorbancias que se obtuvieron se introdujeron en la curva de calibrado, donde el estándar utilizado fue el reactivo de TROLOX. El contenido de capacidad antioxidante se expresaron como **μ mol TE/100 gr de muestra.**

Preparación de reactivos

- **Solución de DPPH (40 ppm):** Se pesó 0.02 g de DPPH colocando el contenido en una fiola color ámbar de 500 mL y se agregó 250 mL de metanol HPLC, se acondiciono el contenido en un vaso de precipitado recubierto en papel aluminio y se colocó el magneto para hacer uso de un agitador magnético por un tiempo de 20 minutos, luego se añadió 250 mL de agua destilada y se agito por un tiempo de 20 minutos más. Después se vertió el contenido en la fiola color ámbar de 500 mL aforando con

metanol. Se agito por tercera vez durante un tiempo de 10 minutos Se protegió la solución DPPH de la luz en cada etapa de la preparación.

- ***Estándar de trolox (50 mg/10mL):*** Se pesó 0.005 g de Trolox, se transfirió el reactivo a una fiola color ámbar de 10 mL y se adicionó 5 mL de metanol HPLC, Se agito en el vortex durante 5 minutos. Posteriormente se añadieron 5 mL de agua destilada y se agito por 5 minutos más, para finalmente aforar con metanol HPLC.

Determinación de curva patrón

- Se tomaron alícuotas de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 mL del estándar de trolox (50 mg/100mL) y se vertió en tubos de vidrio color ámbar (cada punto por triplicado).
- Se adiciono 6.25 mL de solución de DPPH
- Se llevó a incubación en baño maría con agitación a 37 °C por 2 horas.
- Se realizó la lectura a 517 nm previamente utilizando el blanco de agua destilada.

Determinación de actividad antioxidante

Se determinó multiplicando por el factor de dilución las concentraciones obtenidas en el espectrofotómetro a una longitud de 517 nm.

3.4.2. Descripción del Proceso para la Obtención del Comprimido

A. Recepción

Se recepción 5 kg de arándano y camu camu.



Figura 7: Recepción de arándano y camu camu.

B. Selección y Clasificación

Se separó la materia prima con daños físicos y una clasificación en tamaño, con la finalidad de tener materia prima uniforme.



Figura 8: Selección y clasificación de arándano y camu camu.

C. Lavado y Desinfección

Se realizó con agua potable eliminando material extraño que se encuentran adheridas a la superficie de las frutas y una inmersión en hipoclorito de sodio a 100 ppm en un tiempo de 5 minutos.



Figura 9: Lavado y desinfección de arándano y camu camu.

D. Extracción del Zumo

Se utilizó un extractor Marca OSTER Mod. FPSTJE316P-013, obteniendo el zumo separando cascaras y semillas, con la finalidad que estas no interfieran en los resultados. El zumo obtenido de las muestra se deposita en vaso precipitado cubierto con papel aluminio para evitar que la luz ingrese.



Figura 10: Extracción del zumo de arándano y camu camu

E. Mezclado

Se realizó utilizando una licuadora Marca OSTER mod. 3 velocidades 4655 con una potencia 1, teniendo en cuenta el diseño experimental que consta de 10 tratamientos.



Figura 11: Mezcla del zumo de arándano y camu camu para los tratamientos.

F. Acondicionamiento

Se utilizó maltodextrina, un producto de baja hidrólisis entre almidón y edulcorante, resistente al calor y baja higroscopicidad (Anexo 7) como agente encapsulante, se adiciono al 100 % en base a los sólidos solubles de la mezcla al liofilizar, homogenizando en una licuadora, agregando poco a poco y así obtener una mezcla completa y homogénea.



Figura 12: Tratamientos acondicionados con % de maltodextrina

G. Liofilización

La mezcla acondicionada y homogenizada se colocó en la bandeja cuadrada de acero inoxidable y se instaló termo sensores para realizar los controles del proceso.



Figura 13: Secado de los tratamientos elaborados por liofilización.

H. Molienda

Se realizó manualmente obteniendo una harina homogénea de la mezcla liofilizada, para evitar que capte humedad.



Figura 14: Molienda de los tratamientos elaborados.

I. Comprimido

Se utilizó una prensa hidráulica de 20 toneladas con manómetro de Marca NEO mod PH 1020 utilizando una presión de 2.61 mbar sobre la plancha de acero inoxidable para la elaboración de 25 comprimidos de diámetro 9mm



Figura 15: Compresión de los tratamientos liofilizados mediante una prensa hidráulica.

J. Almacenamiento

Se almaceno en frascos blancos de boca ancha, liviana y resistente de polietileno de alta densidad con una capacidad de 50 ml, para los análisis posteriores.



Figura 16: Almacenamiento de los comprimidos en frascos blancos.

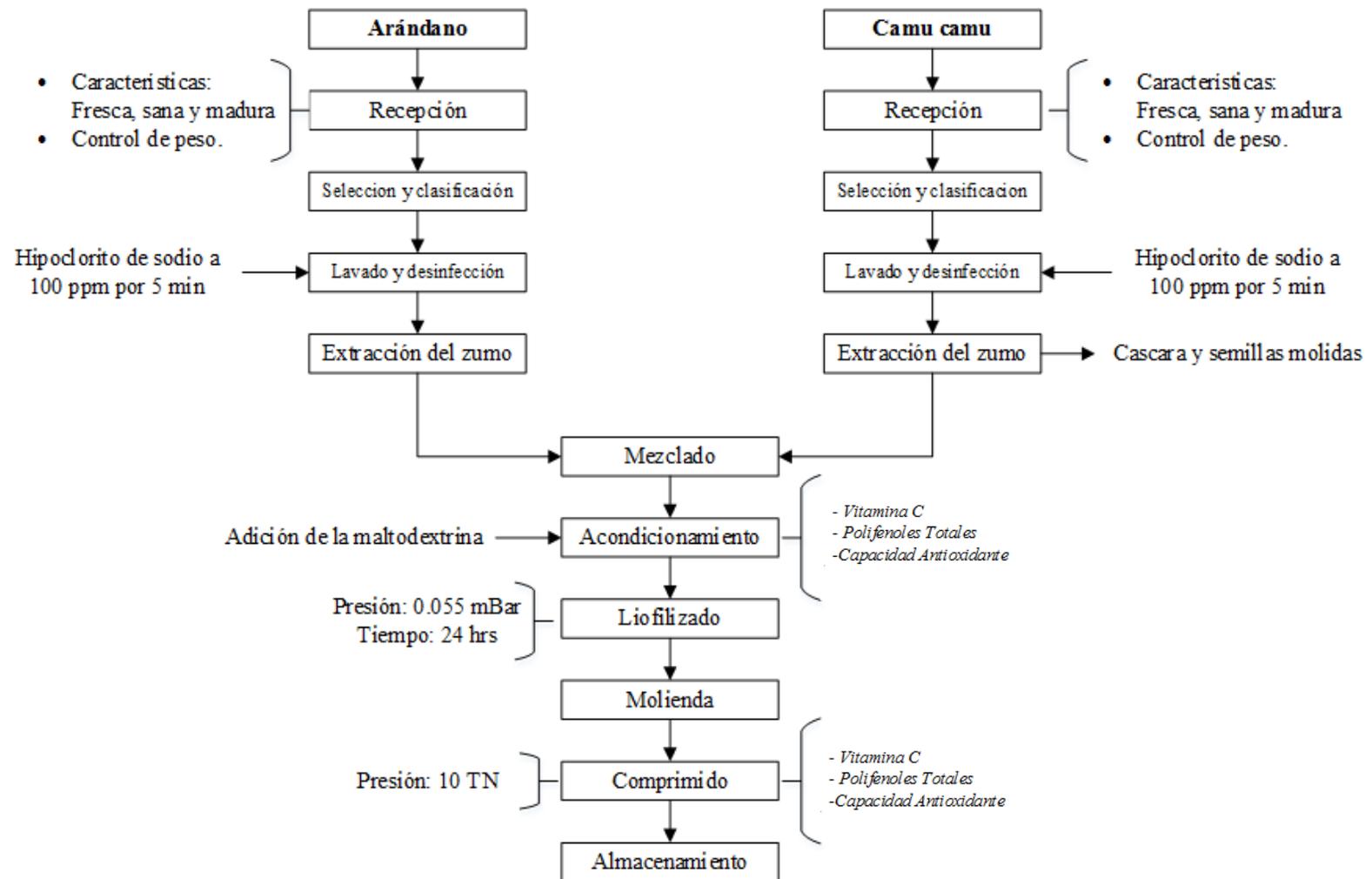


Figura 18: Diagrama de flujo para la elaboración del comprimido

3.4.3. Elaboración y Evaluación de los comprimidos

Los comprimidos se elaboraron considerando los 10 tratamientos con diferentes porcentajes de arándano (*Vaccinium corymbosum*) y camu (*Myrciaria dubia*) agregando maltodextrina (Encapsulante) al 100% de acuerdo a los °Brix de la mezcla final. Estos fueron evaluados en vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, análisis que ya están detallados.

3.4.4. Evaluación del comprimido óptimo

Con la finalidad de comprobar que la forma farmacéutica óptima cumpla con las especificaciones generales.

3.4.4.1. Ensayo de disgregación

Este ensayo reduce al comprimido en partículas pequeñas en un tiempo determinado a condiciones específicas (simulación de un estomago). Este ensayo se aplica a comprimidos con excepción de aquellos que estén diseñados como formas farmacéuticas de liberación modificada y comprimidos masticables.

Consta de un vaso precipitado de 250 ml con una frecuencia constante, colocar un comprimido en cada uno de los vasos precipitados, con un volumen del líquido a 150 ml en el recipiente con una frecuencia constante. Emplear agua a $37,0 \pm 2,0$ °C con un pH de 2 a 3 en un medio ácido como medio de inmersión y un tiempo de 30 minutos. Transcurrido el tiempo establecido, se observa los comprimidos estos deben haberse disgregado completamente. Transcurrido dicho tiempo observar los comprimidos de haberse disgregado completamente

3.4.5. Diseño Experimental

El diseño estadístico que se empleo fue un Diseño Experimental de Mezclas del Design-Expert 7. Evaluación de 10 tratamientos con 3 repeticiones de 2 componentes (Zumo de arándano y zumo de camu camu) con 3 respuestas (vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante) a un nivel de significancia de 5%.

Tabla 4: Diseño Experimental de la Mezcla (Arándano y Camu Camu)

	<i>Componente 1</i>	<i>Componente 2</i>	<i>Respuesta 1</i>	<i>Respuesta 2</i>	<i>Respuesta 3</i>
Run	A:Zumo de Arándano	B:Zumo de Camu Camu	Capacidad Antioxidante	Polifenoles Totales	Vitamina C
	%	%			
1	47.6	52.4			
2	45.0	55.0			
3	60.0	40.0			
4	55.0	45.0			
5	40.0	60.0			
6	42.5	57.5			
7	40.0	60.0			
8	50.0	50.0			
9	57.5	42.5			
10	60.0	40.0			

Fuente: Design – Expert 7

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUIMICA DE ARANDANO Y CAMU CAMU.

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica del arándano y camu camu.

Tabla 5: Caracterización Fisicoquímica de Arándano y Camu camu

COMPONENTE	Arándano	Camu camu
Humedad (%)	90.97 ± 0.64	91.27 ± 0.46
pH	2.73 ± 0.03	2.47 ± 0.01
Solidos Solubles (°Brix)	12.13 ± 0.31	7.67 ± 0.12
Acidez Titulable (% ac. Cítrico)	1.62 ± 0.07	2.76 ± 0.56
Vitamina C (mg AA/ 100g)	20.77 ± 0.47	2086.12 ± 37.2

La humedad reportada es de 90.97% ± 0.64, similar valor según (Arteaga, y Arteaga, 2016) con 92 %, pero mayor con lo reportado por (Gamboa y Silva, 2018) con 86.13%. Y con respecto al camu camu se obtuvo un valor de 91.27 % ± 0.46, valor que se encuentra no muy lejano a lo reportado por (Mamani, 2019) con 93.13 %

Para el valor de pH en el arándano y camu camu, se obtuvo un promedio de 2.73 ± 0.03 y 2.47 ± 0.01, respectivamente. Y según Belitz y Grosh (2011) el arándano se encuentra en un rango de 2.85 a 3.4, por su estado de madurez, mientras que el fruto

de camu camu, según Mamani (2019) se encuentra en un promedio de 2.71 valor no muy lejano de lo reportado.

En cuestión de sólidos solubles en arándano, se obtuvo 12.13 ± 0.31 °Brix, valor que se encuentra dentro del intervalo de 12 a 14 °Brix y 10 a 15 °Brix mencionado por (Hernández, 2014) y (Belitz y Grosh, 2011), respectivamente. Y en camu camu, según Maeda *et al.*, (2006) reportó un valor de 6.2 °Brix., sin embargo se obtuvo un resultado de 7.67 ± 0.12 °Brix, dato que es mayor por un estado de madurez óptimo.

Para la acidez titulable en arándano, se obtuvo un valor de $1.62 \pm 0.07\%$, mientras Jiménez, (2014) reportó valores menores que varían entre 0.39 - 1,24. Mientras que en camu camu se obtuvo un $2.76 \pm 0.56\%$, el cual es un resultado mayor a comparación de lo reportado por (Villanueva, 2010) con 2.41% y menor por (Torres, 2010) con 3.21%.

El contenido de vitamina C de las frutas utilizadas, tienen una gran diferencia 20.77 ± 0.47 y 2086.12 ± 37.2 mg AA/ 100 g de arándano y camu camu, respectivamente. El zumo de arándano según Hernández, (2014) y Figueroa *et al.*, (2010) se encuentra entre 20.19 y 18.9 mg AA/100 g, respectivamente. Y en el camu camu reportan valores mayores por el estado de madurez, según Maeda *et al.*, (2006) con 3092,62 mg AA/100 g. y Yuyama *et al.*, (2002) con 6112 mg AA/100g, y un valor menor de 1858.65 mg AA/100 g reportado por Verastegui y Leonid, (2011).

4.2. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ARÁNDANO Y CAMU CAMU.

Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y camu camu (*Myrciaria dubia*), se analizaron el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante. (Tabla 6).

Tabla 6: Contenido de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del arándano y camu camu.

Materia Prima	Polifenoles Totales (mg EAG/ 100 g)	Capacidad Antioxidante (umol ET/100 g)
Arándano	715.82 ± 58.5	2148.24 ± 101.5
Camu Camu	615.81 ± 29.0	994.14 ± 31.5

Lo estudiado por Giovanelli y Buratti, (2009), el contenido de capacidad antioxidante va de la mano con el contenido de polifenoles totales, es decir a mayor concentración de polifenoles totales mayor es la capacidad antioxidante.

4.2.1. Contenido de Polifenoles Totales

A. Arándano

En polifenoles totales, se obtuvo un resultado de 715.82 mg EAG/100g fruta fresca en triplicación de la muestra, valor mucho mayor reportado por otros autores. La USDA (2004), reporto resultados de polifenoles totales de arándanos cultivados en Estados Unidos, con valores mínimo y máximo de 158,03 y 459,05 mg EAG/100g arándano fresco respectivamente. Ochmian

et al., (2009), reportó un valor de 231,03 mg EAG/100g de arándano fresco cultivados en Polonia. Según Giovanelli y Buratti, (2009), estudió el contenido fenólico de distintas variedades encontrando valores que oscilaban entre 250 a 310 mg EAG/100g arándano fresco cultivados en Italia. En Perú, se realizó un estudio del contenido de polifenoles totales obteniendo 530.46 ± 17.80 y 877.79 ± 16.69 mg EAG/100g fruta fresca según origen geográfico en Huacho (Lima) y Coris (Ancash) respectivamente, reportado por (Price *et al.*, 2017). Y teniendo una diferencia mayor con lo reportado por (Chirinos *et al.*, 2010) con 1320 mg EAG/100g, valor que es muy elevado a comparación de otros frutos similares investigado por Wu *et al.*, (2004), las cerezas (339 mg EAG/100 g) y ciruelas (366 mg EAG/100 g).

La variación de polifenoles totales en berries depende de diversos elementos como condiciones ambientales, grado de madurez, variedad del cultivo, almacenamiento y procesamiento de las frutas (Vollmannová, 2009). A bajas temperaturas de almacenamiento los berries aumentan su contenido de polifenoles, además se puede extraer fácilmente, por la degradación de estructuras celulares. (Bakowska-Barczak y Kolodziejczyk, 2008).

B. Camu camu

La cantidad de polifenoles totales en el camu camu se encontró una cantidad de 919.81 ± 29.0 mg EAG/ 100 g, valor que se encuentra cercano de lo que reportaron por (Salgado *et al.* 2012) titulado “Polifenoles en tres accesiones

de camu camu (*Myrciaria dubia*)"; los datos reportados fueron 1292.028, 1476.405, 1307.291 mg EAG/100 g. Y Chirinos *et al.*, (2010) reportaron el contenido de polifenoles totales en tres estado de madurez del fruto, verde (1120 mg EAG/100 g), pintón (1420 mg EAG/100 g) y maduro (1320 mg EAG/100 g). Pero reportado por (Paucar, 2014) con 794.14 mg AEG /100 g. Además Park *et al.*, (2006) menciona que cuando inicia el estado de madurez de la fruta, hay cambios en la composición química por la presencia de etileno, por lo que favorece en la concentración de polifenoles.

Comparando el contenido de polifenoles con otras frutas similares, Díaz, (2010) reporta 75 mg EAG/ 100g en el fruto del noni, Kuskoski, *et al.*, (2005) menciona 20 mg EAG/ 100g en el maracuyá. El camu camu es uno de los frutos ricos en antioxidantes naturales. A pesar de que sus concentraciones en contenido de polifenoles totales, si este va disminuyendo por su maduración, sigue siendo el fruto potencial en antioxidante.

4.2.2. Contenido de Capacidad Antioxidante

A. Arándano

El arándano no solo es un fruto por su excelente calidad sino por las propiedades antioxidantes, su consumo diario ayuda a prevenir enfermedades crónicas tales como cáncer, cataratas, enfermedades cardiovasculares y entre otras. (Hernández, 2017).

Según Cruzado y Brandot (2018), cuantifico la capacidad antioxidante de la etapa de recepción obteniendo un valor alto de 3098,1077 $\mu\text{mol TE}/100\text{ gr}$ de muestra de la fruta completa mientras, (Netzel *et al.*, 2007) reporta un resultado de 10.35 $\mu\text{mol TE}/100\text{ gr}$ de muestra, siendo la treintava parte con respecto al autor mencionado anteriormente, pero menciona que la fruta analizada es cosechada en Australia. Asimismo, Seeram (2008), menciona un 13.3 y 17.1 $\mu\text{mol TE}/100\text{ gr}$ de muestra en jugo de arándano. Sin embargo, el género *Vaccinium* es conocido por contener una mayor cantidad de capacidad antioxidante (Beccaro *et al.*, 2006).

Según Jiménez y Abdelnour (2013), reporto valores de 112.84 a 156.20 $\mu\text{mol TE}/100\text{ gr}$, frutas cosechadas de diferentes localidades de Costa Rica, las cuales muestran un alto contenido de antioxidantes, por ser frutas de diferentes grado de maduración. A diferencia de un mayor valor de 92 y 94 $\mu\text{mol TE}/100\text{ gr}$ de capacidad antioxidante de los arándanos comerciales de ese país. (Inkanatural, 2008).

B. Camu camu

El camu camu, es un alimento funcional por su elevado contenido de antioxidante, considerándose uno de los frutos más elevados a comparación de las otras frutas amazónicas. Últimamente las personas han tomado una vida saludable, el camu camu es una fuente natural de vitamina C. Hay diversos estudios con referente a este fruto, Camargo *et al.*, (2015) hizo análisis con camu camu, con un estado de madurez de 88 días, encontrado

un rango de 500 000 a 600 000 umol TE/ 100 g de muestra de pulpa de camu camu.

Además la capacidad antioxidante, polifenoles totales y el ácido ascórbico va directamente en contenido. Por lo estudiado de la fruta de camu camu el estado de madurez pintón posee un mayor contenido de capacidad antioxidante. (Verastegui y Leonid, 2011).

Se investigó la pulpa y cascara de camu camu obteniendo 5159.50 y 5848.90 umol TE/100 g de muestra, mediante el método de DPPH y 5036,5 y 5810.03 umol te/100 g de muestra por el método de ORAC. (Neves *et al.*, 2015). Teniendo en cuenta que el contenido de capacidad antioxidante en pulpa y cascara sobre pasa al contenido de pulpa obtenido en esta investigación.

4.3. ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LOS TRATAMIENTOS DE MEZCLA DE ARANDANO Y CAMU CAMU.

Tabla 7: Análisis fisicoquímicos de las mezclas de los tratamientos elaborados

Tratamientos	A (%)	CC (%)	Humedad (%)	pH	°Brix	Acidez Titulable (%)
T1	47.6	52.4	79.54 ± 0.29	3.00 ± 0.14	20.27 ± 0.11	1.53 ± 0.12
T2	45.0	55.0	79.45 ± 0.24	2.63 ± 0.18	20.07 ± 0.11	1.51 ± 0.19
T3	60.0	40.0	79.92 ± 0.35	2.94 ± 0.18	19.07 ± 0.23	1.55 ± 0.14
T4	55.0	45.0	79.18 ± 0.14	2.64 ± 0.19	20.20 ± 0.20	1.50 ± 0.18
T5	40.0	60.0	79.97 ± 0.22	2.95 ± 0.13	17.80 ± 0.20	1.56 ± 0.12
T6	42.5	57.5	79.25 ± 0.29	2.99 ± 0.18	19.13 ± 0.15	1.62 ± 0.17
T7	40.0	60.0	79.68 ± 0.18	2.94 ± 0.12	17.93 ± 0.23	1.57 ± 0.12
T8	50.0	50.0	79.21 ± 0.33	3.01 ± 0.15	19.87 ± 0.15	1.43 ± 0.18
T9	57.5	42.5	79.94 ± 0.12	2.63 ± 0.28	19.20 ± 0.20	1.45 ± 0.37
T10	60.0	40.0	79.83 ± 0.20	2.95 ± 0.12	18.80 ± 0.22	1.52 ± 0.17

A = Zumo de Arándano

CC = Zumo de Camu Camu

Los tratamientos elaborados fueron previamente homogenizados con la adición de la maltodextrina en un 100% a partir de los sólidos solubles (°Brix) de cada mezcla, en la Tabla 7, los °Brix de los tratamientos están en un rango de 17.80 a 20.27°Brix, por el encapsulante agregado que es un oligosacárido aumenta los °Brix, pero no aumenta ni disminuye el contenido de los otros parámetros y protege el contenido

de capacidad antioxidante, polifenoles totales, vitamina C, entre otros compuestos. En el F8 (50% A – CC 50%) se obtuvo un pH máximo de 3.01 ± 0.15 y una acidez titulable mínimo de 1.43 ± 0.18 ; pero comparándolo con los datos de la Tabla 5, los resultados no son muy lejanos.

4.4. LIOFILIZACION

El ingrediente principal del comprimido se obtuvo a través del método de liofilización estandarizando los mismos parámetros para todos los tratamientos descrito en la Tabla 8, método que se utilizó porque según Melgarejo, (2018), preserva y protege compuestos fenólicos, vitamina C, antioxidantes, entre otros. Se elaboró los comprimidos mediante un molde de acero inoxidable y luego se utilizó una prensa hidráulica manual descrito en el diagrama de flujo. (Figura 8).

Tabla 8: Parámetros de Liofilización de los Tratamientos

PARAMETROS	UNIDADES
Presión	0.055 mbar
T° de Congelación	- 35 °C
T° y Tiempo de Sublimación	-10 °C x 10 horas
T° y Tiempo de Desorción	30°C x 14 horas

Se obtuvieron 10 tratamientos de comprimidos por triplicado, diferenciándose en la cantidad de porcentaje de zumo de arándano y zumo de camu camu según el diseño experimental (Tabla 4).

Seguidamente se analizó el contenido de vitamina C por el método de espectrofotometría (Anexo 2), polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu (Anexo 3) y actividad antioxidante por el método de DPPH (Anexo 4).

4.5. ANÁLISIS DE LA VITAMINA C

Se evaluó el contenido de vitamina C en el comprimido de arándano y camu camu.

Tabla 9: Determinación de Vitamina C del Comprimido de los 10 Tratamientos

TRATAMIENTOS	COMPRIMIDO
	VITAMINA C
	mg AA/100 g
T1	186.39 ± 0.19
T2	191.63 ± 0.09
T3	174.48 ± 0.14
T4	180.81 ± 0.18
T5	210.15 ± 0.06
T6	200.93 ± 0.13
T7	207.95 ± 0.17
T8	193.35 ± 0.25
T9	181.68 ± 0.09
T10	169.86 ± 0.05

En la Tabla 9, se observa los valores del contenido de vitamina C del comprimido que disminuyen por el tratamiento de liofilización. Respecto al comprimido se

reportó que en T5 (40% zumo de arándano – 60% zumo de camu camu) se encuentra mayor contenido de Vitamina C con 210.15 ± 0.06 mg AA/100 g, mientras que en T10 (60% zumo de arándano – 40% zumo de camu camu), se obtuvo menor contenido con 169.86 ± 0.05 mg AA/100 g. Resultados que se obtuvo promediando las 3 repeticiones de cada formulación mencionado. Resaltando los datos mencionados se observa que los tratamientos con mayor porcentaje de camu camu, el contenido de vitamina C aumenta.

En la Tabla 10, el análisis de varianza para Vitamina C del comprimido, permite visualizar la significancia para el comprimido. Prueba la significancia estadística de los componentes en conjunto.

Tabla 10: ANOVA para Vitamina C del comprimido

Fuente	Suma de Cuadrados	DF	Cuadrado medio	Valor - F	Valor - P	
Modelo	1536.51	2	768.26	39.11	0.0002	Significativo
Mezcla lineal	1517.30	1	1517.30	77.25	< 0.0001	
AB	19.22	1	19.22	0.98	0.3555	
Residual	137.49	7	19.64			
Falta de ajuste	124.40	5	24.88	3.80	0.2213	No significativo
Error puro	13.09	2	6.55			
Total (corr.)	1674.00	9				

Ecuación final en términos de componentes reales:

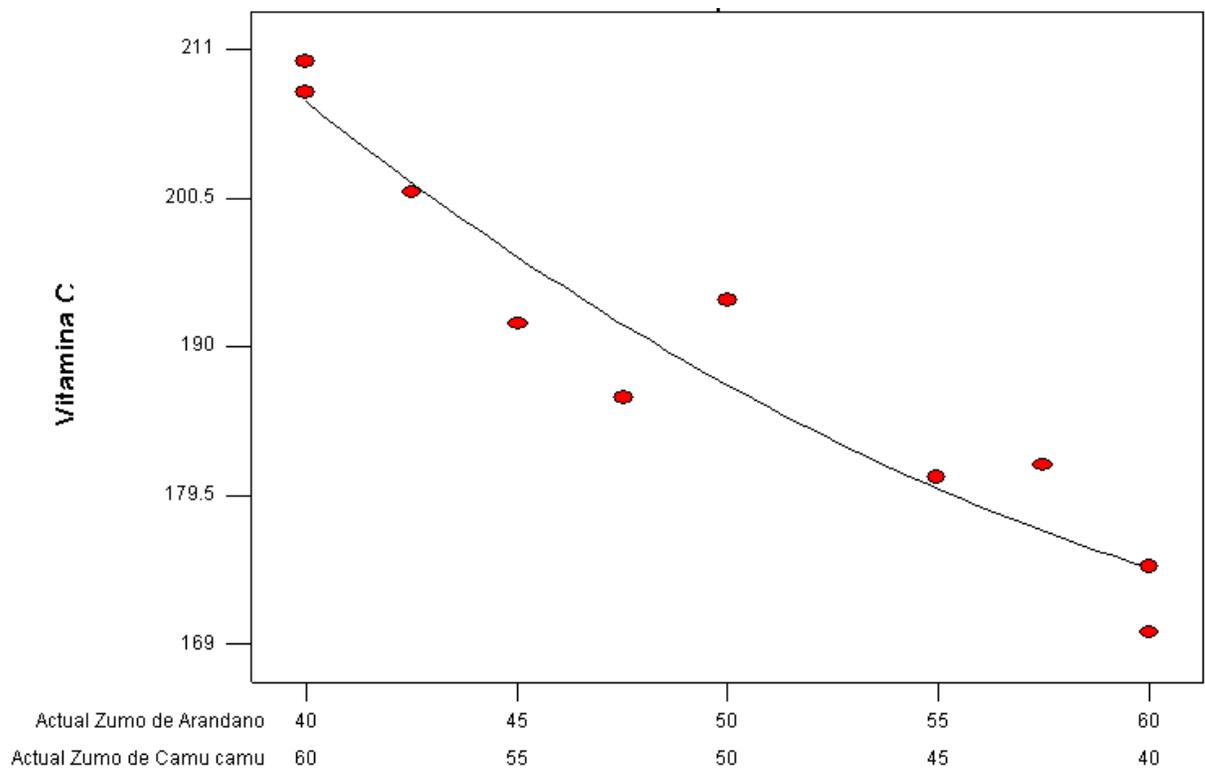
$$\text{VITAMINA C} = +1.93634 *A + 3.58078 *CC - 0.035417 *A*CC$$

$$R^2 = 0,9179$$

Dónde:

A: Zumo de Arándano

CC: Zumo de Camu Camu



Grafica 1: Grafica de Vitamina C del Comprimido Zumo de arándano y camu camu

En la Grafica 1, se observa que el contenido de vitamina C es mayor en el tratamiento que contiene mayor porcentaje de zumo de camu camu, como se observa

en el T5 y T7 (40% zumo de arándano – 60% zumo de camu camu), tratamientos que contienen menor porcentaje de zumo de arándano.

Asimismo, se observa los valores del contenido de vitamina C, son muy alejados con lo que reporta Mamani (2019), el liofilizado de camu camu respecto a la vitamina C, variando el porcentaje de maltodextrina desde 0% a 16% donde se obtuvo un valor de 12774 mg AA/100 g muestra, comparando con resultados de los comprimidos fueron muy altos, esto se debe a los diferentes parámetros propuestos por el autor, donde aplicaron mayor presión de vacío con respecto a lo trabajado.

Además, la vitamina C se caracteriza por ser termosensible y por su rápida degradación por diferentes factores, es por eso que disminuye en una muestra que pasa por un proceso de liofilización. (Grajales-Agudelo et al., 2005; Klimczak et al., 2007), proceso que aumenta la porosidad y la vitamina C del alimento está en contacto con el oxígeno por ende afecta a su estabilidad.

También, el contenido de vitamina C puede ser alto o bajo de acuerdo a la variación de los parámetros pero teniendo en cuenta el valor de la velocidad de congelación de cada alimento. Varía el contenido de vitamina C por tratamientos térmicos, estado de madurez, entre otros. (Shofian *et al.*, 2011). Otros estudios realizados demuestran que a temperaturas altas de 60 a 80°C e inclusive a 98°C, se pierde un gran porcentaje de vitamina C. (Quipo-Muñoz et al., 2013)

4.6. ANALISIS DE POLIFENOLES TOTALES

Se evaluó el contenido de polifenoles totales en la mezcla y comprimido de arándano y camu camu. Según George et al., (2011), la cantidad de polifenoles totales disminuyó en un 30%, después del proceso de liofilización.

Tabla 11: Determinación de Polifenoles Totales del Comprimido de los 10 Tratamientos

COMPRIMIDO	
TRATAMIENTOS	POLIFENOLES TOTALES
	mg EAG/100 g
T1	42169.70
T2	42433.80
T3	46130.40
T4	40856.50
T5	34178.40
T6	38714.20
T7	33511.51
T8	39658.72
T9	41959.29
T10	45414.90

El contenido de polifenoles totales en arándano y camu camu liofilizados es alto a comparación con otras frutas. En el comprimido se observa que el resultado de polifenoles totales se diferencia abismalmente teniendo un resultado mayor en T3

(60% arándano – 40% camu camu) con un 46130.40 mg EAG/ 100 g muestra y con menor cantidad en T7 (40% arándano – 60% camu camu) con 33511.51 mg EAG/ 100 g, se puede observar que a mayor porcentaje de arándano es mayor el contenido de polifenoles totales.

Tabla 12: ANOVA para Polifenoles Totales del comprimido

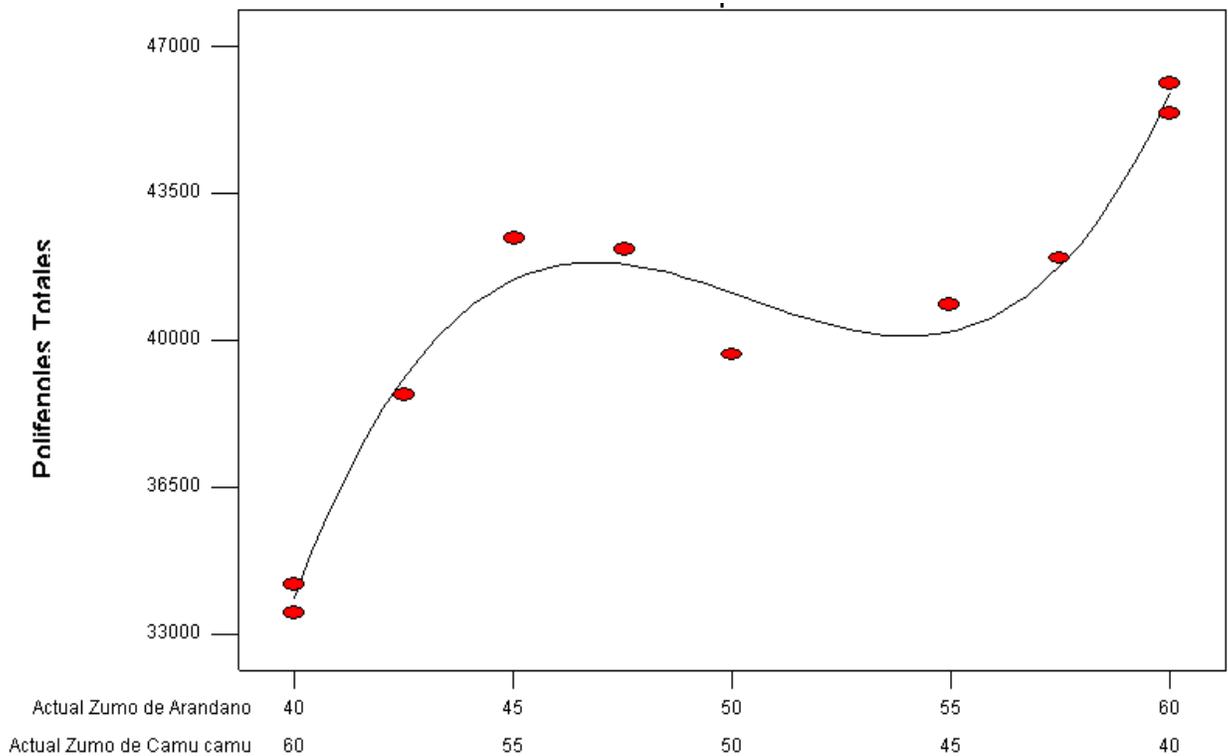
Fuente	Suma de Cuadrados	DF	Cuadrado Medio	Valor - F	Valor - P	
Modelo	152922264.03	3	50974088.01	69.23	< 0.0001	Significativo
Mezcla Lineal	111155046.63	1	111155046.63	150.96	< 0.0001	
AB	2359042.10	1	2359042.10	3.20	0.1237	
AB(A-B)	36466389.20	1	36466389.20	49.53	0.0004	
Residual	4417859.76	6	736309.96			
Falta de ajuste	3939518.50	4	984879.62	4.12	0.2048	No significativo
Error puro	478341.26	2	239170.63			
Total (corr.)	157340123.79	9				

Ecuación final en términos de componentes reales:

$$\text{POLIFENOLES TOTALES} = 11991.42820 *A - 11893.93119 *CC + 12.50468$$

$$*A *CC - 4.82993 *A *CC *(A - CC)$$

$$R^2 = 0.9719$$



Grafica 2: Grafica de Polifenoles Totales del Comprimido de Zumo de arándano y camu camu

En la Grafica 2, se observa que el contenido de polifenoles totales en un comprimido aumenta cuando el tratamiento contiene un porcentaje mayor de zumo de arándano que zumo de camu camu, diferenciándose con los otros tratamientos. Obteniéndose en un rango de contenido de polifenoles totales desde 46130.40 a 33411.51 mg EAG/100 g, concluyendo que los resultados no se encuentran tan alejados entre sí, aunque los valores de las frutas frescas del arándano y camu camu (715.82 ± 58.5 y 615.81 ± 29.0 mg EAG/100 g respectivamente), datos muy alejados a los que encontramos en los comprimidos.

La cantidad de polifenoles totales en las frutas no solo varía por factores como temperatura, humedad, luz, etapas de maduración, variedades, forma de conservación, procesamiento, etc.; (Gunduz y Ozdemir, 2014), también por los diversos procesos de extracción. (Garau *et al.*, 2007). Además, los polifenoles totales de fruta liofilizada una vez extraídos son fácilmente a oxidarse. (Krishnan *et al.*, 2005).

Según Rodríguez (2016) reportó que los polifenoles totales aumentan en un 40% en fresa liofilizada y fresa liofilizada con goma arábiga, a comparación con la muestra fresca. En otros estudios con diferentes tipos de fruta reportan que el contenido de polifenoles totales aumenta, porque en el liofilizado pasa por una etapa de congelación que forman cristales de hielo que rompen la estructura celular de la fruta, facilitando la extracción de compuestos fenólicos. (Wu *et al.*, 2010).

Además, estudios reportan con respecto al camu camu en fresco un resultado de 1142 mg EAG/ 100 g y para el liofilizado 1161 mg EAG/ 100 ml, comparando con el grupo de berries como fresas (368 mg EAG/ 100 ml), cerezas (339 mg EAG/ 100 ml) y ciruelas (366 mg EAG/ 100 ml). (Akter *et al.*, 2011).

4.7. ANALISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se evaluó el contenido de capacidad antioxidante en la mezcla y comprimido de arándano y camu camu. El contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante son directamente proporcional con el contenido de capacidad antioxidante. (Genovese *et al.*, 2008).

Tabla 13: Determinación de Capacidad Antioxidante del Comprimido

COMPRIMIDO	
TRATAMIENTOS	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
	umol TE/100 g
T1	143248.11
T2	143599.17
T3	164387.07
T4	158413.06
T5	128016.19
T6	136178.48
T7	125509.03
T8	154169.21
T9	159700.50
T10	162769.75

En la Tabla 13, se observa que en la etapa de comprimido el contenido de capacidad antioxidante disminuye abismalmente comparándolo con los resultados de la etapa

de mezcla. Observando que T3 (60% zumo de arándano – 40% zumo de camu camu) se encuentra mayor el contenido de capacidad antioxidante con 164387.07 umol TE/100 g, mientras que en cantidad menor T5 (40% zumo de arándano – 60% zumo de camu camu) con 128016.19 umol TE/100 g.

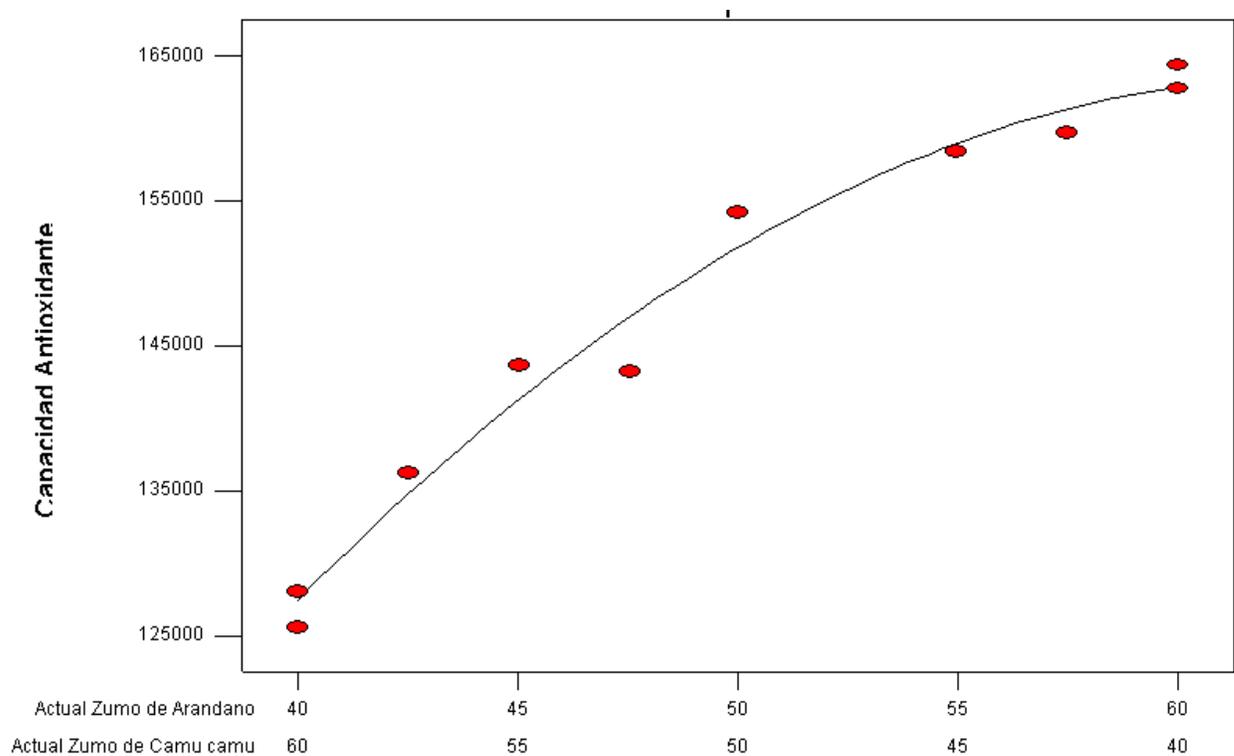
Tabla 14: ANOVA para Capacidad Antioxidante del comprimido.

Fuente	Suma de Cuadrados	DF	Cuadrado medio	Valor - F	Valor - P	
Modelo	1.81912E+09	2	909558928	175.68	< 0.0001	Significativo
Mezcla lineal	1.75253E+09	1	1752528094	338.50	< 0.0001	
AB	6.65898E+07	1	66589762.8	12.86	0.0089	
Residual	3.62413E+07	7	5177333.09			
Falta de ajuste	3.17905E+07	5	6358108.8	2.86	0.2793	No significativo
Error puro	4.45079E+06	2	2225393.81			
Total (corr.)	1.85536E+09	9				

Ecuación final en términos de componentes reales:

$$\text{CAPACIDAD ANTIOXIDANTE} = +756.31919 *A - 1017.11771 *CC + 65.92424*A*CC$$

$$R^2 = 0,9804$$



Grafica 3: Grafica de Capacidad Antioxidante de la Mezcla de Zumo de arándano y camu camu

En la Grafica 3, se observa que los valores promedios de la capacidad antioxidante de los 10 tratamientos de comprimido la F6 (60% zumo de arándano – 40% zumo de camu camu) contiene un valor alto en capacidad antioxidante diferenciándose de los otros tratamientos que no están muy alejados entre sí. Además, se observa que los datos elevados son de tratamientos que tienen mayor porcentaje de zumo de arándano que de zumo de camu camu.

La actividad antioxidante del camu camu en fresco es diez veces mayor que la fruta tropical uxi y tucuma, y en los diferentes secados como consecuencia se pierde en el contenido de capacidad antioxidante, pero aun así conservan altos niveles de capacidad antioxidante, polifenoles totales e inclusive ácido ascórbico (Genovese *et*

al., 2008). Además, la pulpa y cascara fueron analizados mediante el método Dpph obteniendo 5159.50 y 5848.90 umol TE/100 g de muestra respectivamente y por el método ORAC se obtuvo 5036.5 y 5810.03 uml TE/100 g respectivamente. (Neves *et al.*, 2015).

Por otro lado, las frutas almacenadas a temperaturas menores de 0°C puede variar el contenido de capacidad antioxidante. (Reque *et al.*, 2013). Aranwit *at el.*, (2010), hizo una investigación de arándanos almacenados a temperaturas frías donde concluyo que no disminuye en el contenido de capacidad antioxidante, polifenoles y antocianinas pero si en algunos compuestos bioactivos.

Sin embargo, Castañeda, (2010); estudio al fresón liofilizado y reporto que la disminución de vitamina C, por ser fácilmente oxidable y termosensible se degrada por el proceso de liofilización y se ve reflejada en el contenido de capacidad antioxidante.

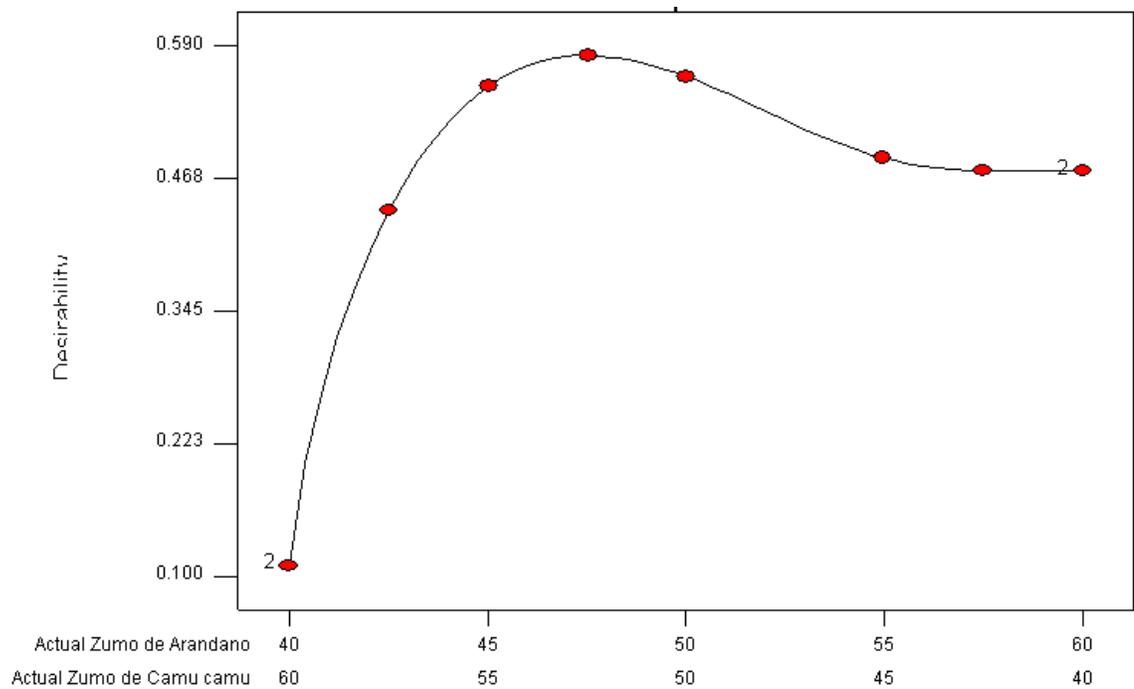
4.8. OPTIMIZACION DE LAS VARIABLES DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

En la Tabla 15 las características óptimas de los factores experimentales han sido determinadas y mostradas en el resumen. Estas características generan un índice de deseabilidad de 58.09%.

Tabla 15: Optimización de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante.

Numero	Zumo de Arándano	Zumo de Camu camu	Vitamina C	Polifenoles Totales	Capacidad Antioxidante	Deseabilidad
1	47.6	52.4	191.640422	41817.9035	146930.593	0.58094594

La Tabla 16 muestra los porcentajes de cada uno de los componentes de la mezcla óptima, siendo el porcentaje de zumo de arándano a 47.6% y zumo de camu camu 52.4%. En la investigación está formulación de acuerdo a su resultado en vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, tienen un contenido elevado cada uno de los análisis, a diferencia con los tratamientos restantes que aumentan y disminuyen de acuerdo a formulación.



Grafica 4: Deseabilidad de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante.

4.9. ENSAYO DEL COMPRIMIDO OPTIMO

4.9.1. Disgregación de comprimidos

Mediante este ensayo se determinó si la forma farmacéutica se disgrega dentro del tiempo especificado, de acuerdo a condiciones específicas. Este ensayo implica la disolución completa de las unidades, donde el residuo de la unidad es una masa blanda sin restos duros.

De acuerdo a la optimización, se obtuvo la T1 (47,6% zumo de arándano – 52.4% zumo de camu camu) que se realizó el ensayo simulado con los parámetros específicos (Temperatura, pH, etc), la cual se disgregó completamente en el tiempo establecido de 30 minutos según la Farmacopea.

Tabla 16: Test de disgregación de comprimidos.

TIEMPO DE DISGREGACION (min.)	
Comprimido 1: 30min	
Comprimido 2: 27 min	
Comprimido 3: 28 min	
Comprimido 4: 29 min	
Comprimido 5: 29 min	
Comprimido 6: 28 min	
	Tiempo de disgregación medio: 28.5 min

4.10. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

- Luego de realizar las pruebas fisicoquímicas (Humedad, pH, brix°, acidez titulable y vitamina C) incluyendo polifenoles totales y capacidad antioxidante del arándano y camu camu, se logró constatar que los datos obtenidos se asemejan con otros estudios de investigación de las mismas frutas estudiadas.
- Se desarrolló el proceso de los comprimidos, seguidamente se analizó las variables de respuesta de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante en los 10 tratamientos establecidos, valorando los porcentajes de zumo de arándano y camu camu, asimismo se logró que el contenido de porcentaje de zumo de arándano y camu camu tenga significancia en el contenido de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, alcanzando el máximo resultado de capacidad antioxidante en el tratamiento que contuvo un alto porcentaje de zumo de arándano debido a las propiedades que tiene el arándano como fruta.
- Se realizó el ensayo de disgregación al tratamiento óptimo (47,6% zumo de arándano – 52.4% zumo de camu camu), obteniendo un tiempo promedio de disgregación dentro del rango establecido, de un comprimido no recubierto.

V. CONCLUSIONES

- De los resultados se concluye que el comprimido con 50% (v/v) de zumo de arándano y 50% (v/v) de zumo de camu camu liofilizado, es el que contiene más de 20 000 (μmol) Eq. Trolox/100g *muestra*, no confirmándose la hipótesis formulada.
- Los resultados demuestran de los análisis de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante de los comprimidos de zumo de arándano y camu camu liofilizado luego de aplicarse un análisis estadístico se demostró éstos tienen un 5% de desviación estándar.
- Se determinó las características fisicoquímicas del arándano, presento humedad (90.97%), pH (2.73), °Brix (12.13), acidez titulable (1.62%), vitamina C (20.77 mg AA/100g) y para el camu camu presento humedad (91.27%), pH (2.47), °Brix (7.67), acidez titulable (2.76%), vitamina C (2086.12 mg AA/100g).
- Se evaluó la cantidad de polifenoles totales por de arándano fresco (715.82 mg EAG/100) y camu camu fresco (2148.24 μmol ET/100 g) y capacidad antioxidante del arándano fresco (615.82 mg EAG/100) g y camu camu fresca (994.14 μmol ET/100 g).

- La mezcla de zumo de arándano y camu camu con maltodextrina como agente encapsulante fue liofilizado obteniéndose un polvo seco, donde se elaboró los comprimidos de los 10 tratamientos evaluándose Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante, resultados mayores en los tratamientos con mayor porcentaje de camu camu.
- El tratamiento optimo del comprimido a base de zumo de arándano y camu camu liofilizado fue del tratamiento (47,6% zumo de arándano – 52.4% zumo de camu camu), con Vitamina C (191.64 mg AA/100 g), Polifenoles Totales (41817.90 mg EAG/100 g) y Capacidad Antioxidante (146930.593 umol ET/100 g).
- El producto optimo presento el siguiente ensayo de disgregación en un tiempo de 28.5 min, indicando la disolución completa del comprimido.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la influencia del secado por atomización en el contenido de capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C, para luego compararlo con el secado por liofilización manteniendo el mismo diseño estadístico para las mezclas.
- Determinar la influencia de los parámetros de liofilización en el contenido de capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C en las mezclas optimas de zumo de arándano y camu camu.
- Elaborar un recubrimiento con el fin de conservar el contenido de capacidad antioxidante en un tiempo más extenso, ya que la función del recubrimiento es poder prolongar la vida útil del comprimido.
- Realizar los ensayos fisicoquímicos adecuados a un comprimido comercial con el fin de poder comparar y discutir los parámetros o rangos que están establecidos para su consumo.
- Realizar los moldes en una plancha más adecuada y con una varilla especializada para poder retirar los comprimidos de manera más uniforme y así se obtenga la forma característica de un comprimido elaborado industrialmente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Akter, M. S., Oh, S., Eun, J. B., & Ahmed, M. (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1728-1732.
- Amores, D., (2012). Evaluación Nutritiva y Nutraceutica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) Deshidratada por el Método de Liofilización y Comparación con la Obtenida por Deshidratación en Microondas y Secador en Bandejas.
- Aramwit, P., Bang, N., & Srichana, T. (2010). The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruits. *Food Research International*, 43(4), 1093-1097.
- Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., y Paucar-Menacho, L. M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 433-443.
- Arteaga, A., y Arteaga, H., (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*. 7(3). 191-200.
- Aulton, M. E. (2004). Farmacia: La ciencia del diseño de las formas farmacéuticas (No. RS420 P48 2004).
- Bakowska-Barczak, A. M., & Kolodziejczyk, P. (2008). Evaluation of Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) cultivars for their polyphenol content, antioxidant properties, and storage stability. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(21), 9933-9940.
- Baldeón, E. O., Alcañiz, M., Masot, R., Fuentes, E. M., Barat, J. M., y Grau, R. (2015). Voltammetry pulse array developed to determine the antioxidant activity of camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaug) and tumbo (*Passiflora mollissima* (Kunth) LH Bailey) juices employing voltammetric electronic tongues. *Food Control*, 54, 181-187.

- Bando, K., Kansha, Y., Ishizuka, M., & Tsutsumi, A. (2017). Innovative freeze-drying process based on self-heat recuperation technology. *Journal of cleaner production*, 168, 1244-1250.
- Barboza, G., y Vega, H. (2000). Deshidratación de Alimentos, Editorial Acribia SA. Zaragoza-España, 27-35.
- Barnes, J. S., Nguyen, H. P., Shen, S., y Schug, K. A. (2009). General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography–electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216(23), 4728-4735.
- Beccaro, M., Costantini, M., Rossi, P. G., Miccinesi, G., Grimaldi, M., & Bruzzi, P. (2006). Actual and preferred place of death of cancer patients. Results from the Italian survey of the dying of cancer (ISDOC). *Journal of Epidemiology & Community Health*, 60(5), 412-416.
- Borges, L. L., Conceição, E. C., y Silveira, D. (2014). Active compounds and medicinal properties of Myrciaria genus. *Food chemistry*, 153, 224-233.
- Brambilla, A., Maffi, D., y Rizzolo, A. (2011). Study of the influence of berry-blanching on syneresis in blueberry purées. *Procedia Food Science*, 1, 1502-1508.
- Calvopiña, E., y Barrigas, W. (2003). Buenas prácticas de manufactura para los trabajadores de la industria farmacéutica.
- Castañeda, J., Arteaga, H., Siche, R., & Rodriguez, G. (2010). Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Scientia Agropecuaria*, 1(1).
- Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R., & Campos, D. (2010). Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food chemistry*, 120(4), 1019-1024.

- Clifford, M. (2000). Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 1063 – 1072.
- Cheng, Z., Moore, J., y Yu, L. (2006). High-throughput relative DPPH radical scavenging capacity assay. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20), 7429-7436.
- Cruzado, G., y Brandot, W. (2018). Determinación de la temperatura y concentración de la solución osmótica en la deshidratación del arándano (*vaccinium corymbosum* l.).
- Díaz D. (2010). Cuantificación de vitamina G; polifenoles totales y ácido ascórbico en pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) fresca y tratada térmicamente. Tesis de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 75
- Duan, X., Ding, L., Ren, Y., Liu, L., y Kong, Z. (2013). The drying strategy of atmospheric freeze drying apple cubes based on glass transition. *Food and Bioproducts Processing*, 91(4), 534-538.
- Fernández, P. (2015). Desarrollo genético y experiencias en zonas no tradicionales con el uso de nuevas variedades. Ponencia presentada en el segundo seminario de Blueberries. Miraflores, Perú.
- Figueroa, D., Guerreiro, J., y Bensch, E. (2010). Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en poscosecha de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* l.), cvs. Verkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006. *Idesia*, 28(1), 79-84.
- Fontella, F. U., Siqueira, I. R., Vasconcellos, A. P. S., Tabajara, A. S., Netto, C. A., y Dalmaz, C. (2005). Repeated restraint stress induces oxidative damage in rat hippocampus. *Neurochemical research*, 30(1), 105-111.
- Fujita, A., Sarkar, D., Wu, S., Kennelly, E., Shetty, K., y Genovese, M. I. (2015). Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. *Food Research International*, 77, 194-203.

- Fukumoto, L. R., y Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(8), 3597-3604.
- Fracassetti, D., Costa, C., Moulay, L., y Tomás-Barberán, F. A. (2013). Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, 139(1-4), 578-588.
- Gamboa, W. y Silva, J. (2018). Determinación de la temperatura y concentración de la solución osmótica en la deshidratación del arándano (*Vaccinium corymbosum* L) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú
- Garcia, C. (2011). Aislamiento y conservación de microorganismos contaminantes de jugo de arándano. *ActaQuimica Mexicana*.3 (6).
- Garau, M. C., Simal, S., Rossello, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products. *Food chemistry*, 104(3), 1014-1024.
- Georgé, F. Tourniaire , H. Gautier , P. Goupy , E. Rock y C. Caris-Veyrat (2011). Cambios en los contenidos de carotenoides, compuestos fenólicos y vitamina C durante el procesamiento técnico y la liofilización de tomates rojos y amarillos. *Food Chemistry* , 124 (4) , pp. 1603 – 1611
- Genovese MI, Da Silva Pinto M, De Souza Schmidt Gonzales Y Lajolo FM (2008). Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de frutas exóticas y pulpas comerciales congeladas de Brasil. *Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 14 (3) (2008) , pp. 207 - 214
- Giovanelli, G., y Buratti, S. (2009). Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112(4), 903-908.

- Goncalves, A. E., Lajolo, F. M., y Genovese, M. I. (2010). Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4666-4674.
- Gorinstein, S., Haruenkit, R., Poovarodom, S., Vearasilp, S., Ruamsuke, P., Namiesnik, J., y Sheng, G. P. (2010). Some analytical assays for the determination of bioactivity of exotic fruits. *Phytochemical Analysis*, 21(4), 355-362.
- Gündüz, K., & Özdemir, E. (2014). The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. *Food chemistry*, 155, 298-303.
- Grajales-Agudelo, L.M.; Cardona-Perdomo, W.A.; Orrego-Alzate, C.E. (2005). Liofilización de carambola (*Averrhoa carambola* L.) osmodeshidratada. *Ingeniería y Competitividad*, 7(2): 19-26.
- Hernández, D (2014). Estudio nutrimental de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi en los Reyes, Michoacán (Maestría). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Hernández, H., Bautista, B., y Juárez, A. (2017). Evaluación de calidad del fruto de arándano (*vaccinium corymbosum* l.) var. Biloxi, en dos regiones del estado de Oaxaca. *Universidad y Ciencia*, 6, 256-273.
- Inoque, T., Komoda, H., Uchida, T., y Node, K. (2008). Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. *Journal of Cardiology*, 52(2), 127-132.
- Inkanatural (2008). Acai: Fruto amazónico para dieta
- Jiménez-Bonilla, V., & Abdelnour-Esquivel, A. (2013). Identificación y valor nutricional de algunos materiales nativos de arándano (*Vaccinium* spp).
- Jiménez, G. (2014). Efecto de la concentración de clara de huevo y tiempo de batido sobre las características físicas de espuma de pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum*

- L.) variedad Biloxi con fines de deshidratación. Tesis para optar por el título: Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Kaneshima, T., Myoda, T., Nakata, M., Fujimori, T., Toeda, K., y Nishizawa, M. (2016). Antioxidant activity of C-Glycosidic ellagitannins from the seeds and peel of camu-camu (*Myrciaria dubia*). *LWT-Food Science and Technology*, 69, 76-81.
- Kasper, C., y Friess, W. (2011). The freezing step in lyophilization: physico-chemical fundamentals, freezing methods and consequences on process performance and quality attributes of biopharmaceuticals. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 78(2), 248-263.
- Klimczak, I.; Małecka, M.; Szlachta, M. y Gliszczyńska-Świgło, A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3): 313-322.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
- Lee, T., Farid, M., y Nguang K. (2006). The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 16-23.
- Li, D., Wang, P., Luo, Y., Zhao, M., y Chen, F. (2015). Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 57, 1729-1741.
- Lucero, O. (2011). Técnicas de laboratorio de bromatología y análisis de alimentos–Resumen de la cátedra de bromatología. Riobamba-Ecuador., Centro de Copiado Xerox, 6-20.
- Maeda, R. N., Pantoja, L., Yuyama, L. K., y Merched CHAAR, J. (2006). Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(1); 70-74.
- Manela-Azulay, M., Mandarim-de-Lacerda, C. A., Perez, M. D. A., Filgueira, A. L., y Cuzzi, T. (2003). Vitamin C. *Anais brasileiros de dermatologia*, 78(3), 265-272.

- Mamani Fuentes, K. E. (2019). Efecto de la concentración de Maltodextrina como agente encapsulante de la vitamina C en el deshidratado por liofilización de la pulpa de Camu camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) en Pucallpa.
- Melgarejo Cabello, S. V. (2018). Uso de residuos sólidos de la industrialización del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) para la extracción de compuestos fenólicos.
- Moayyedi, M., Eskandari, M. H., Rad, A. H. E., Ziaee, E., Khodaparast, M. H. H., & Golmakani, M. T. (2018). Effect of drying methods (electrospraying, freeze drying and spray drying) on survival and viability of microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469. *Journal of functional foods*, 40, 391-399.
- Montesdeoca Rodríguez, V. G. (2010). Elaboración y Control de Calidad de Comprimidos Fitofarmacéuticos de Ajenjo (*Artemisia absinthium* L.), Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y Manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) para Combatir la Menstruación Dolorosa (Bachelor's thesis).
- Morcom, AM, Bullmore, ET, Huppert, FA, Lennox, B., Praseedom, A., Linnington, H., y Fletcher, PC (2009). Codificación de la memoria y dopamina en el cerebro envejecido: un estudio de neuroimagen psicofarmacológica. *Corteza cerebral*, 20 (3), 743-757.
- Munitz, M. (2013). Arandanos: Micoflora contaminante, micotoxinas, residuos de fungicidas y cineticas de degradacion . (Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires).
- Myoda, T., Fujimura, S., Park, B., Nagashima, T., Nakagawa, J., y Nishizawa, M. (2010). Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 304-307.
- Navindra, P. (2010). Recent trends and advances in berry health benefits. *Research Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:3869-3870.
- Netzel, M., Netzel, G., Tian, Q., Schwartz, S., & Konczak, I. (2007). Native Australian fruits—a novel source of antioxidants for food. *Innovative food science & emerging technologies*, 8(3), 339-346.

- Neves, L. C., da Silva, V. X., Pontis, J. A., Flach, A., & Roberto, S. R. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae*, 186, 223-229.
- Ochmian, I., Grajkowski, J., y Skupień, K. (2009). Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. 'Sierra'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(1), 89-100.
- Pacci-Salazar, K., Nureña-Noriega, L., Vásquez-Cerro, J., Araujo-Espinoza, G., y Gálvez-Niño, M. (2009). Eficacia tópica de *Myrciaria dubia* en la curación de quemaduras de segundo grado en ratas Holtzman. *CIMEL Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana*, 14(1).
- Park, Y. S., Jung, S. T., Kang, S. G., Drzewiecki, J., Namiesnik, J., Haruenkit, R., y Gorinstein, S. (2006). In vitro studies of polyphenols, antioxidants and other dietary indices in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *International journal of food sciences and nutrition*, 57(1-2), 107-122.
- Páucar Lomas, C. I. (2014). Caracterización y evaluación antioxidante de la pulpa de Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) fresca, concentrada al vacío y almacenada en congelación.
- Prince Passalacqua, D. S., Luque Castañeda, E. J., y Meza Davey, B. (2017). Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*, Variedad "Biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú.
- Prior, R. L., Wu, X., y Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(10), 4290-4302.
- Quesada, N. V., y Muñoz, L. S. (2013). Actividad antimicrobiana del arándano (*Vaccinium macrocarpon*). *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 70(605), 9-12.

- Quipo-Muñoz, F.E.; Ramírez-Muñoz, A.M.; Rojas-Pérez, J.A. y Ordoñezsantos, L.E. (2013). Cambios en la Vitamina C y el Color durante la Cocción del Pimentón Verde (*Capsicum Annuum L*). *Tecnológicas*, 31: 141-150.
- Ramírez, J. (2011). Liofilización de alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.: Edición Recitela, 6, 2
- Rangel, M., (2004). Liofilización de guacamole. Puebla: Universidad de las Americas Puebla.
- Reque, P. M., Steffens, R. S., Jablonski, A., Flôres, S. H., Rios, A. D. O., & de Jong, E. V. (2014). Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 111-116.
- Retamales, J. y Hancock, J. (2012) Blueberries. US, Cambridge, Massachusetts, Center for Agricultural Bioscience International, 323
- Rodríguez, R. B., y Marx, F. (2006). Camu camu. *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: a promising fruit from the Amazon basin. *Ernaehrung*, 30(9), 376-38
- Rodríguez Esteban, Rosalía (2016). Estudio de la obtención de extractos de fresón (*Fragaria*× *ananassa*) de alta capacidad antioxidante a partir de la fruta liofilizada (Doctoral dissertation).
- Romero, A. (2016). El Arándano en el Perú y el Mundo, 1era. Ed. Revista del Ministerio de Agricultura y Riego. 28-29.
- Ruiz, A., Hermosin-Gutierrez, I., Mardones, C., Vergara, C., Herlitz, E., Vega, M., y Von Baer, D. (2010). Polyphenols and antioxidant activity of calafate (*Berberis microphylla*) fruits and other native berries from Southern Chile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(10), 6081-6089.
- Salgado, N., Ramirez, M., Rojas, S., Beltran, Y., y Orrego, C. (2012). Polifenoles en tres accesiones de camu-camu (*myrciaria dubia*). *Vitae*, 19(1), S360-S362.

- Sanabria, C., y Consuelo, M. (2012). Evaluación de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos estados de madurez del camu camu (*myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) de Mazamari-Satipo.
- Schwartz, M. C., Maia, J. R. P., Sousa, R. F. S. D., Aguiar, J. P. L., Yuyama, L. K. O., y Lima, E. S. (2012). Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. *Revista de Nutrição*, 25(1), 35-44.
- Shukitt-Hale, B., Lau, F. C., y Joseph, J. A. (2008). Berry fruit supplementation and the aging brain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 636-641.
- Seeram, N. P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S. M., Feng, L., Dreher, M., & Heber, D. (2008). Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(4), 1415-1422.
- Sierra exportadora. (2013). Situación mundial de los arándanos frescos y procesados y perspectivas próxima temporada 2013/2014.
- Sotero Solis, V., Silva Doza, L., García de Sotero, D., y Imán Correa, S. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa, cáscara y semilla del fruto del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(3), 293-299.
- Shofian, N. M., Hamid, A. A., Osman, A., Saari, N., Anwar, F., Pak Dek, M. S., & Hairuddin, M. R. (2011). Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *international Journal of molecular sciences*, 12(7), 4678-4692.
- Torres Flores, V. I. (2010). Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh). Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito-Ecuador.
- Umaña, E., (2004). Conservación de alimentos por frío refrigeración/congelamiento. Fiagro y Fusades Proinnova. 27

- Undurraga, P., y Vargas, S. (2013). Manual del arándano. Obtenido de Instituto de investigaciones agropecuarias Chillan Chile.
- USDA. National Agricultural Statistics Service. (2017). Statistics by Subject. National Statistics for Blueberries. Base de Datos Agricultura.
- Vasco, C., Ruales, J., y Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 111(4), 816-823.
- Velásquez, A. (2017). El mercado Holandés como una oportunidad de negocios para la exportación peruana de arándanos de la región La Libertad en el periodo 2017–2021 (Tesis parcial).
- Verastegui, C., y Leonid, H. (2011). Evaluación de la actividad antioxidante en pulpa concentrada de Camu Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en dos estados de madurez en Tingo María.
- Villarroel, V. P. (2010). Evaluación Nutritiva y Nutraceutica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a tres potencias por el método de microondas.
- Villanueva-Tiburcio, J. E., Condezo-Hoyos, L. A., y Asquiere, E. R. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh). *Food Science and Technology*, 30, 151-160.
- Vollmannová, A., Toth, T., Urminska, D., Poláková, Z., Timoracka, M., y Margitanova, E. (2009). Anthocyanins content in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) in relation to freezing duration. *Czech J. Food Sci*, 27(2009), 204-206.
- Welti, J., Vergara, F., Pérez, E. y Reyes, A., (2005). Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods. Universidad de las Américas. Segundo Simposio International de Innovación y Desarrollo de Alimentos.
- Witkiewicz, K., y Nastaj, F. (2010). Simulation strategies in mathematical modeling of microwave heating in freeze-drying process. *Drying Technology*, 28(8), 1001-1012.

- Williamson, G., y Holst, B. (2008). Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: are we heading in the right direction?. *British Journal of Nutrition*, 99(S3), S55-S58.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., y Prior, R. L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(12), 4026-4037.
- Wu, R., Frei, B., Kennedy, J. A., & Zhao, Y. (2010). Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. *LWT-Food Science and Technology*, 43(8), 1253-1264.
- Yazawa, K., Suga, K., Honma, A., Shirotsaki, M., y Koyama, T. (2011). Anti-inflammatory effects of seeds of the tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Journal of nutritional science and vitaminology*, 57(1), 104-107.
- Yuyama, K., y Valente, J. P. (2011). Camu-Camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. (1era ed.), CRV, Curitiba-PR (2011), 216.
- Zavala L. (2010). El camu camu. *Boletín Nutricional*. Barcelona: Área de Salud y Nutrición, Fundación Universitaria Iberoamericana FUNIBER.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA.

A. HUMEDAD



Figura 19: Determinación de Humedad de las materias primas

B. pH



Figura 20: Determinación de pH de las materias primas

C. SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)

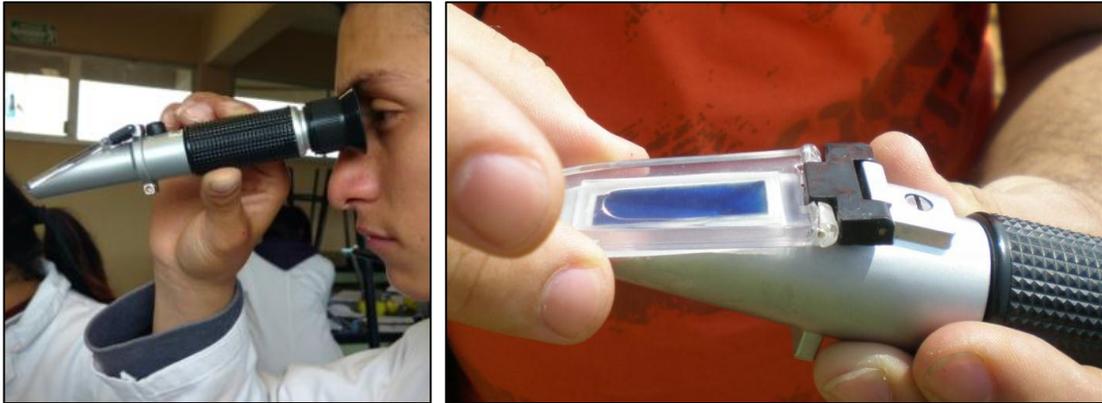


Figura 21: Determinación de Solidos Solubles (°Brix) de las materias primas

D. ACIDEZ TITULABLE



Figura 22: Determinación de Acidez Titulable de las materias primas

ANEXO 2: DETERMINACION DE LA CURVA DE CALIBRADO VITAMINA C.



Figura 24: Preparación de reactivos



Figura 23: Preparación de muestras

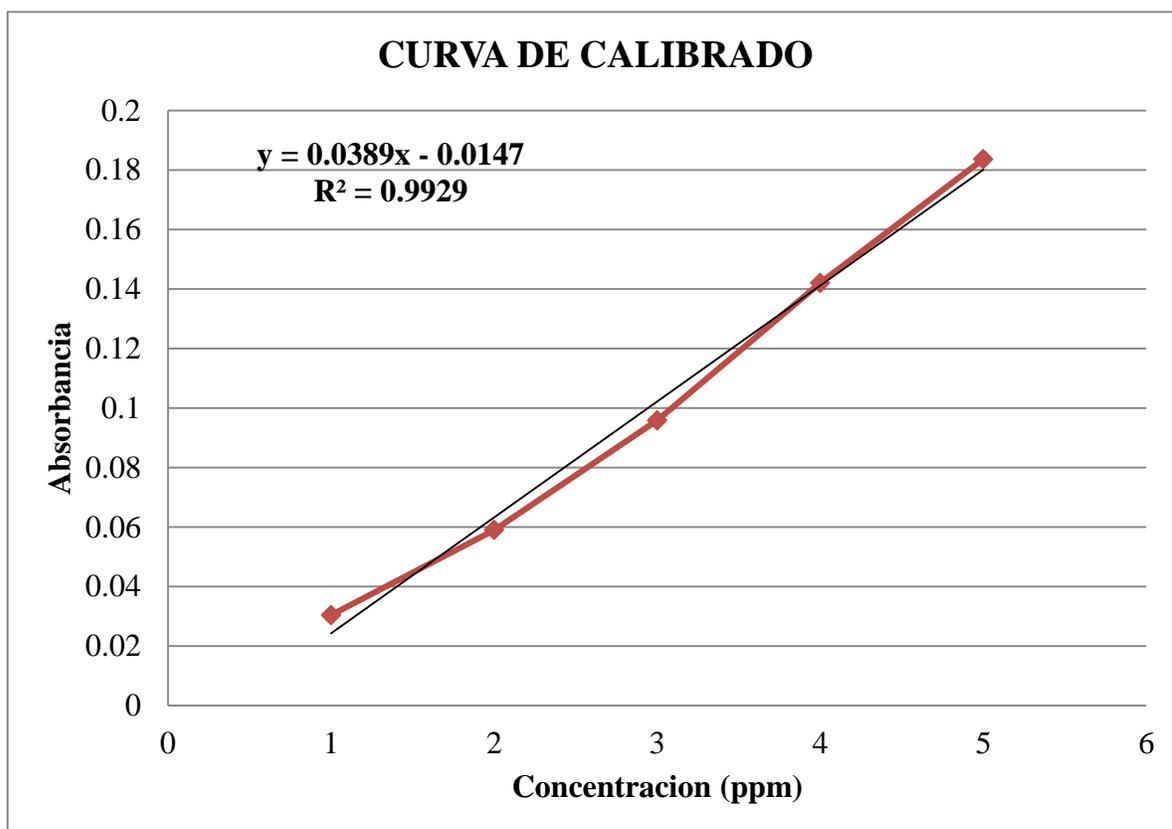


Figura 25: Lectura de resultados

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

Tabla 17: Datos para la obtención de la curva de calibrado de vitamina C.

TUBO	CONCENTRACION	ABSORBANCIA (520 nm)
1	1	0.0304
2	2	0.059
3	3	0.0958
4	4	0.142
5	5	0.1836



Grafica 5: Curva de calibrado para el estándar de Vitamina C

**ANEXO 3: DETERMINACION DE LA CURVA DE CALIBRADO DE
POLIFENOLES TOTALES.**



Figura 26: Preparación de reactivos folin, carbonato de sodio y ácido gálico

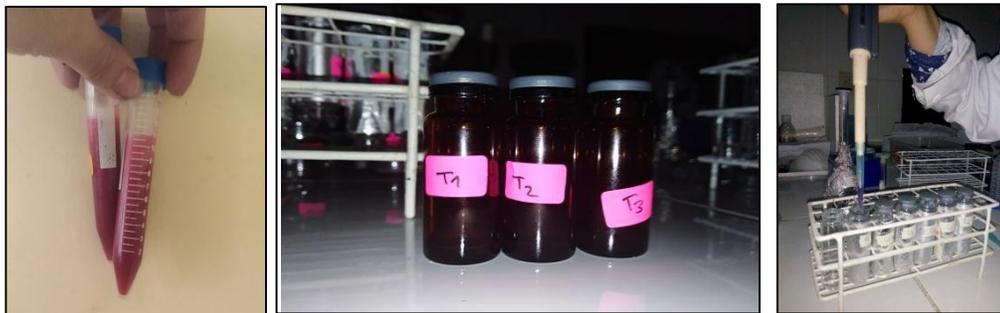


Figura 27: Preparación de muestras



Figura 28: Lectura de resultados

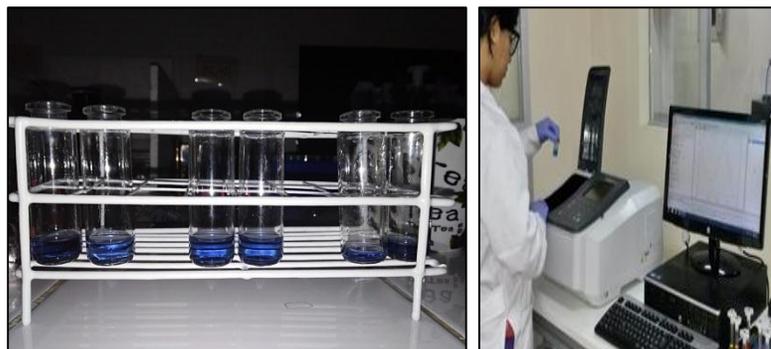
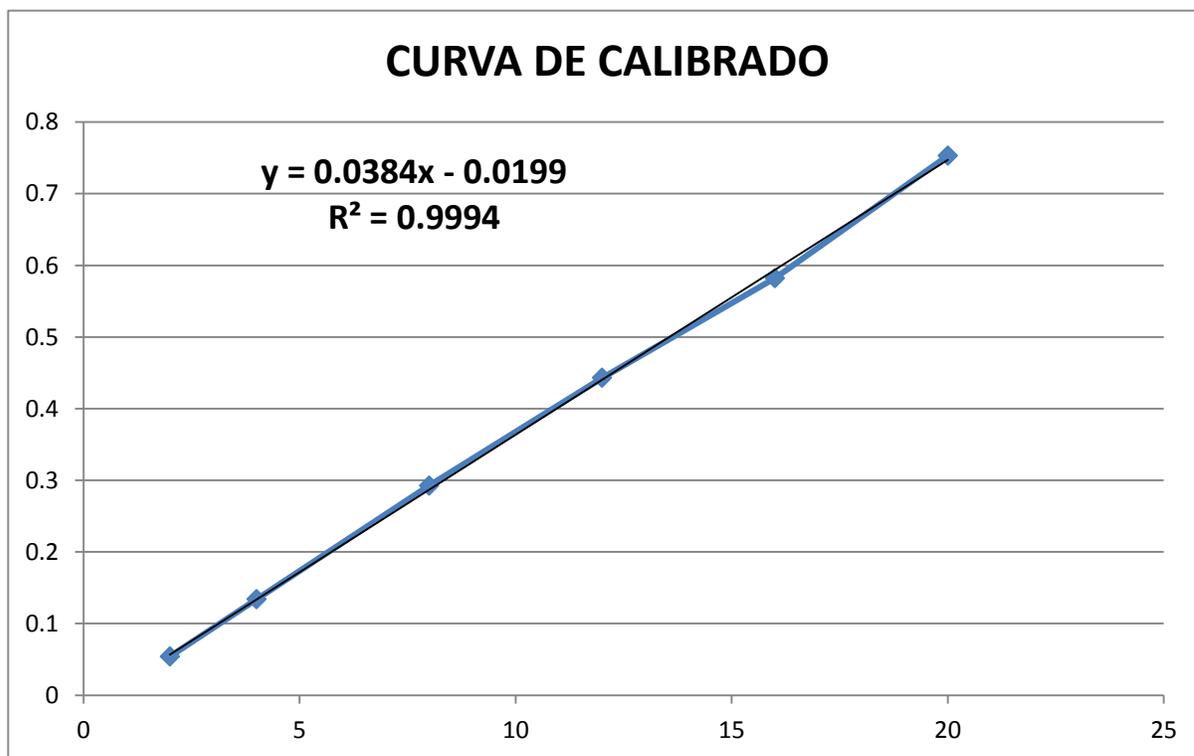


Figura 29: Acondicionamiento de muestras

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

Tabla 18: Datos para la obtención de la curva de calibrado de polifenoles totales.

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



Grafica 6: Curva de calibrado para el estándar de Polifenoles Totales

**ANEXO 4: DETERMINACION DE LA CURVA DE CALIBRADO DE
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.**



Figura 30: Preparación de reactivos Dpph y trolox



Figura 31: Preparación de muestras



Figura 32: Acondicionamiento de muestras



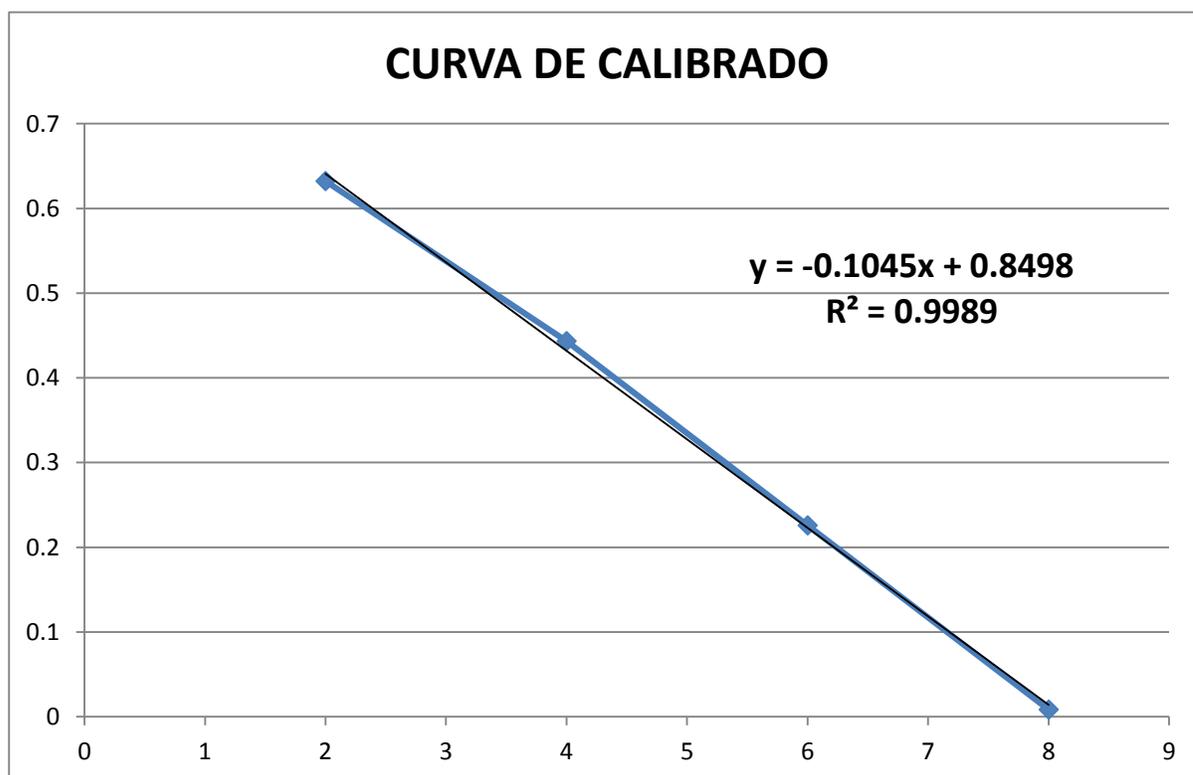
Figura 33: Lectura de resultados



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

Tabla 19: Datos para la obtención de la curva de calibrado de capacidad antioxidante.

TUBO	CONCENTRACION	ABSORBANCIA (517 nm)
1	8	0.0084
2	6	0.2259
3	4	0.4434
4	2	0.6323

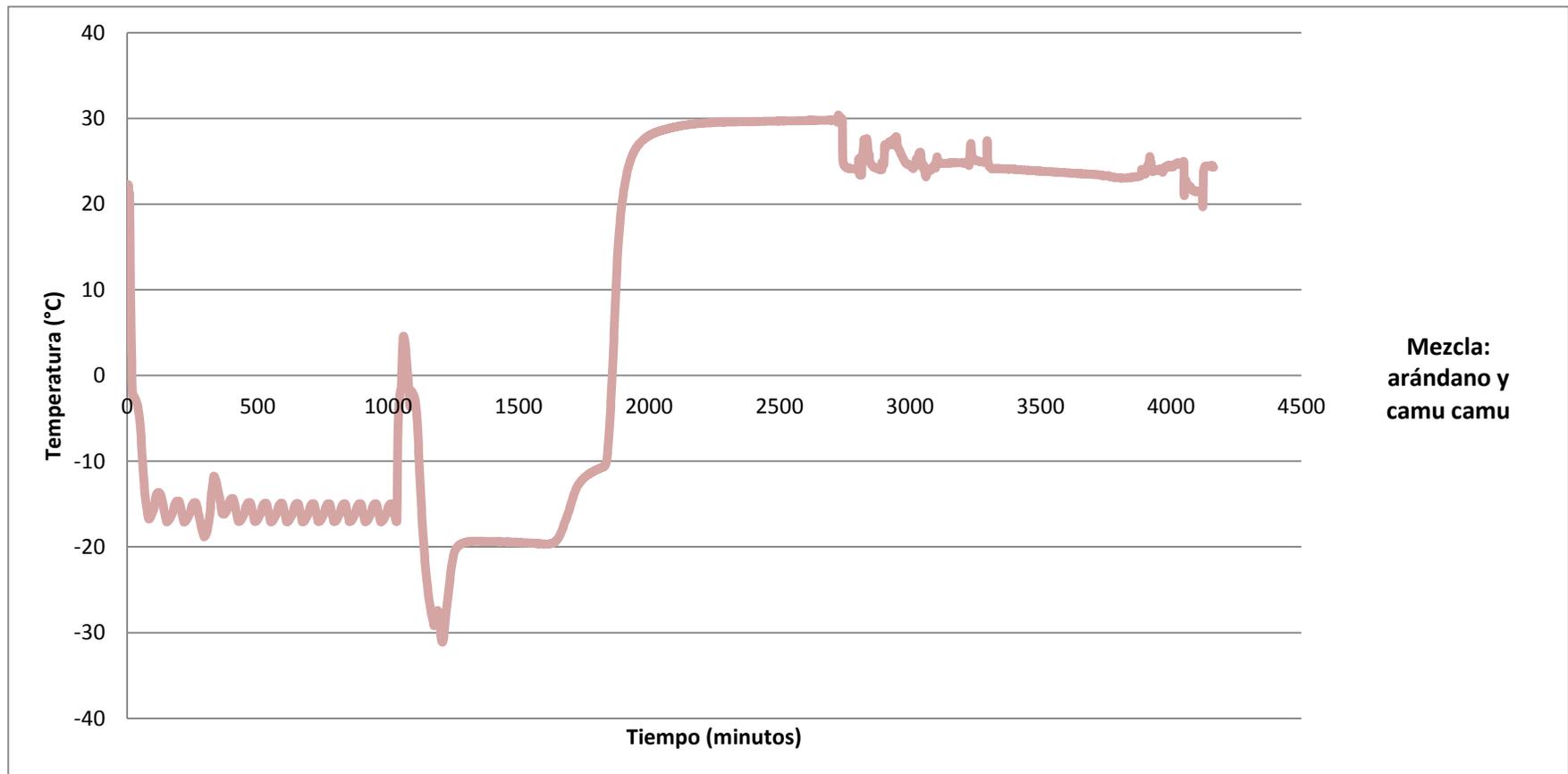


Grafica 7: Curva de calibrado para el estándar de capacidad antioxidante

ANEXO 5: PERFIL DE TEMPERATURA DEL PROCESO DE LIOFILIZACION.

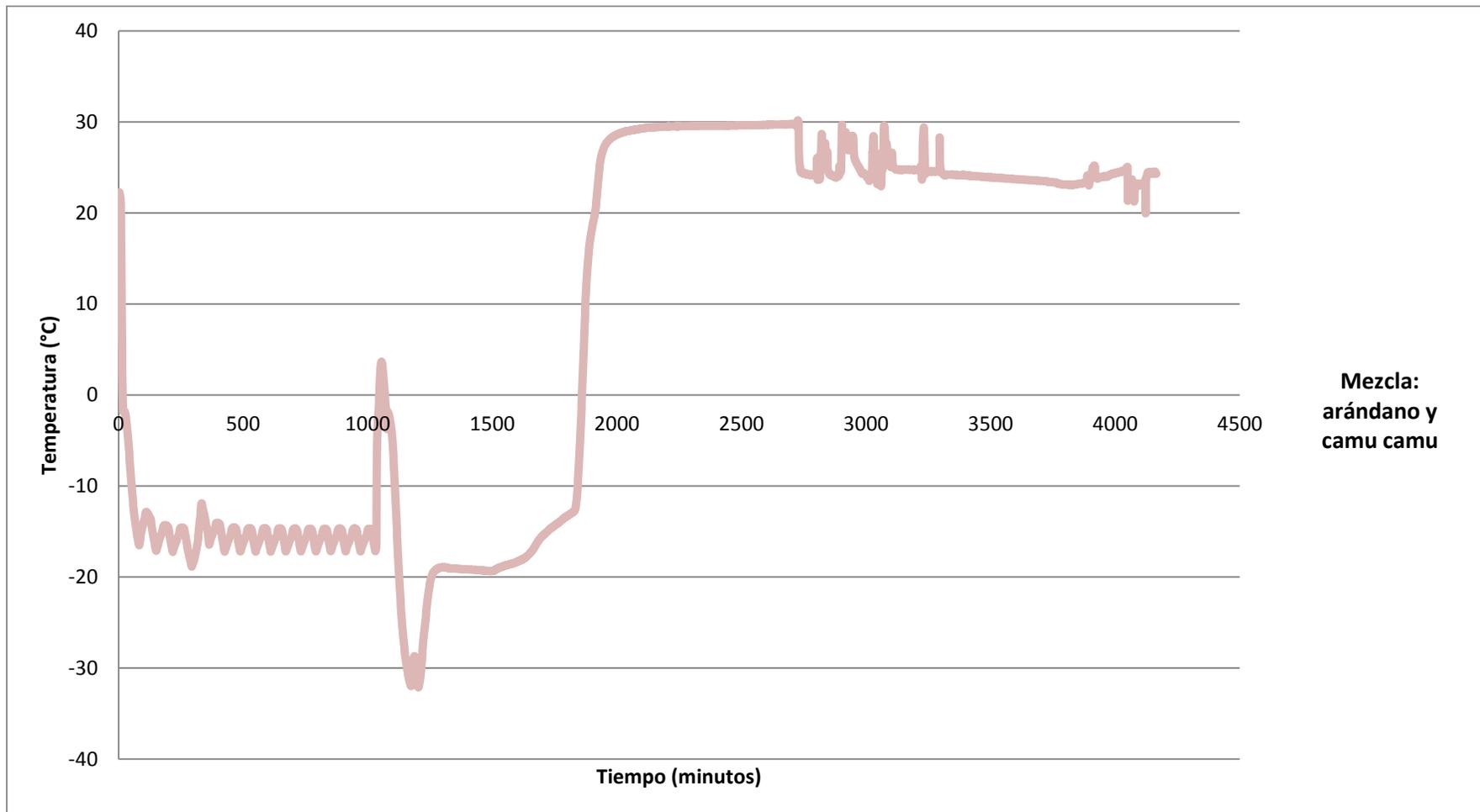
Se presentan los perfiles de temperatura para los 10 tratamientos.

T1: 45% ZUMO DE ARANDANO – 55% ZUMO DE CAMU CAMU.



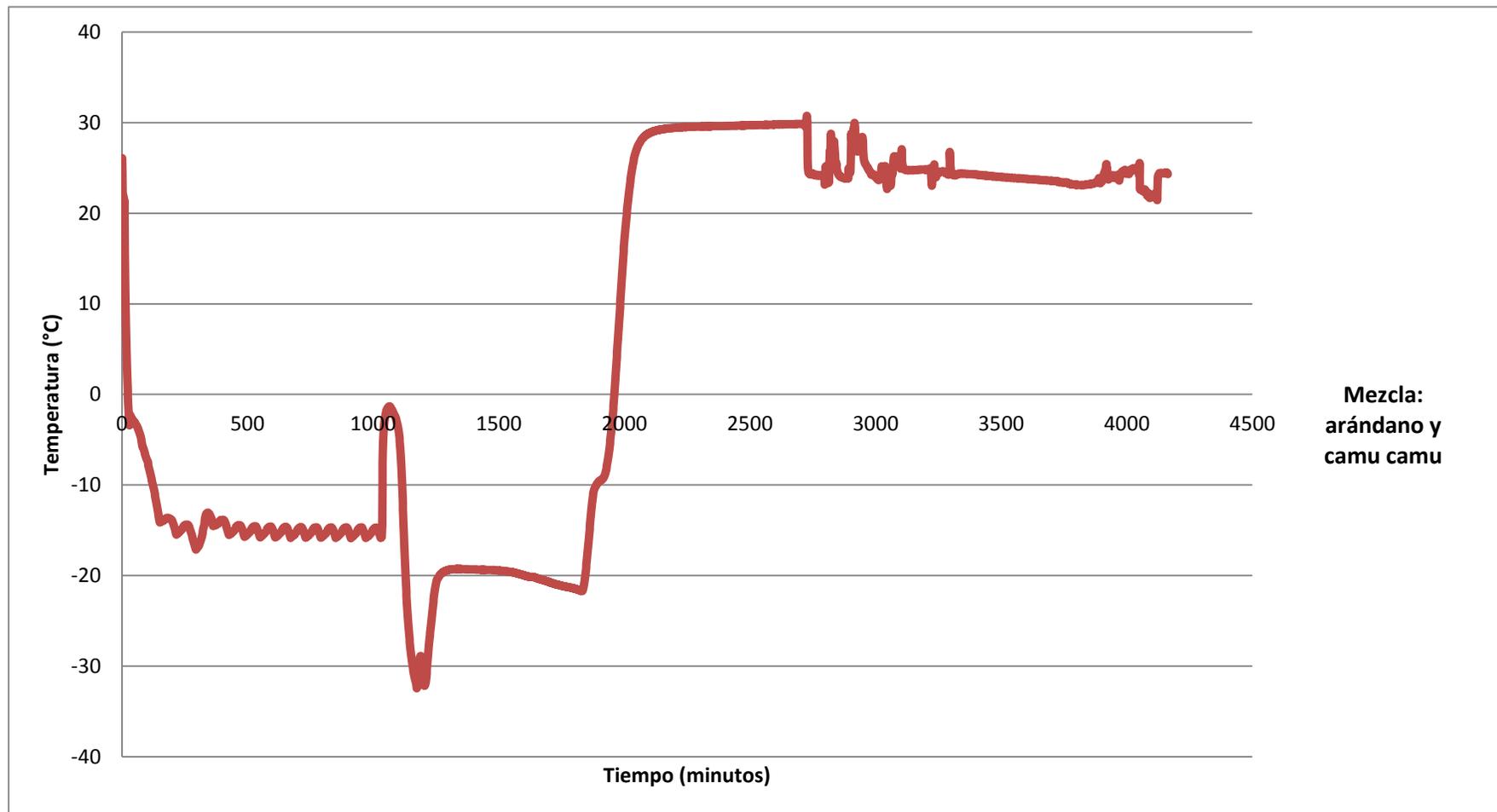
Gráfica 8: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T1.

T2: 57.5 % ZUMO DE ARANDANO – 42.5% ZUMO DE CAMU CAMU



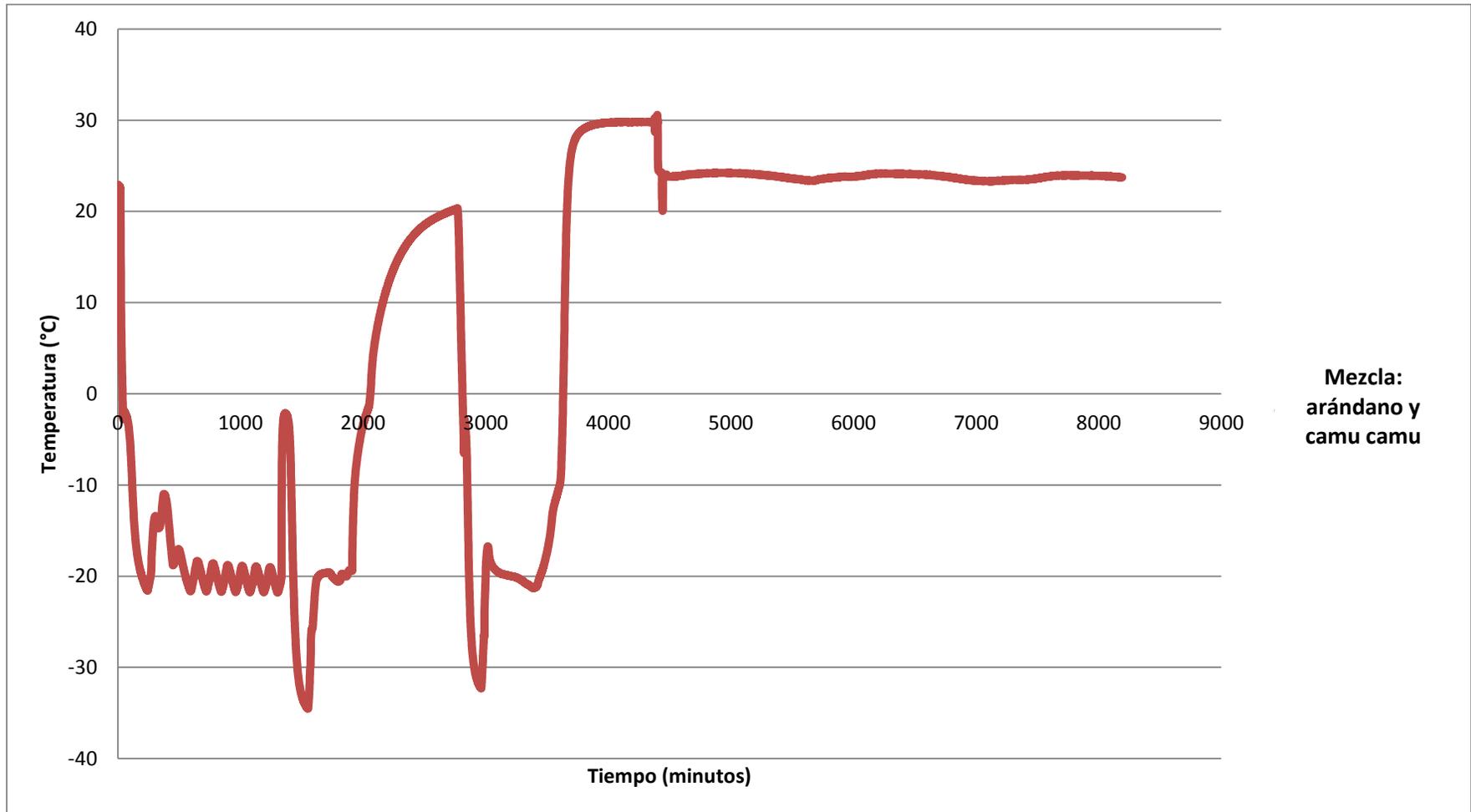
Grafica 9: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T2.

T3: 55% ZUMO DE ARANDANO – 45% ZUMO DE CAMU CAMU



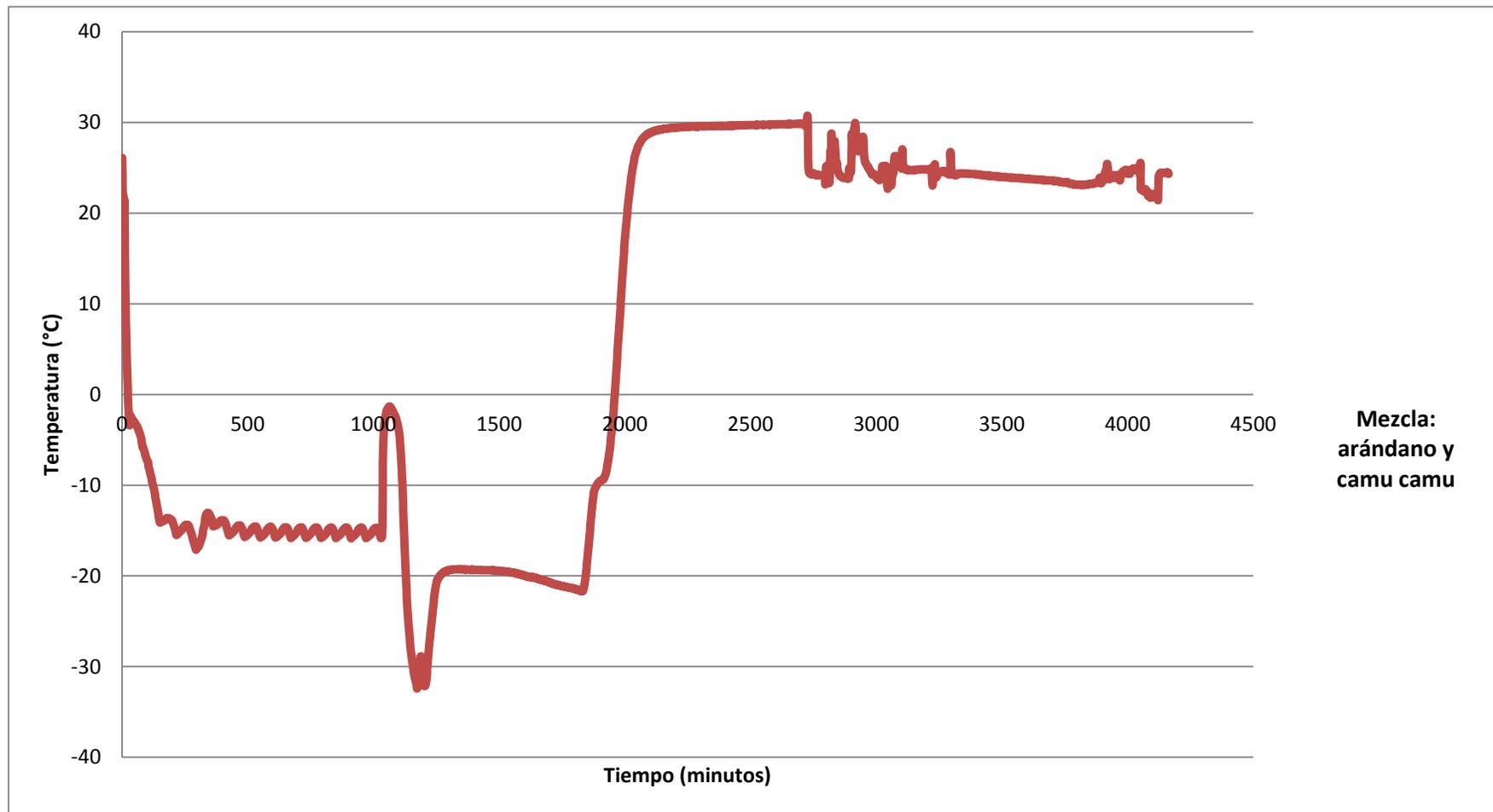
Grafica 10: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T3.

T4: 42.5% ZUMO DE ARANDANO – 57.5% ZUMO DE CAMU CAMU



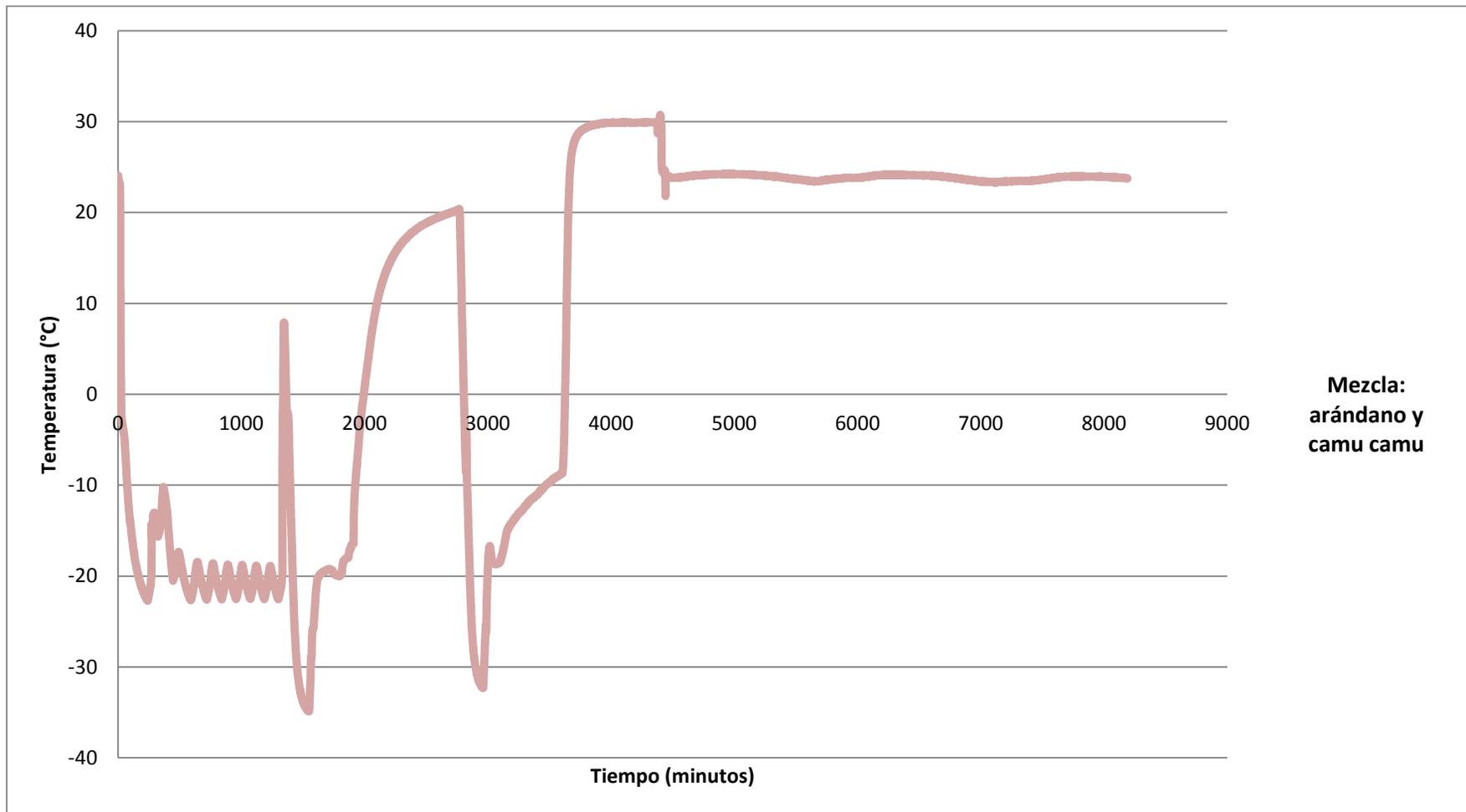
Grafica 11: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T4..

T5: 60% ZUMO DE ARANDANO – 40% ZUMO DE CAMU CAMU



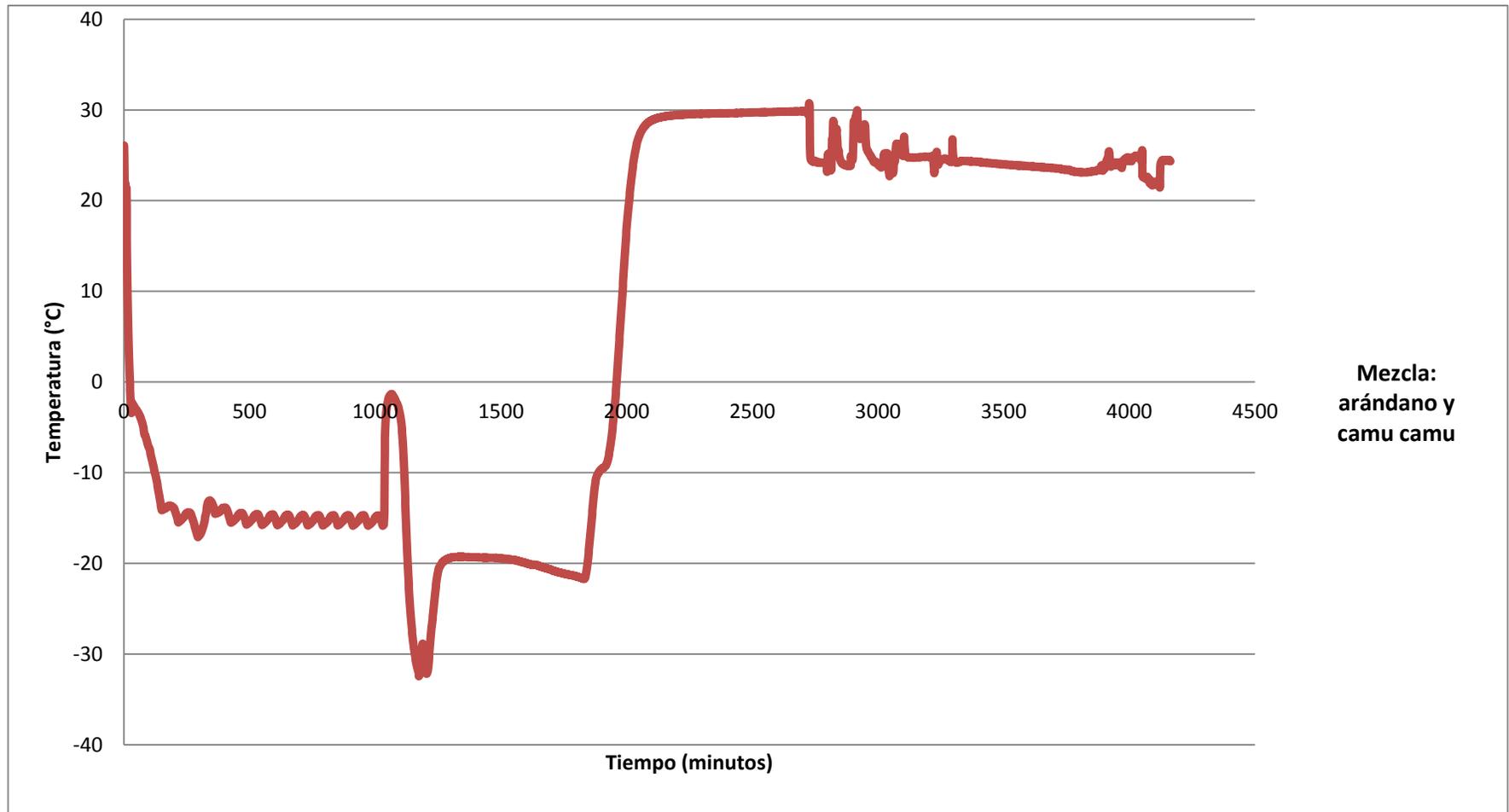
Grafica 12: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T5

T6: 47.6% ZUMO DE ARANDANO – 52.4% ZUMO DE CAMU CAMU



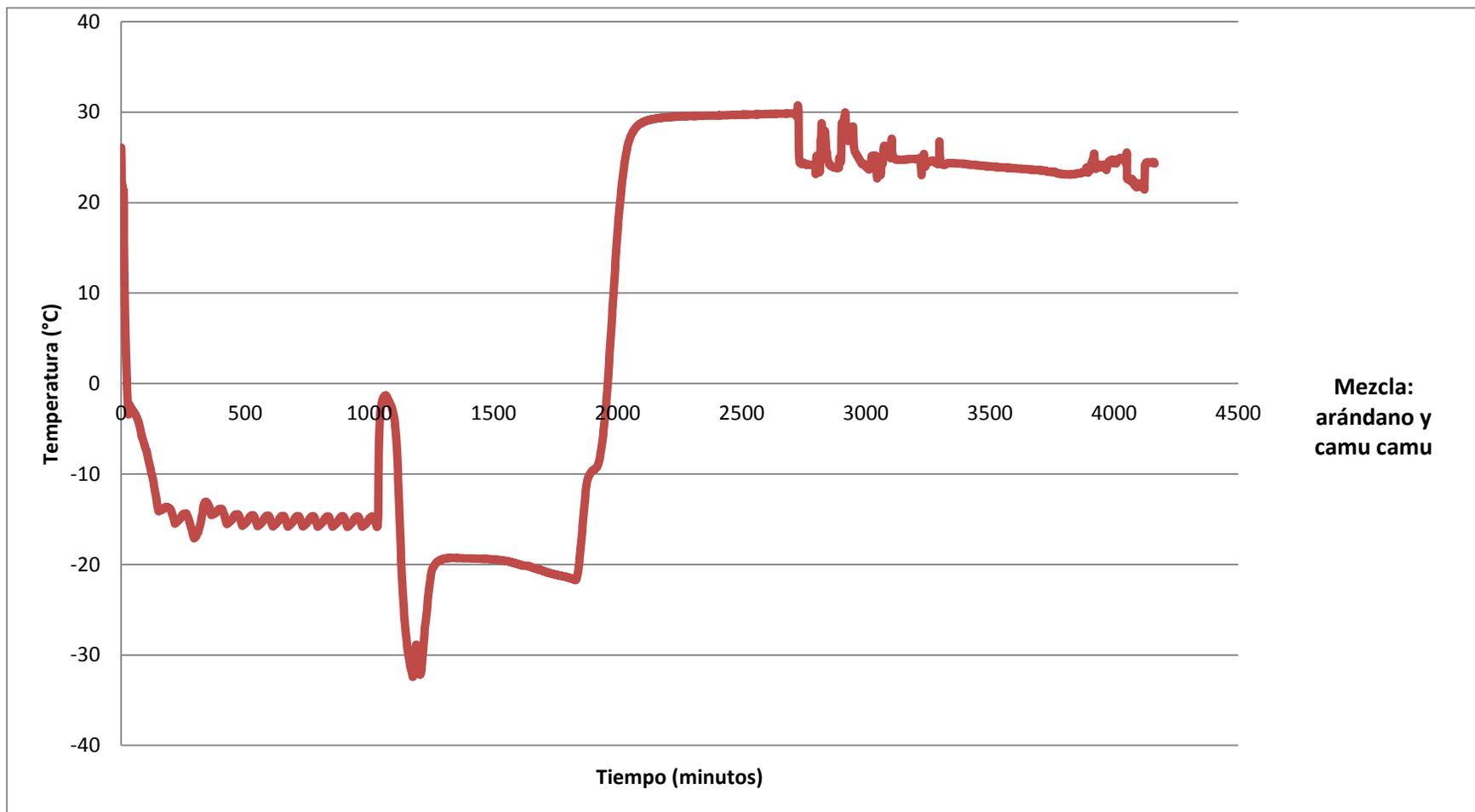
Grafica 13: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T6

T7: 40% ZUMO DE ARANDANO – 60% ZUMO DE CAMU CAMU



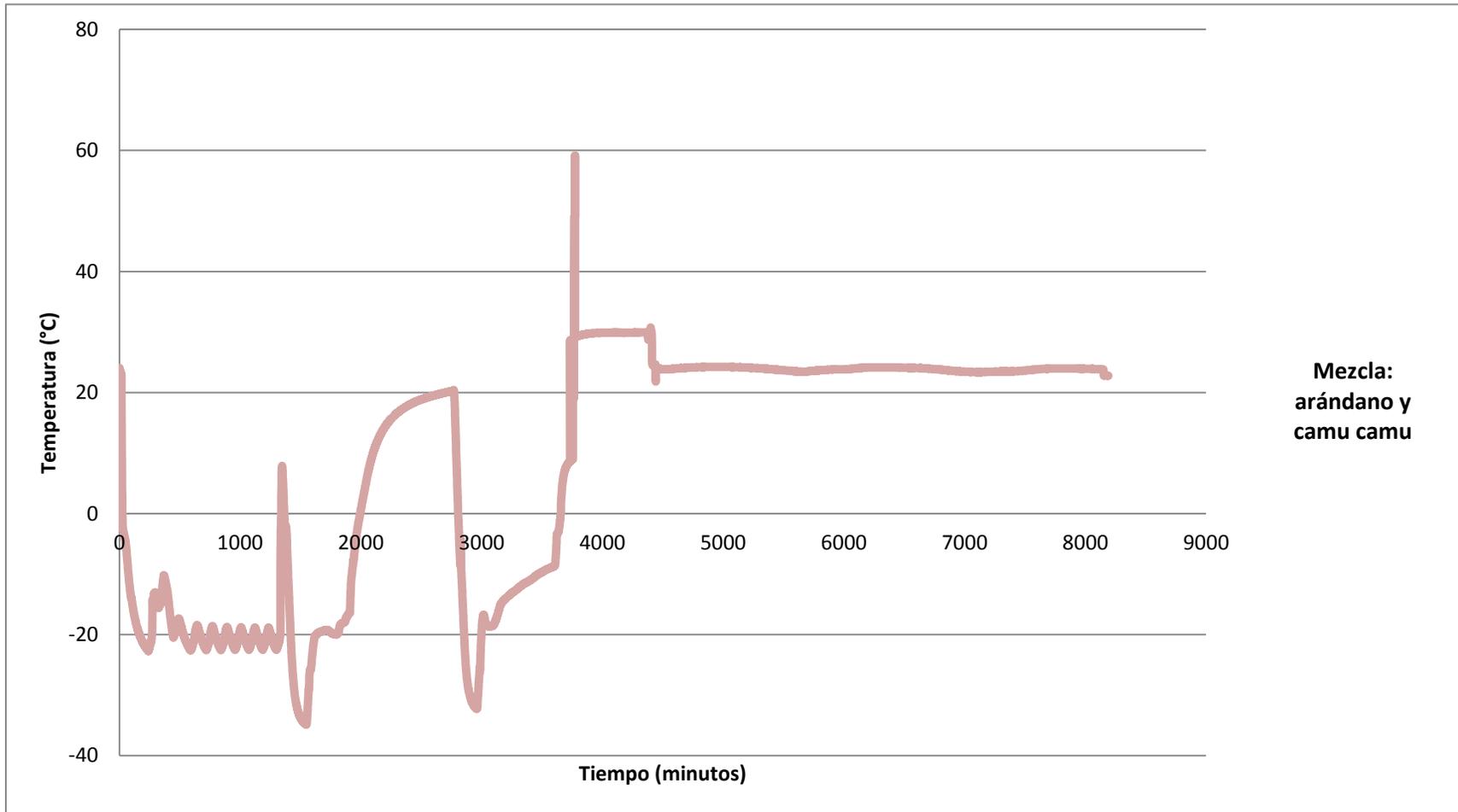
Grafica 14: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T7

T8: 40% ZUMO DE ARANDANO – 60% ZUMO DE CAMU CAMU



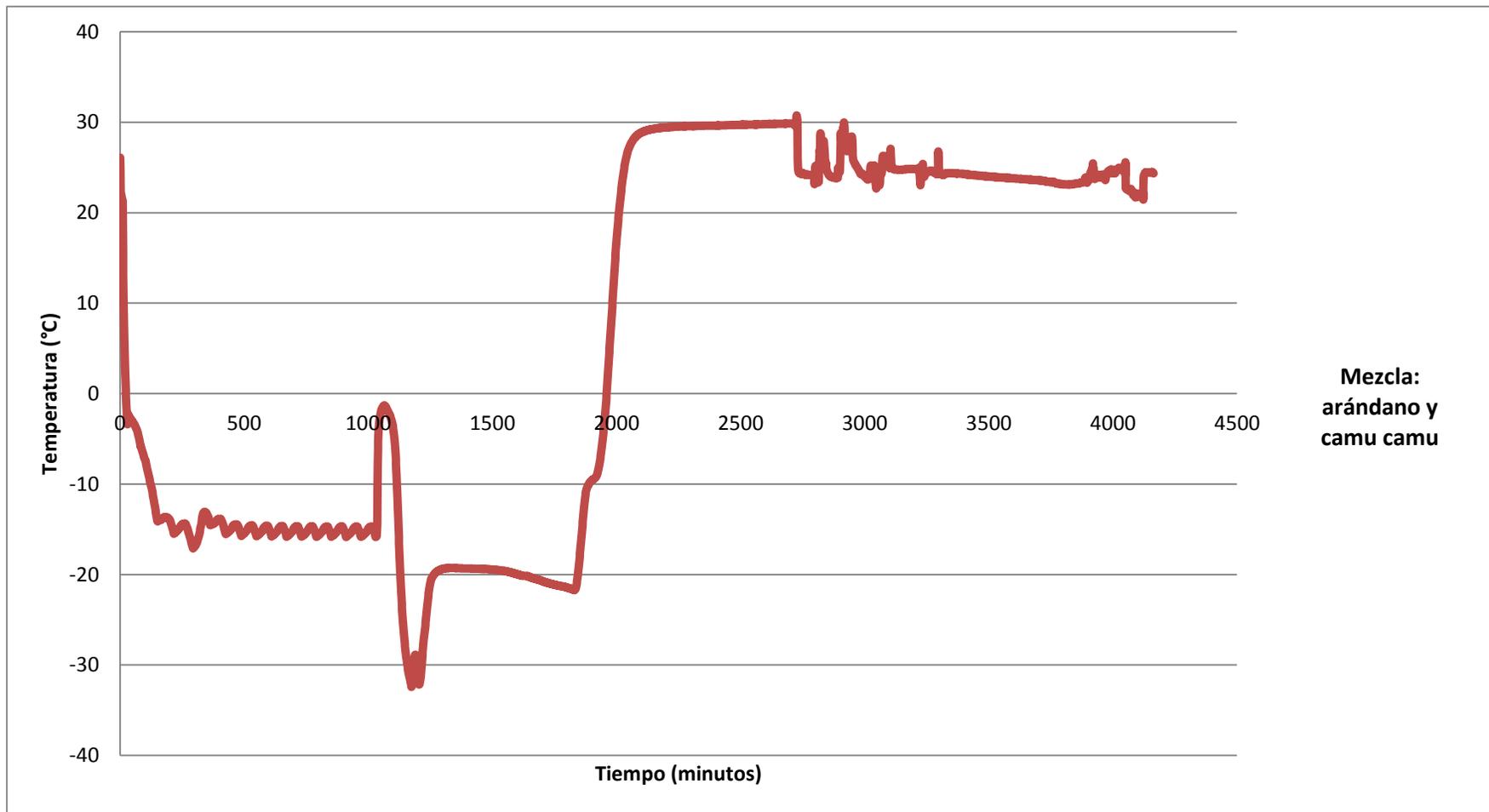
Grafica 15: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T8

T9: 50% ZUMO DE ARANDANO – 50% ZUMO DE CAMU CAMU



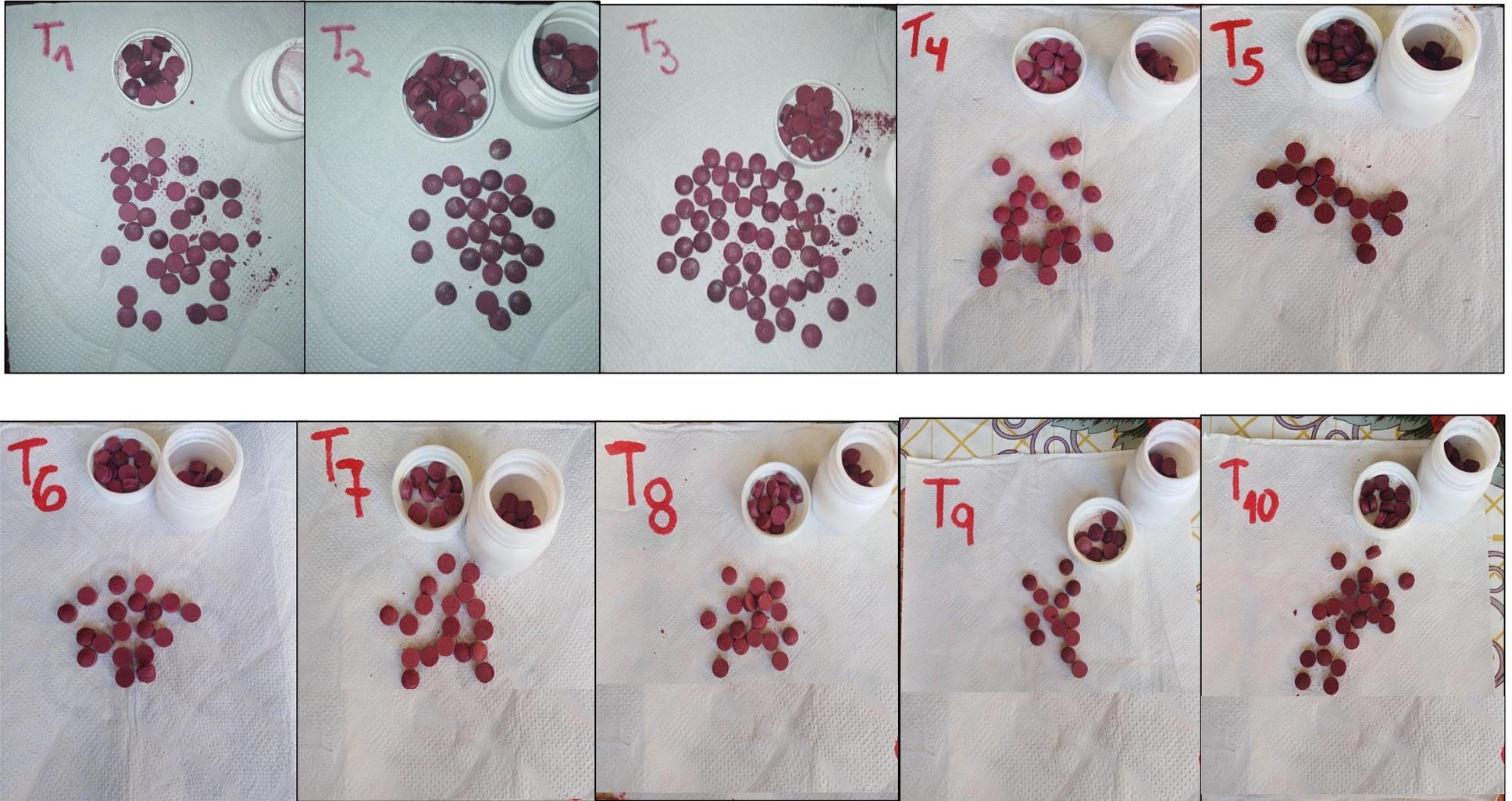
Grafica 16: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T9

T10: 60% ZUMO DE ARANDANO – 40% ZUMO DE CAMU CAMU



Grafica 17: Perfil de Temperatura de Mezcla Liofilizada T10

ANEXO 06: TRATAMIENTOS DE LOS COMPRIMIDOS



ANEXO 7: HOJA DE DATOS ESPECIFICACIONES DE MALTODEXTRINA



天津北光实业有限公司
NORBRIGHT INDUSTRY CO., LTD.

■ 地址: 天津开发区洞庭路2号国际发展大厦10层 ■ 邮编: 300457
■ 电话: +86-22-2528-8888 (50线) ■ E-mail: info@norbright.com
■ 传真: +86-22-2528-8877 ■ web site: www.norbright.com

SPECIFICATIONS DATA SHEET

Product : Maltodextrin

Property:

A low hydrolysis product between starch and sweetener. Good viscosity, heat-resistance, emulsification, carrier-function, and low hygroscopicity. It is easy to film without granulation and not easy to create brown color and with little sweet taste.

Specification data

Serial	Items	Specifications
1	D.E Value	10%
2	Appearance	White irregular powder, substance is invisible to naked eyes.
3	Order	Usual order of maltodextrin
4	Taste	Sweet or slightly sweet
5	Water	6%max
6	Solubility	98%min
7	PH value	4.5-6.5
8	Sulphate ash	0.6%max
9	Iodine test	No blue reaction
10	Pb	0.5mg/kg max
11	As	0.5mg/kg max
12	Coliforms	30/100g max
13	Bacteria	3000/g max
14	Salmonella	Not detected.

Usage: used in candies, nutriment food, instant food, canned food and solid drinks.
Packing: in 25kg PP+PE bags

Norbright Industry Co. Ltd
Address: 10 Flr. Tianjin Int'l Development Bldg.
No.2 Dongting Rd.,TEDA, Tianjin 300457 China

Figura 34: Especificaciones de la Maltodextrina

