

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**ENRIQUECIMIENTO CON LIOFILIZADO DE MORA EN
LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES
DEL CHOCOLATE BLANCO**

Autor: Bach. Delli Huaman Rojas

Asesor: Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Co-asesora: Ing. Marleni Medina Mendoza

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS - PERU

2022

DATOS DEL ASESOR

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

DNI N° 32904948

Registro ORCID: 0000-00029226-9896

<https://orcid.org/0000-00029226-9896>

Campo de la Investigación y el Desarrollo OCDE según la organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económico

2.11.00- -otras ingenierías, otras tecnologías

2.11.01- -alimentos y bebidas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Iraida Rojas Vilca y Rogelio Huaman Pinedo por su apoyo incondicional, amor y confianza.

A mi amado hijo Jhuniur Manuel Bocanegra Huaman por ser el origen de mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A mi pareja por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y a mis hermanos, amigos y familia por siempre mostrarme su apoyo y confianza para realizar mis metas.

DELLI HUAMAN ROJAS

AGRADECIMIENTO

- Primeramente, agradezco a Dios por brindarme salud para poder realizar mi proyecto de tesis.
- A mis padres por su apoyo económico y moral, hermanos por su confianza y amigos por su apoyo.
- A la UNTRM, institución en la cual me forme como profesional y a los docentes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agraria, por brindarme sus conocimientos.
- Al Dr. Erick Auquiñivin silva asesor de la tesis, el apoyo y las facilidades para realizar este proyecto de tesis.
- A la Ing. Marleni Medina Mendoza, coasesora por brindarme sus conocimientos, su confianza, enseñanza y sugerencias brindadas para mejorar el proyecto de investigación.

DELLI HUAMAN ROJAS

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui
RECTOR**

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. Flor Teresa García Huamán
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Ing. Mg. Sc. Armstrong Bernard Fernandez Jeri
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Enriquecimiento con liofilizado de mora en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del chocolate blanco del egresado Dell Huaman Rojas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 21 de enero del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Erick Aldo Aguirre Silva.



VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Enriquecimiento con lipofilizado de mora en las propiedades físicoquímicas y sensoriales del chocolate blanco. ; del egresado Dell' Huaman Rojas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 21 de enero de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Marleni Medina Mendoza

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo
PRESIDENTE



Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri
SECRETARIO



Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Enriquecimiento con liofilizado de mora en las
propiedades fisicoquímicas y sensoriales del chocolate
presentada por el estudiante () egresado (X) Delli Huaman Rojas
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
con correo electrónico institucional 7021414932@untrm-edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 10 de febrero del 2022

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTAM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de febrero del año 2022, siendo las 19:00 horas, el aspirante: Bach. Delli Human Rojas, defiende en sesión pública presencial () / a distancia (X) la Tesis titulada: Enriquecimiento con liofilizado de mora en las propiedades físico-químicas y sensoriales del chocolate blanco, teniendo como asesor a Dra. Erick Aldo Aquino Silva, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustria, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Mg. Sr. Armstrong Barnard Fernández Serri

Vocal: Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones; haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 21:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	x
ÍNDICE DEL CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIONES	30
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación del chocolate blanco en diferente porcentaje de liofilizado de mora.....	21
Tabla 2. Valor de rendimiento de Casson y viscosidad plástica de Casson de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.....	39
Tabla 3. Color de los chocolates blancos enriquecidos con liofilizado de mora.	40
Tabla 4. Actividad antioxidante y contenido fenólico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.	41
Tabla 5. Textura de chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.	42
Tabla 6. Análisis sensorial de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora..	42
Tabla 7. Actividad antioxidante, contenido de fenoles y color del chocolate blanco.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento de casson y viscosidad plástica de casson de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora	25
Figura 2. Color de los chocolates blancos enriquecidos con liofilizado de mora.....	26
Figura 3. Actividad antioxidante y contenido fenólico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.....	27
Figura 4. Textura de chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.....	27
Figura 5. Análisis sensorial del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora..	28
Figura 6. Actividad antioxidante, contenido de fenoles y color del chocolate blanco ...	29
Figura 7. Comportamiento reológico del chocolate control L1R2.....	44
Figura 8. Comportamiento reológico del chocolate blanco L1R3.....	44
Figura 9. Comportamiento reológico del chocolate blanco L1R4.....	45
Figura 10. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R1.....	45
Figura 11. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R2.....	46
Figura 12. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R3.....	46
Figura 13. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R1.....	47
Figura 14. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R3.....	47
Figura 15. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R4.....	48
Figura 16. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R1.....	48
Figura 17. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R2.....	49
Figura 18. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R3.....	49
Figura 19. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R1.....	50

Figura 20. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R3.....	50
Figura 21. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R4.....	51
Figura 22. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R.....	51
Figura 23. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R2.....	52
Figura 24. Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R3.....	52
Figura 25. Chocolate control L1R1.	53
Figura 26. Chocolate control L1R2.	53
Figura 27. Chocolate control L1R3.	54
Figura 28. Chocolate control L2R1.	54
Figura 29. Chocolate control L2R2.	55
Figura 30. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R4.....	55
Figura 31. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R1.....	56
Figura 32. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R3.....	57
Figura 33. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R4.....	57
Figura 34. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. L4R1.....	57
Figura 35. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. L4R2.....	58
Figura 36. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. L4R3.....	58
Figura 37. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R1.....	59
Figura 38. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R2.....	59
Figura 39. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R3.....	60
Figura 40. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R1.....	61
Figura 41. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R2.....	61
Figura 42. Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R3.....	61
Figura 43. Liofilizado de la mora.	62
Figura 44. Molienda del liofilizado de mora.	62
Figura 45. Pesado de ingredientes para la elaboración del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.	63
Figura 46. Elaboración del chocolate blanco con liofilizado de mora.....	64
Figura 47. Pesado de muestra para desgrasado y desgrasado de chocolate blanco	65

Figura 48. Análisis de reología.....	65
Figura 49. Análisis de textura.....	66
Figura 50. Análisis de color.....	66
Figura 51. Análisis de fenoles. Abts y Dpph.....	67
Figura 52. Análisis sensorial.....	67

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el enriquecimiento con liofilizado de mora en las propiedades físicoquímicas y sensoriales del chocolate blanco en cinco concentraciones 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. La viscosidad de Casson aumentó significativamente según las concentraciones del liofilizado de mora, debido a las superficies de partículas sólidas del chocolate. La adición del liofilizado condujo a la creación de un chocolate con un análisis sensorial agradable a los panelistas. Se incrementó el contenido de fenoles totales de 0.00, 0.27, 0.74, 1.17, 1.93 y el porcentaje más alto de 2.43 en 10% de liofilizado de mora; la actividad antioxidante por el radical DPPH 2.51, 3.61, 8.60, 14.17, 20.07 y 21.41 y por el ABTS 2.40, 7.88, 12.44, 16.66, 21.47 y 22.58 respectivamente.

Palabras claves: Chocolate blanco, enriquecimiento, liofilizado de mora.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the enrichment with lyophilized blackberry in the physicochemical and sensory properties of white chocolate in five concentrations: 2%, 4%, 6%, 8% and 10%. The Casson viscosity increased significantly with the concentrations of the blackberry lyophilisate, due to the solid particle surfaces of the chocolate. The addition of the lyophilisate led to the creation of a chocolate with a pleasant sensory analysis for the panelists. The content of total phenols was increased from 0.00, 0.27, 0.74, 1.17, 1.93 and the highest percentage of 2.43 in 10% blackberry lyophilisate; the antioxidant activity by the DPPH radical 2.51, 3.61, 8.60, 14.17, 20.07 and 21.41 and by the ABTS 2.40, 7.88, 12.44, 16.66, 21.47 and 22.58 respectively.

Keywords: White chocolate, enrichment, blackberry freeze-dried

I. INTRODUCCIÓN

El chocolate blanco contiene extracto seco, 35% de manteca de cacao, 30% de leche y 35% de azúcar (CODEX, 2016). (Lončarević et al., 2018) evaluó el enriquecimiento del chocolate blanco con encapsulaciones de jugo de mora; trabajó con tres concentraciones de 6%, 8% y 10%; donde los resultados mostraron un aumento en la distribución del tamaño de partícula y en la parte sensorial y un aumento de contenido de polifenoles.

La mora *Rubus Ulmifolius* es una fuente de alto valor de compuestos nutricionales y bioactivos, ya que presenta una gran cantidad de fenoles (especialmente flavonoides y ácidos fenólicos), capacidad antioxidante, contenido de minerales y monosacáridos. (Schulz et al., 2019) analizaron a la mora y frambuesa conteniendo niveles superiores de antocianinas (146-2199 mg / 100 g de peso fresco) y buena actividad antioxidante. (Camille et al., 2010) evaluaron la pulpa liofilizada de mora, donde se determinó que la temperatura ideal del proceso fue a -110°C , obtuvieron un producto de buenas características sensoriales y con un tiempo total de liofilizado de 6h (Viteri y Cornejo, 2002). Según la investigación de (Tavares y Santos, 2012) la mora atenúa los procesos degenerativos del cerebro con los beneficios atribuidos a los componentes polifenólicos.

La investigación y la aplicación de polifenoles han atraído recientemente un interés en las industrias de alimentos funcionales, nutracéutica y farmacéutica, debido a sus potenciales beneficios para la salud de los seres humanos. (Zhongxiang y Bhesh , 2010) los polifenoles han ganado mucha más atención, debido a su capacidad antioxidante y sus probables repercusiones provechosas para la salud humana, como el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y patológicas y la prevención del cáncer (Wollgast y Anklam, 2000).

Los análisis fisicoquímicos (Alvis, Perez y Arrazola, 2011) nos explica que la textura es una propiedad que limita la calidad sensorial de los alimentos. Para determinar la textura de un chocolate es un proceso complejo y que incluye lo visual, las percepciones orales durante la trituración e ingestión. (Vidal Gonçalves y Caetano da Silva Lannes, 2010) la reología es una característica útil para el desarrollo de desconocidos productos y el control de fabricación, ya que la composición del producto es la principal

responsable de los cambios en los atributos de flujo. El modelo de Casson y los viscosímetros simples continúan siendo útiles debido a los estudios sobre este tema y las mejoras realizadas en las ecuaciones, que conducen a resultados más confiables utilizando la misma ecuación básica con un enfoque nuevo y diferente, (Cavella et al., 2020) indica que la importancia de una comprensión completa de la influencia del tiempo de refinado influye en la distribución del tamaño de las partículas, las propiedades reológicas y la permanencia de una pasta de sabor a chocolate blanco anhidro. La masa de chocolate se produce mediante refinado con rodillos y conchado o alternativamente, mediante molienda de bolas. La molienda puede generar distribuciones de tamaño de partículas variables (PSD), que nuevamente influyen en los parámetros de flujo. Estos últimos son muy importantes para el procesamiento posterior, así como para la sensación en boca y la aceptación del producto final por parte del consumidor.

El objetivo general de la investigación fue evaluar el enriquecimiento con liofilizado de mora en las propiedades físico químicas y sensoriales del chocolate blanco.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

Para la preparación de los chocolates blancos y los análisis se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ingeniería y Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Materiales

La mora se adquirió del mercado local de Chachapoyas en estado maduro, luego se llevó al laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, para ser seleccionada y refrigeradas, el azúcar y leche en polvo se compró en dicho mercado. La manteca de cacao se obtuvo de la cooperativa de servicios múltiples APROCAN, Bagua Capital.

2.3. Reactivos

- Metanol grado HPLC,
- Folin-Ciocalteu,
- Ácido gálico,
- Carbonato de sodio,
- Éter de petróleo ($\geq 90\%$),
- Dpph,
- Trolox (Merck KGaA, Germany).

2.4. Chocolate blanco

Se elaboró cinco tipos de chocolate blanco y un chocolate control con 35% manteca de cacao, 40% de azúcar, 25% de leche en polvo. El chocolate blanco se utilizó a manera de testigo que es un chocolate sin liofilizado de mora. Los chocolates blancos adicionados con liofilizado de mora se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Formulación del chocolate blanco en diferente porcentaje de liofilizado de mora.

Ingredientes	Control	T1	T2	T3	T4	T5
Azúcar	40%	38%	36%	34%	32%	30%
Mora liofilizada	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Leche en polvo	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Manteca de cacao	35%	35%	35%	35%	35%	35%

Fuente: Elaboración propia

2.5. Liofilizado

La mora (*Rubus ulmifolius*) en estado maduro se llevó a ultracongelación $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 72 horas, luego fue llevado a un Liofilizador durante 72 horas. Las muestras liofilizadas se molieron en un molino de bolas con un porcentaje de humedad de 3,6 cada 100 gramos, se depositaron en tubos de plásticos.

2.6. Análisis fisicoquímicos

2.6.1. Reología

La medición reológica de los chocolates se utilizó en el reómetro Anton Paar (MCR 92, Austria), con un software Method IOCCC y equipado con una geometría de cilindro concéntrico, el chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora se fundió a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 5 minutos antes de la medición, el chocolate blanco con liofilizado de mora derretido se ubicó en el cilindro concéntrico. El reómetro se ajustó a una temperatura de 38°C . El proceso de evaluación se realizó en el procedimiento de (ICA, 2000) y (Abdul et al., 2018) con algunas modificaciones, cada evaluación se realizó por triplicado. Los resultados se obtuvieron por la ecuación de Casson, valor de rendimiento de Casson y viscosidad plástica de Casson.

2.6.2. Color

El color de los chocolates enriquecido con liofilizado de mora se midió 3 veces cada tableta con el colorímetro (CM-5 Konica Minolta, Tokio, Japón). Las medidas de color, coordenadas L*, a* y b* del espacio del color. Se calibró el colorímetro con los siguientes estándares (L = 82.2, a = 0.32, b = 0.3268). Se obtuvo la diferencia de color total (ΔE) con la fórmula:

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (1)$$

2.6.3. Compuestos fenólicos totales

2.6.3.1. Preparación del extracto fenólico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora

Un gramo de chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora fue desgrasado en un extractor de grasas (JP-Selecta Det-Grasa N, España) y mezclados con 10 ml de una solución metanólica al 80%, posteriormente centrifugado a 3000 rpm por 30 minutos, el sobrenadante se colocó en viales y se conservó en refrigeración (Gültekin et al., 2016).

2.6.3.2. Cuantificación de fenoles totales

Según Medina et al., (2021) y Pantelidis et al., (2007) se utilizó 0,05 ml de extracto diluido, 0,45 ml de agua ultra pura y Folin-Ciocalteu 2,5ml (diluido 1:10), seguido se agregó solución de carbonato de sodio (2ml) al 7,5% (p/v), luego de 5 minutos se midió a 760 nm la absorbancia en el espectrofotómetro. Fue cuantificado el contenido fenólico de las muestras a partir de la curva de ácido gálico y los resultados estuvieron expresados como equivalente ácido gálico (EAG) por (100 g) peso seco de muestra. La curva patrón mostro ($R^2=0,9952$).

2.6.4. Capacidad antioxidante total

La actividad antioxidante se determinó mediante ABTS, DPPH. Para el ensayo ABTS, el procedimiento se siguió de (de Souza, y otros, 2014) con modificaciones menores (el catión radical ABTS (ABTS +) fue

generado por la reacción de 5 mL de solución acuosa de ABTS (7 mM) con 88µl de 140 Mm (concentración final 2,45 mM) persulfato potásico. La mezcla se mantuvo en la oscuridad durante 16 h antes de su uso y luego se diluyó con etanol para obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm utilizando un espectrofotómetro. Los extractos de frutas (30 µl) o una sustancia de referencia (Trolox) se dejaron reaccionar con 3 ml del líquido resultante. solución radical azul-verde ABTS en la oscuridad. La disminución de la absorbancia a 734 nm se midió después de 6 min. Para la calibración se utilizaron soluciones etanólicas de concentraciones conocidas de Trolox. Los resultados se expresan en micromoles de equivalentes de Trolox (TEs) por gramo de peso fresco (µmol de TEs/g de muestra). La capacidad de atracción de radicales libres de DPPH se estimó utilizando el método de (de Souza, y otros, 2014).Brevemente, la solución de DPPH (600 IM) se diluyó con etanol para obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,02$ unidades a 517 nm. Los extractos de frutas (0.1 mL) se dejó reaccionar con 3.9 mL del radical DPPH solución durante 30 min en la oscuridad, y la disminución de la absorbancia de la solución resultante fue monitoreada. La absorbancia de la mezcla de reacción se midió a 517 nm. Los resultados estuvieron indicados como (µmol de TEs/g de muestra).

2.6.5. Textura

Los análisis de textura de los chocolates blancos con liofilizado de mora se estableció la firmeza de las muestras (Brookfield, modelo CT3, EE UU), el instrumento se dispondrá para medir la fuerza en compresión. Equipado con una sonda (TA2/1000 Cono 30 mmd), 60° de acero inoxidable y celda de carga de 25 kg durante un ciclo de penetración obteniendo una curva de fuerza - tiempo. Las dimensiones de las muestras (55 cm x 50 cm x 0,7 cm). Se ajustó a 1.7 cm/min de velocidad de ensayo.

2.6.6. Análisis sensorial

Al chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora se ejecutó el análisis sensorial para establecer la aceptación general del consumidor con

una escala hedónica de 9 puntos, basándose en el procedimiento de (Ramirez, 2012). Esta evaluación sensorial se ejecutó en el Laboratorio de biotecnología de la UNTRM. El Sabor, color, dureza, brillo y aceptabilidad general fueron las características sensoriales que se evaluaron. Los catadores fueron 30 estudiantes entre personal técnico y profesores de la facultad no entrenados. Se mantuvieron a 20 °C las muestras antes de la evaluación. Las muestras fueron rotuladas respectivamente con códigos.

2.6.7. Análisis de datos

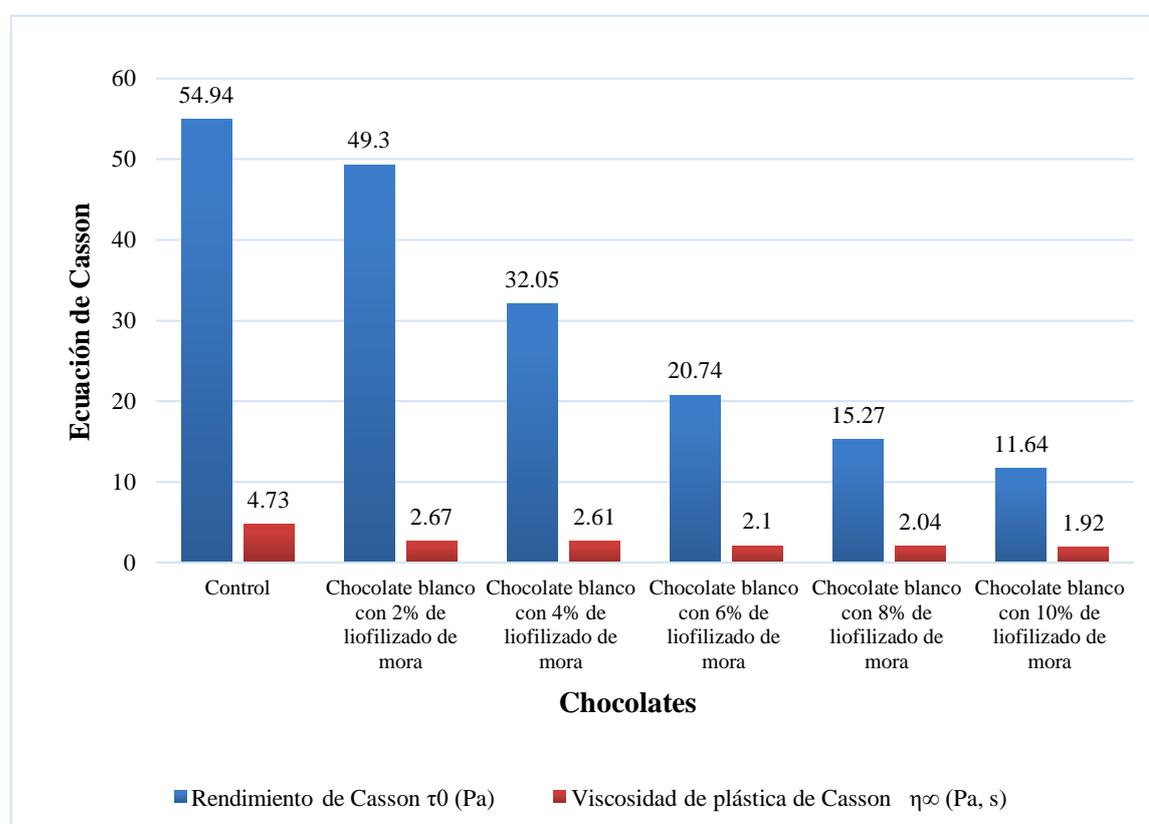
Para el análisis de los datos se utilizó el software Minitab versión 17 (EE. UU) y para analizar las diferencias significativas se usó ANOVA unidireccional entre cada dato. El 95% de significancia fue definido por la prueba Tukey y se realizaron todos los análisis por triplicado.

III. RESULTADOS

Los chocolates blancos con liofilizado de mora tuvieron un comportamiento no newtoniano. En los resultados observamos el rendimiento de Casson y la viscosidad plástica de Casson donde el chocolate control tuvo un resultado más alto en comparación con los otros chocolates, mientras aumentaba el porcentaje de liofilizado de mora se iba reduciendo el rendimiento y la viscosidad plástica.

Figura 1

Rendimiento de Casson y viscosidad plástica de Casson de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.

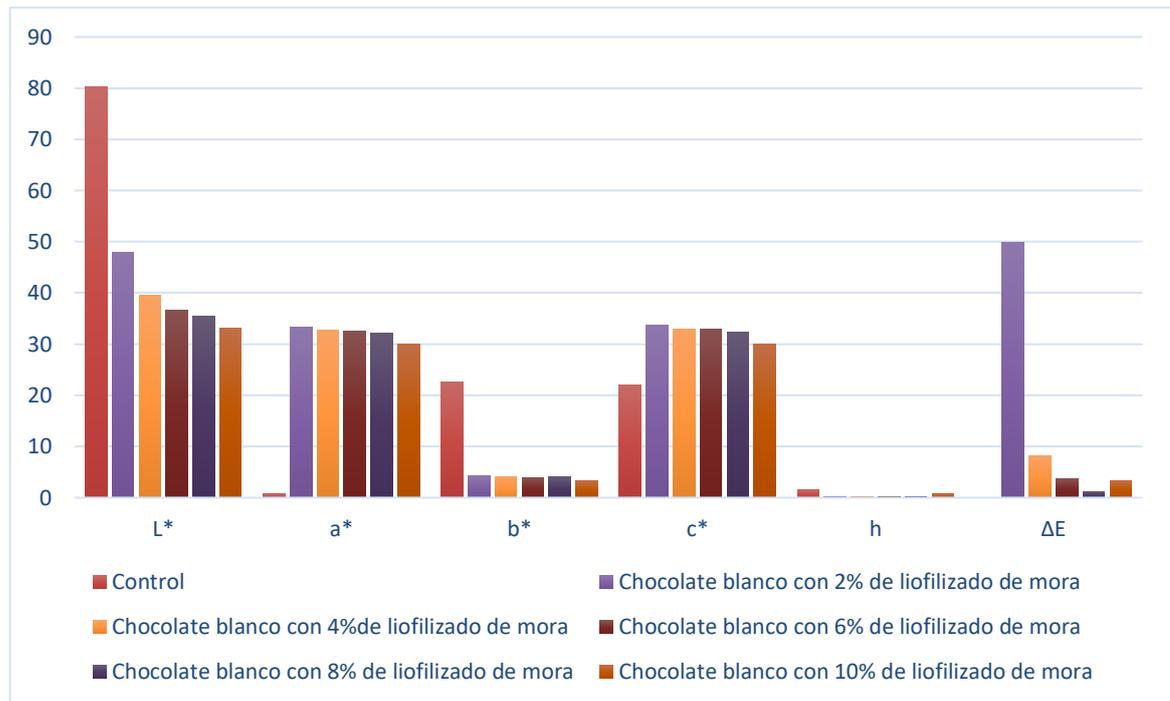


En la grafico 2, se observa la representación de las coordenadas a^* y b^* para cada una de las formulaciones. Todas las formulaciones presentan una tonalidad roja excepto del chocolate control que tiene más luminosidad que los demás chocolates, cuando el porcentaje de mora va aumentando la luminosidad, a^* , b^* , c^* , tono y pureza eran menor, el chocolate blanco control con el chocolate blanco de 2% de liofilizado de mora la diferencia de color era de 49.79 ± 1.07 mientras que el chocolate blanco de 2% y 4% de liofilizado de mora es de 8.21 ± 0.91 , el chocolate blanco con 4% y 6% de liofilizado de mora es de 3.72 ± 0.76 , el chocolate blanco de 6% y 8% de liofilizado de

mora la diferencia de color es de 1.25 ± 0.29 , chocolate blanco de 8% y 10% de liofilizado de mora la diferencia de color es 3.38 ± 0.23 . la mayor diferencia de color se dio en el chocolate blanco con el chocolate con 2% de liofilizado de mora y menor diferencia en los chocolates blanco con 4%, 6% 8% 10% de liofilizado de mora.

Figura 2

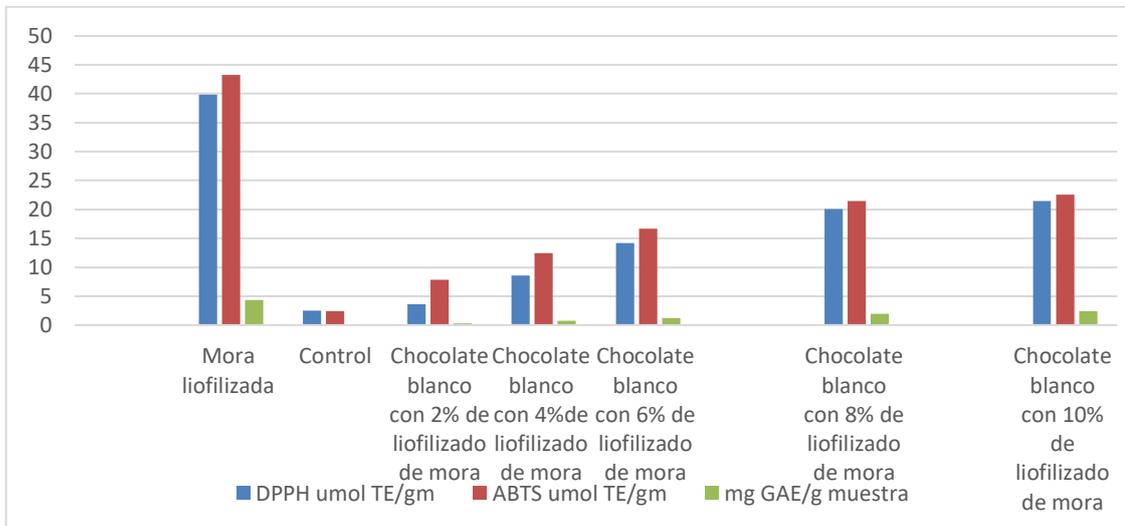
Color de los chocolates blancos enriquecidos con liofilizado de mora



Se realizó un estudio previo a la mora liofilizada para saber el porcentaje capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales dando como resultados 39.83 ± 0.35 , 43.28 ± 0.28 y 4.35 ± 0.01 respectivamente. El chocolate control tubo resultados muy bajos en comparación con los otros chocolates que contenían liofilizado de mora, demostrando que cuando se agregaba más % de liofilizado de mora el contenido de antioxidantes y fenoles tiene un aumento considerable.

Figura 3

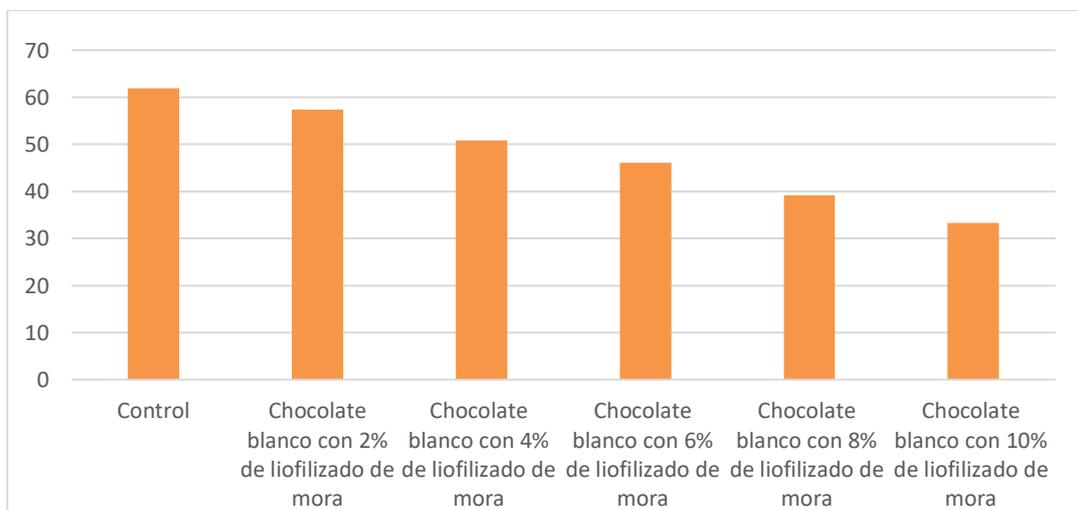
Actividad antioxidante y contenido fenólico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.



El chocolate con 10% de liofilizado de mora tiene menos resistencia a la rotura en comparación al resto de chocolates. Sin embargo, el chocolate control tiene mayor aguante a la rotura esto nos indica que tiene mejor textura. La textura para el chocolate control, chocolate blanco con 2% de mora liofilizada, chocolate blanco con 4% de mora liofilizada, chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora, chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora, chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora fueron 61.90 ± 1.47 ; 57.35 ± 1.84 ; 50.823 ± 0.42 ; 46.123 ± 1.723 ; 39.157 ± 0.615 ; 33.247 ± 1.025 respectivamente.

Figura 4

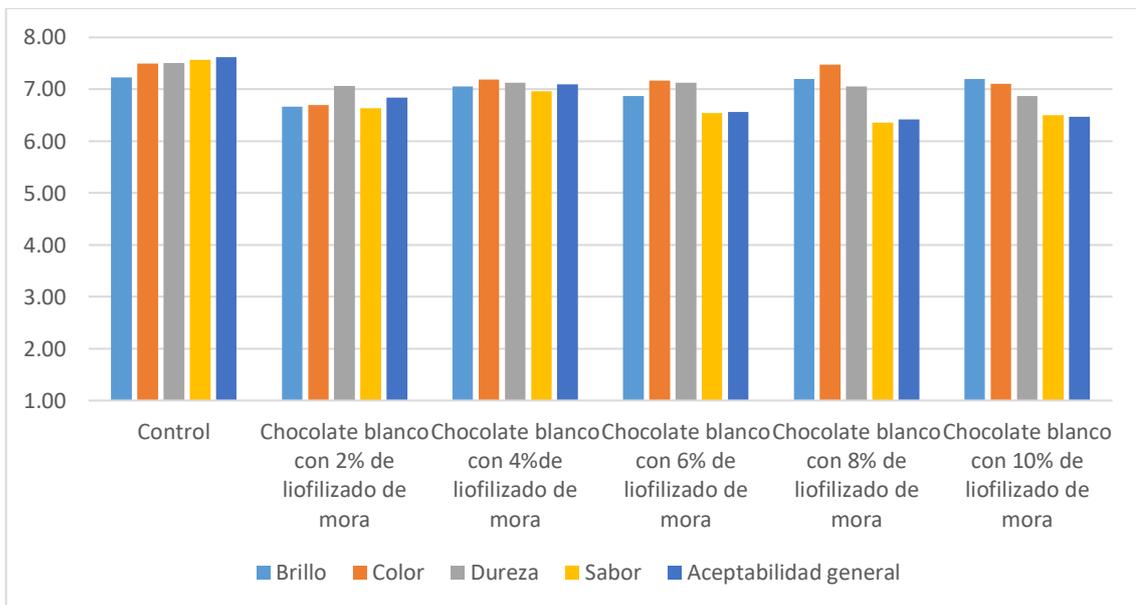
Textura de chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.



En los resultados obtenidos el chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora tiene la mínima aceptación por los panelistas, probablemente a la alta cantidad de liofilizado de mora que se agregó, lo mismo pasa con el chocolate de 2% de liofilizado de mora que no tuvo una buena aceptación debido al poco liofilizado de mora que se agregó. El que tuvo más aceptación fue el chocolate control, seguido del chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora y chocolate blanco con 6% y 8% de liofilizado de mora.

Figura 5

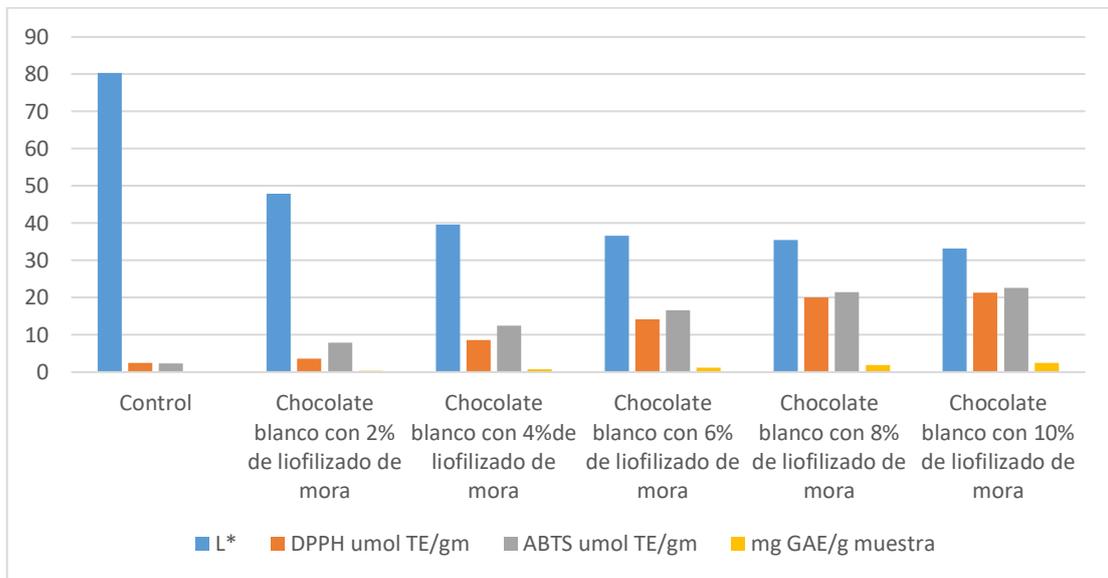
Análisis sensorial de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora



Los resultados obtenidos de color que se tomó la luminosidad y el contenido fenólico, la actividad antioxidante se observó que en el chocolate control tubo mayor luminosidad y la actividad de antioxidantes y fenoles fue menor y cuando se agrega más porcentaje de mora liofilizada la luminosidad del chocolate disminuye y los antioxidantes de fenoles aumentan.

Figura 6

Actividad antioxidante, contenido de fenoles y color del chocolate blanco.



IV. DISCUSIONES

1. Comportamiento reológico

Se puede observar en la tabla 2 el valor del Rendimiento de Casson, la viscosidad plástica de Casson para todas las muestras de chocolate. El rendimiento del chocolate control (54.94Pa) fue elocuentemente diferente ($p < 0,05$), 2% de liofilizado de mora (49.30 Pa), 4% de liofilizado de mora (32.05 Pa), 6% de liofilizado de mora (20.74 Pa), 8% de liofilizado de mora (15.27 Pa), 10% de liofilizado de mora (11.64 Pa) no tuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$). El valor más alto en cuanto al rendimiento fue el chocolate control seguido del chocolate con 2% de liofilizado de mora y el mínimo fue el chocolate con 10% de liofilizado de mora. Para la viscosidad plástica de Casson el control (4.73 Pas) no hubo diferencia

significativamente de ($p < 0,05$) del chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora. 4% de liofilizado de mora, 6% de liofilizado de mora, 8% de liofilizado de mora, 10% de liofilizado de mora. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la viscosidad plástica de Casson del chocolate con 2% de liofilizado de mora (2.67 Pas), 4% de liofilizado de mora (2.61 Pas), 6% de liofilizado de mora (2.10 Pas), 8% de liofilizado de mora (2.04 Pas), 10% de liofilizado de mora (1.92). La viscosidad plástica se observa que se redujo cuando se va aumentando el porcentaje de liofilizado de mora, esto se produce debido a las propiedades reológicas y está relacionado con los procesos de fabricación, donde se realiza la mezcla y hasta la etapa final que es el refinado, donde hay cambios de los parámetros reológicas (Glicerina et al., 2013). Las Partículas más grandes causan una sensación arenosa en la boca durante el consumo del final producto, por otro lado, las partículas más pequeñas aumentan la superficie, se necesita más fase líquida para cubrirla, aumentando la viscosidad del chocolate fundido al mismo tiempo (Bolenz et al., 2014).

2. Color

Los valores de una luminosidad (L^*), un tono rojo (a^*) y un tono amarillo (b^*) medidos en la superficie del chocolate blanco enriquecimiento del liofilizado de mora se observa en la tabla 3. El chocolate control tiene significativamente los valores más altos en L^* ($80.30 \pm 0,10$), b^* (22.67 ± 0.22) en comparación con los chocolates con liofilizado de mora, esto indica la superficie brillante del chocolate control, así como una alta parte de un tono amarillo. Al mismo tiempo, el chocolate control tiene el valor a^* ($0.78 \pm 0,17$) y en la superficie se incluyen tonos verdes, la adición de liofilizado de mora

disminuye los valores de L^* , donde el chocolate de 2% de liofilizado de mora tiene significativamente $p < 0,05$) mayor valor de L^* (47.87 ± 0.89) con relación al chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora (39.6 ± 0.31), 6% de liofilizado de mora (36.57 ± 0.17), 8% de liofilizado de mora (35.44 ± 0.23), 10% de liofilizado de mora (33.20 ± 0.23) son diferentes entre sí. El chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora tiene un valor a^* significativamente más alto ($p < 0,05$) (30.07 ± 0.17) y por lo tanto aumenta el tono rojo en chocolates enriquecidos de acuerdo con las concentraciones añadidas. Sin embargo, los valores a^* de chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora (32.20 ± 0.47), 6% de liofilizado de mora ($32,59 \pm 0,44$), 4% de liofilizado de mora ($32.74 \pm 0,17$), 2% de liofilizado de mora ($33.22 \pm 0,14$) no tienen diferencia significativamente de cada uno. La presencia de tonos amarillos en chocolates enriquecidos es significativamente diferente de ($p < 0.05$) disminuye con la adición de liofilizado de mora (con valor $b^* 4.28 \pm 0,16$) donde los valores b^* de las muestras de chocolate con 4% de liofilizado de mora ($4.06 \pm 0,91$) y 6% de liofilizado de mora ($3,92 \pm 0,07$).), 8% de liofilizado de mora (4.07 ± 0.62) no tienen diferencia significativamente ($p < 0,05$) de entre sí, 10 % de liofilizado de mora ($3.30 \pm 0,16$) tiene una estadísticamente significativa ($p < 0,05$) valor más bajo de tono amarillo (Lončarević et al., 2018).

3. Textura

La textura del chocolate es significativa para la valoración de las características para su consumo (Glicerina et al., 2013). En la tabla 3 se observan los resultados, donde el control (61.90 ± 1.47) y el chocolate con 2% de liofilizado de mora (57.35 ± 1.84) no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$), el chocolate con 4% de liofilizado de mora (50.823 ± 0.42), el chocolate con 6% de liofilizado de mora (46.12 ± 1.72), el chocolate con 8% de liofilizado de mora (39.15 ± 0.61) y el chocolate con 10 % de liofilizado de mora (33.24 ± 1.03) no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) en cuanto a la textura. El valor más bajo se obtuvo del chocolate con 10% de liofilizado de mora, según los resultados obtenidos al aumento del porcentaje de liofilizado de mora la textura también disminuye (Rezende V., 2015), la textura es el resultado de la cristalización de triglicéridos durante el proceso del templado de la manteca de cacao y este proceso origina (dureza, brillo y durabilidad) hacia el daño físico y térmico que puede tener.

4. Actividad antioxidante y Contenido fenólico total

La capacidad antioxidante y el contenido fenólico total se observan en la Tabla 2. El chocolate con 10 % de liofilizado de mora mostró la mayor actividad antioxidante con el radical DPPH un valor de (21.41 ± 0.35) , con 8% de liofilizado de mora se obtuvo (20.07 ± 0.35) y del 6% de liofilizado de mora se obtuvo un (14.17 ± 0.47) , 4% de liofilizado de mora se obtuvo un (8.60 ± 0.35) , 2% de mora liofilizada un (3.61 ± 0.12) y en la muestra control se obtuvo un (0.00 ± 0.25) . Por el método de ABTS el chocolate con 10% de liofilizado de mora obtuvo (22.58 ± 0.10) , el chocolate con 8% de liofilizado de mora obtuvo (21.47 ± 0.07) , el chocolate con 6% de liofilizado de mora obtuvo (16.66 ± 0.08) , el chocolate con 4% de liofilizado de mora obtuvo (12.44 ± 0.04) , el chocolate con 2% de mora liofilizada (7.88 ± 0.12) , la muestra control obtuvo (2.40 ± 0.84) y la mora liofilizada por el método de DPPH (39.83 ± 0.35) y por el método de ABTS (43.28 ± 0.28) . Se mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la actividad antioxidante del chocolate control y los chocolates con liofilizado de mora. En cuanto a contenido fenólico total, el chocolate con 10% de liofilizado de mora (2.43 ± 0.04) expuso los resultados más altos, continuo del chocolate con 8% de liofilizado de mora (1.93 ± 0.02) , chocolate con 6 % de mora liofilizada (1.71 ± 0.02) y chocolate con 4% de liofilizado de mora (0.74 ± 0.18) , chocolate con 2% de liofilizado de mora (0.27 ± 0.02) y chocolate control (0.00 ± 0.00) . Entonces, podemos decir que el enriquecimiento de liofilizado de mora en el chocolate blanco, logró aumentar la capacidad antioxidante y el contenido fenólico total. (Lončarević, y otros, 2018) su objetivo fue enriquecer el chocolate blanco con diferentes concentraciones de encapsulado de jugo de mora donde lo realizó a 6% y 10% de encapsulado de jugo de mora, logrando el incremento de polifenoles totales de 1.8 a 3.8 veces. En este trabajo se realizó el enriquecimiento del chocolate blanco con mora liofilizada en diferentes proporciones logrando el principal objetivo.

5. Evaluación sensorial

El chocolate es un alimento que evoca estímulos que activan el cerebro humano (Afoakwa. 2007). El chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora sus características sensoriales se presentan en la Tabla 6, la adición del liofilizado de mora tiene una gran influencia en el color del chocolate, adquiriendo un bonito color rojizo. En cuanto al color, la intensidad aumentó con respecto a las concentraciones. De los resultados logrados hubo cambios significativos en el sabor del chocolate control

(7.57±0.01), chocolate con 4% de liofilizado de mora (6.96 ±0.01) y a la vez mostraron los resultados más altos, continuo el chocolate con 2% de liofilizado de mora (6.63±0.01), chocolate con 8 % de mora liofilizada (6.56±0.02) y chocolate con 10% de liofilizado de mora (6.42±0.16), ocurrió una diferencia significativa ($p < 0,05$) en el sabor.

El liofilizado de mora influyó en el color del chocolate; a mayor porcentaje de liofilizado de mora, más firme es el color, para (Afoakwa E. O., 2016) el aspecto del chocolate proporciona un efecto en la aprobación del consumidor. Los datos logrados en el chocolate control (7,50 ± 0,01), hubo cambios significativos con el chocolate con 2% de liofilizado de mora (6,70 ± 0,01) y el chocolate con 4% de liofilizado de mora (7,19 ± 0,01), el chocolate con 6% de liofilizado de mora (7.17 ±0.01), el chocolate con 8% de liofilizado de mora (7.48 ±0.01), el chocolate con 8% de liofilizado de mora (7.11 ±0.01).

Los panelistas tuvieron una mayor preferencia por el chocolate control (7.51±0.01) con la calificación más alta. El chocolate con 10% de liofilizado de mora fue significativamente diferente ($p < 0,05$) que el control (6.87±0.01) y el chocolate con 2% de liofilizado de mora (7.07±0.01), el chocolate con 4% de liofilizado de mora (7.13±0.02), el chocolate 6% de liofilizado de mora (7.13±0.0.2), el chocolate blanco con 8% liofilizado de mora (7.06±0.01) no hubo diferencia significativa ($p < 0,05$). Los chocolates tienden a ser más atractivos por su resistencia a la fractura y dejan una buena sensación en la boca (Rezende V., 2015).

En cuanto al brillo el chocolate control (7.23±0.26), chocolate con 8% de liofilizado de mora (7.20±0.01) y chocolate con 10% de liofilizado de mora (7.20±.0.01) no hubo diferencia significativa ($p < 0,05$), a diferencia de los chocolates de 2% de liofilizado de mora (6.67 ± 0.01) y con 6% de liofilizado de mora (6.87±0.01) mostro diferencia significativa ($p < 0,05$). La apariencia más brillante es el chocolate control, (Abdul et al., 2018) es debido que contiene ácido láurico en el chocolate y al mezclarse con la grasa del cacao y volverse estable como resultado da una apariencia brillante. Los resultados obtenidos muestran que la tableta de chocolate control tiene más aceptabilidad general en comparación con el chocolate con 10% de liofilizado de mora y el chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora tubo mayor aceptación el del

4% de liofilizado de mora. Esto se puede concluir que el chocolate blanco y el chocolate de 4% de liofilizado de mora tuvieron prioridad ante los panelistas.

6. Actividad antioxidante, contenido fenólico y color del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.

La actividad antioxidante y el contenido fenólico del chocolate blanco como se puede observar en los resultados los colores tienen a ser más energéticos y el contenido fenólico, antioxidante tiende a aumentar cuando se agrega más porcentaje de liofilizado de mora.

En el chocolate blanco en el color L^* (80.30 ± 0.10) y en la capacidad antioxidante DPPH (2.51 ± 0.25) ABTS (2.40 ± 0.84) y fenoles (0.00 ± 0.00), según los resultados obtenidos observamos que el chocolate blanco tiene una luminosidad alta en cuanto a los antioxidantes y fenoles podemos observar que los resultados son mínimos, el chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora en L^* (47.87 ± 0.89) y en la capacidad antioxidante DPPH (3.51 ± 0.12) ABTS (2.40 ± 0.84) y fenoles (0.27 ± 0.03), chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora en L^* (39.687 ± 0.31) y en la capacidad antioxidante DPPH (8.60 ± 0.35) ABTS (12.44 ± 0.04) y fenoles (0.74 ± 0.18), chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora en L^* (36.57 ± 0.17) y en la capacidad antioxidante DPPH (14.17 ± 0.47) ABTS (16.66 ± 0.04) y fenoles (1.17 ± 0.02), chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora en L^* (35.44 ± 0.23) y en la capacidad antioxidante DPPH (20.07 ± 0.35) ABTS (21.47 ± 0.04) y fenoles (1.93 ± 0.3), chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora en L^* (33.20 ± 0.23) y en la capacidad antioxidante DPPH (21.41 ± 0.35) ABTS (22.48 ± 0.10) y fenoles (2.43 ± 0.4), en los chocolates que se agregaron liofilizado de mora de observo que la luminosidad disminuye en cambio que en el contenido de antioxidante y contenido polifenólicos tienen un aumento. El liofilizado es un método de secado muy usado en el procesamiento de las frutas, porque se trabaja a temperaturas bajas y presiones elevadas lo que reduce el deterioro de la fruta y las propiedades beneficiosas (Dal-Bo et al., 2022). (Tavares et al., 2012) demostraron que la ingestión de mora modera los procesos degenerativos del cerebro y con beneficios atribuidos a los componentes polifenólicos y su capacidad antioxidante. Los valores altos en la luminosidad en los chocolates blanco nos indica la superficie brillante del chocolate así también una alta proporción de tono amarillo (Lončarević et al., 2018).

V. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron en el tamaño de partícula tuvo un ligero aumento reológico en rendimiento Casson (Pa) y en la viscosidad plástica de Casson (Pas). Esto influye en las características fisicoquímicas y sensoriales.

De las muestras de chocolate en estudio con los diferentes porcentajes de adición, la muestra control (chocolate blanco), mostró mayor rendimiento Casson, además en las características y propiedades físico-químicas, la muestra con 10% de porcentaje de liofilizado de mora presento mayor contenido en polifenoles y capacidad antioxidante, lo que indica que a mayor porcentaje adicionado de liofilizado de mora mayor es el contenido en capacidad antioxidante y polifenólico; en cuanto al análisis sensorial la muestra control presento mayor aceptación, seguido de la muestra con adición del 2%.

El chocolate blanco control a diferencia de chocolate enriquecido con liofilizado de mora se vio una diferencia significativa en el contenido de polifenoles y contenido antioxidante. El liofilizado de mora redujo el comportamiento reológico del chocolate, en la textura asimismo se observó variaciones significativas debido a las diferentes concentraciones de liofilizado de mora. El enriquecimiento de chocolate blanco se observó que tuvo mejor preferencia en la concentración de 4% de liofilizado de mora, además, redujo la dulzura del chocolate blanco y contribuyó a un agradable sabor afrutado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zhongxiang, F., & Bhes, B. (2010). Encapsulation of polyphenols :a review. *Trends in Food Science & Technology*, 510-523.
- Abdul Halim, H., Jinap, S., Seyed Hamed, M., & Norhayati, H. (2018). Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Science direct*, 1-6.
- Afoakwa, E. O. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18(6),290-298.
- Afoakwa, E. O. (2016). *Chocolate science and technology*, (2nd Ed). John Wiley & Sons Lts: 422 Chichester, UK. 423.
- Afoakwa, E., Parteson, A., & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 290-298.
- Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2009). Influence of tempering and fat crystallization behaviours on microstructural and melting properties in dark chocolate systems. *Food Research International*, 200-209.
- Almachi Lopez, D. C. (2020). “*INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CASCARILLA DE CACAO (Theobroma cacao L) Y PULPA DE ARAZÁ (Eugenia stipitata Mc Vaugh) PARA EL DESARROLLO DE UN CHOCOLATE BLANCO CON PROPIEDADES FUNCIONALES*”. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5959>
- Alvis, A., Perez , L., & Arrazola, G. (2011). Determinación de las Propiedades de Textura de Tabletas de Chocolate Mediante Técnicas Instrumentales. *Inf. tecnol.*, 11-18.
- Bolenz, s., Holm, M., & Langkrär, C. (2014). Improving particle size distribution and flow. *European Food Research and Technology*, 238(1), 139–147.
- Camille S. , B.-F., zhang, y., & Gopalan Nair, M. (2010). Contenido de antocianinas, propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas de los frutos de

- mora y frambuesa. *Revista de Composición y Análisis de Alimentos*, 23(6):554-560.
- Cavella, S., Miele, N., Borriello, A., & Masi, P. (2020). Evolution of particle size distribution, flow behaviour and stability during mill ball refining of a white chocolate flavouring paste. *LWT*, 109910.
- CODEX. (2016). Norma para el chocolate y los productos del chocolate. *Organización mundial de la salud*, 8.
- Dal-Bo, V., & Teixeira Freire, J. (2022). Effects of lyophilization on colorimetric indices, phenolics content, and antioxidant activity of avocado (*Persea americana*) pulp. *Food Control*, 132.
- de Souza, V., Pereira, P., da Silva, T., de Oliveira Lima, L., Pio, R., & Fabiana, Q. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 362-368.
- Glicerina, V., Balestra, F., Marco, D., & Romani, S. (2013). Modificaciones reológicas, texturales y calorimétricas del chocolate negro durante el proceso. *ScienceDirect*, 173-179.
- Gültekin-Özgülven, M., Berktaş, I., & Özçelik, B. (2016). Influence of processing conditions on procyanidin profiles and antioxidant capacity of chocolates: Optimization of dark chocolate manufacturing by response surface methodology. *LWT, Food Science and Technology*, (66)252-259.
- ICA. (2000). International Confectionery Association. Viscosity of cocoa and chocolate products. Analytical Method. *CAOBISCO*, 46-498.
- Lončarević, I., Pajin, B., Fišteš, A., Tumbas Šaponjac, V., Petrović, P. J., Vulić, J., & Zarić, D. (2018). Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *LWT*, 458-464.

- Medina Mendoza, M. R.-V. (2021). Rheological, bioactive properties and sensory preferences of dark chocolates with partial incorporation of Sacha Inchi(*Plukenetia volubilis* L) oil. *Heliyon*.
- Pantelidis, G. E. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. . *Food Chemistry*, 7-20.
- Ramirez Navas, J. S. (2012). Analisis sensorial: Pruebas al consumidor . . *RECITEIA*, 91.
- Schulz, M., Tischer Sergio, S., Della Betta, F., Nehring, P., Camargo Valese, A., Dagher, H., . . . Fett, R. (agosto de 2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, 627-634. Obtenido de Food Research International.
- Tavares, L., & Santos, C. (2012). Neuroprotective effect of blackberry (*Rubus* sp.) polyphenols is potentiated after simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 1443-1452.
- Tavares, L., Figueira, I., Macedo, D., McDougall, G., Leitão, M., Vieira, H., . . . Santos, C. (2012). Neuroprotective effect of blackberry (*Rubus* sp.) polyphenols is potentiated after simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 1443-1452.
- Vidal Gonçalves, E., & Caetano da Silva Lannes, S. (2010). Reología del chocolate. *ReseachGate*, 845-851.
- Viteri, P., & Cornejo, F. (2002). Estudio de Estabilidad de la Pulpa de Mora sometida a un Proceso de Liofilización. *Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion*, 6.
- Wollgast, J., & Anklam, E. (2000). Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health. *Food Research International*, 449-459.

ANEXOS

Tabla 2

Valor de rendimiento de Casson y viscosidad plástica de Casson de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora

Chocolate	Rendimiento de Casson τ_0 (Pa)	Viscosidad de plástica de Casson η_∞ (Pa, s)
Control	54.94±0.94 a	4.73± 0.18 a
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	49.30±00.92 b	2.67±0.89 b
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	32.05±2.26 c	2.61±0.25 b
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	20.74±0.72 d	2.10±0.22 b
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	15.27±0.54 e	2.04±0.07 b
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	11.64±0.83 f	1.92±0.06 b

Se muestran todos los valores como media \pm desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p <0,05) entre los diferentes chocolates.

Tabla 3*Color de los chocolates blancos enriquecidos con liofilizado de mora.*

Chocolate	L*	a*	b*	c*	<i>h</i>_{ab}*	ΔE
Control	80.30±0.10 a	0.78±0.17 d	22.67±0.22 a	21.98±1.23 c	1.53±0.001 a	1.25±1.33 c d
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	47.87±0.89b	33.22±0.14 a	4.28±0.16 b	33.67±0.30 a	0.12±0.007 c d	49.79±1.07 a
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	39.6±0.31 c	32.74±0.17 a b	4.06±0.91 b	32.98±0.05 a	0.13±0.02 c	8.21±0.91 b
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	36.57±0.17 d	32.59±0.44 a b	3.92±0.07 b	32.84±0.46 a	0.12±0.001 c d	3.72±0.76 c
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	35.44±0.23 e	32.20±0.47 b	4.07±0.62 b	32.40±0.54 a	0.10±0.002 d	1.25±0.29 d
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	33.20±0.23 f	30.07±0.34 c	3.30±0.16 b	30.01±0.47	0.75±0.001 b	3.38±0.23 c d

b

Se muestran todos los valores como media ± desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p < 0,05) entre los diferentes chocolates.

Tabla 4

Actividad antioxidante y contenido fenólico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.

Muestras	DPPH umol TE/gm	ABTS umol TE/gm	mg GAE/g muestra
Mora liofilizada	39.83±0.35 a	43.28±0.28 a	4.35±0.01 a
Control	2.51± 0.25 g	2.40 ±0.84 a	0.00±0.00
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	3.61 ±0.12 f	7.88±0.12 f	0.27±0.03 f
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	8.60 ±0.35 e	12.44±0.04 e	0.74±0.18 e
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	14.17±0.47 d	16.66 ±0.08 d	1.17±0.02 d
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	20.07 ±0.35 c	21.47±0.07 c	1.93±0.3 c
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	21.41 ±0.35 b	22.58±0.10 b	2.43±0.04 b

Se muestran todos los valores como media ± desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p <0,05) entre los diferentes chocolates.

Tabla 5*Textura de chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.*

Chocolates	Textura (N)
Control	61.90 ± 1.47 a
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	57.35 ± 1.84 b
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	50.82 ± 0.42 c
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	46.12 ± 1.72 d
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	39.16 ± 0.62 e
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	33.25 ± 1.03 f

Se muestran todos los valores como media ± desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p <0,05) entre los diferentes chocolates.

Tabla 6*Análisis sensorial de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.*

Chocolate	Brillo	Color	Dureza	Sabor	Aceptabilidad general
Control	7.23±0.26 a	7.50±0.01 a	7.51±0.01 a	7.57±0.01 a	7.62±0.01 a
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	6.67±0.01 e	6.70±0.01 d	7.07±0.01 c	6.63±0.01 c	6.84±0.01 b
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	7.06±0.01 b	7.19±0.01 b	7.13±0.02 b	6.96±0.01 b	7.10±0.01 c
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	6.87±0.02 d	7.17±0.01 b	7.13±0.02 b	6.54±0.02 d	6.56±0.02 d
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	7.20±0.01 a	7.48±0.01 a	7.06±0.01c	6.36±0.01 f	6.42±0.016 f
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	7.20±0.01 a	7.11±0.01 c	6.87±0.01 d	6.50±0.01 e	6.47±0.01 e

Se muestran todos los valores como media ± desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p <0,05) entre los diferentes chocolates.

Tabla 7*Actividad antioxidante, contenido de fenoles y color del chocolate blanco.*

Chocolate	L*	DPPH umol TE/gm	ABTS umol TE/gm	mg GAE/g muestra
Control	80.30±0.10 a	2.51± 0.25 g	2.40 ±0.84 a	0.00±0.00
Chocolate blanco con 2% de liofilizado de mora	47.87±0.89b	3.61 ±0.12 f	7.88±0.12 f	0.27±0.03 f
Chocolate blanco con 4% de liofilizado de mora	39.6±0.31 c	8.60 ±0.35 e	12.44±0.04 e	0.74±0.18 e
Chocolate blanco con 6% de liofilizado de mora	36.57±0.17 d	14.17±0.47 d	16.66 ±0.08 d	1.17±0.02 d
Chocolate blanco con 8% de liofilizado de mora	35.44±0.23 e	20.07 ±0.35 c	21.47±0.07 c	1.93±0.3 c
Chocolate blanco con 10% de liofilizado de mora	33.20±0.23 f	21.41 ±0.35 b	22.58±0.10 b	2.43±0.04 b

Se muestran todos los valores como media ± desviaciones estándar (n = 2). Las letras en la misma columna indican diferencias significativas (p <0,05) entre los diferentes chocolates.

Anexo 1. Comportamiento reológico de un chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.

Figura 7

Comportamiento reológico del chocolate control L1R2

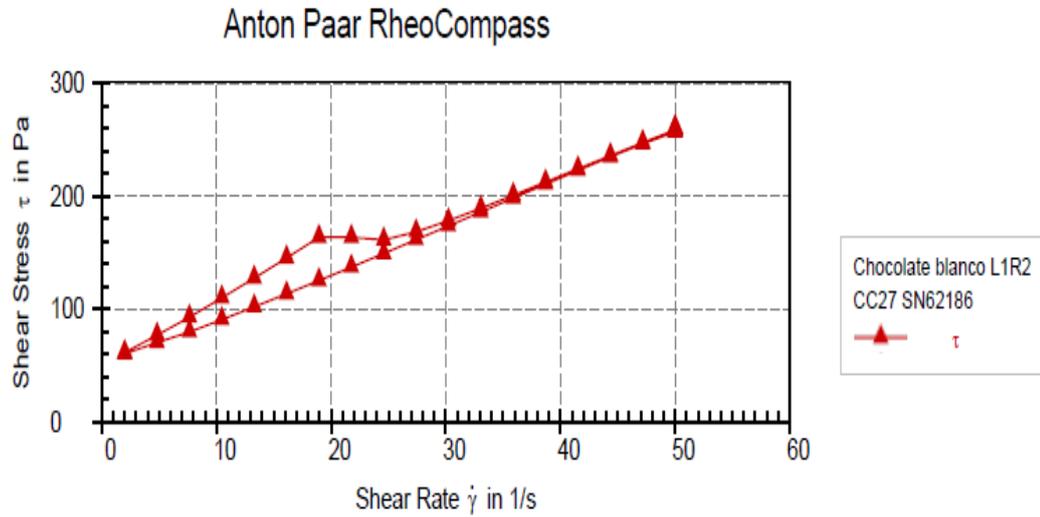


Figura 8

Comportamiento reológico del chocolate blanco L1R3.

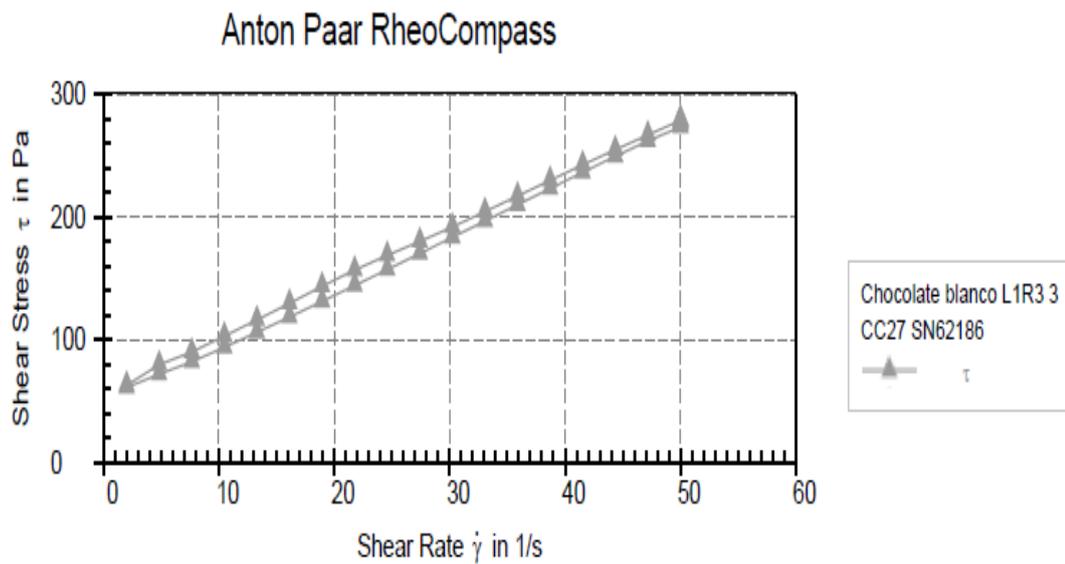


Figura 9

Comportamiento reológico del chocolate blanco L1R4.

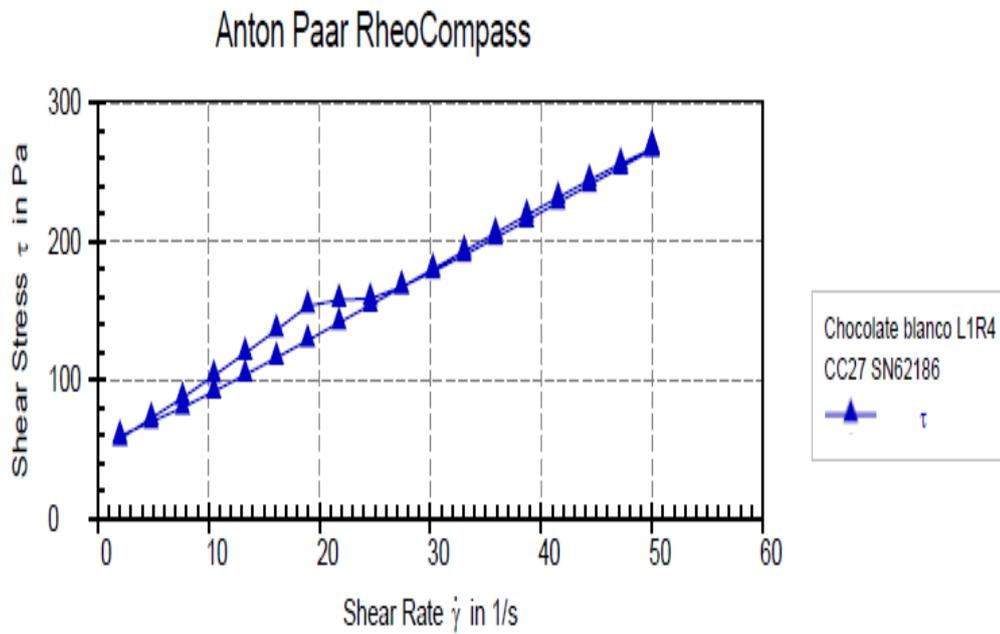


Figura 10

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R1.

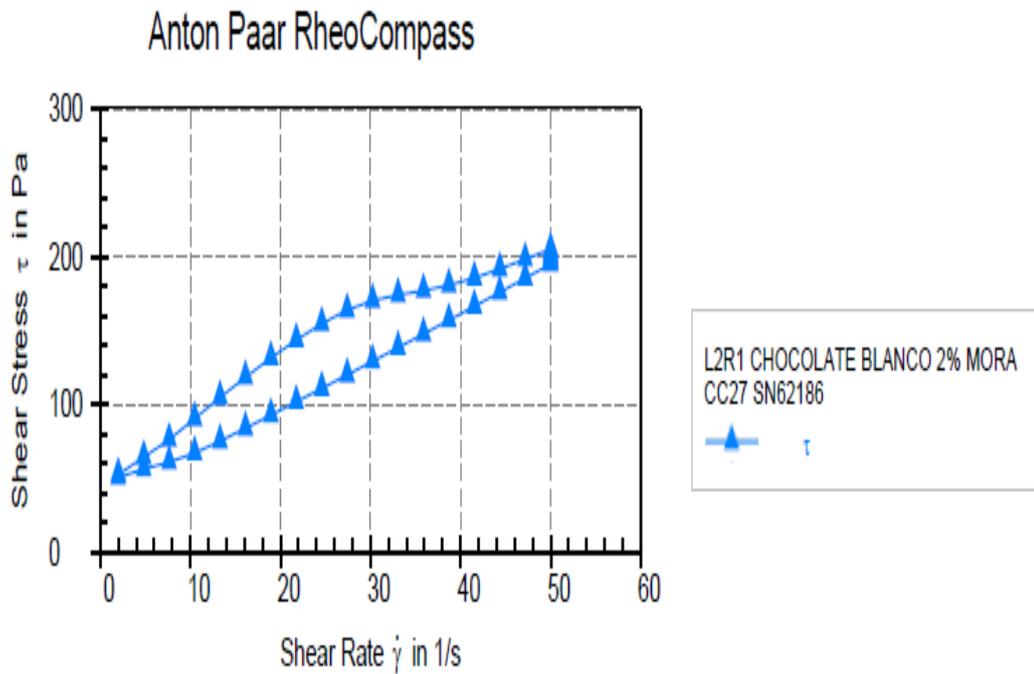


Figura 11

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R2.

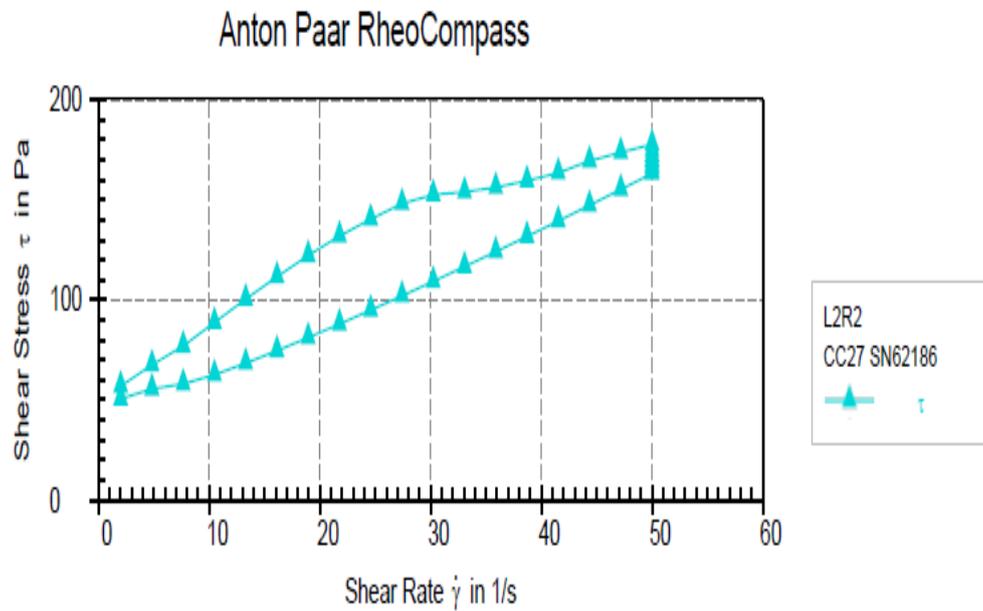


Figura 12

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R3.

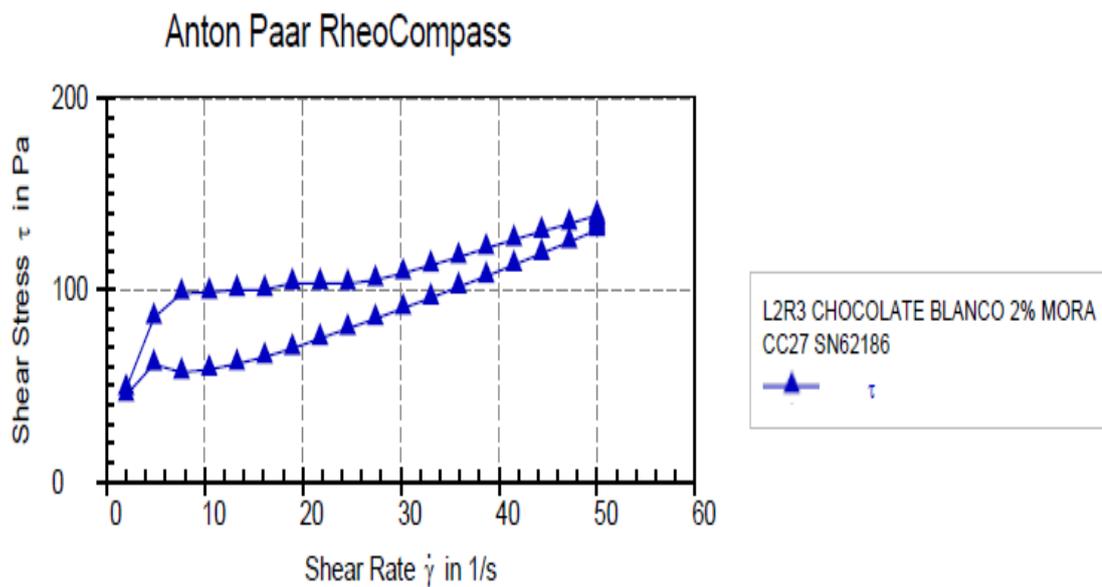


Figura 13

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R1.

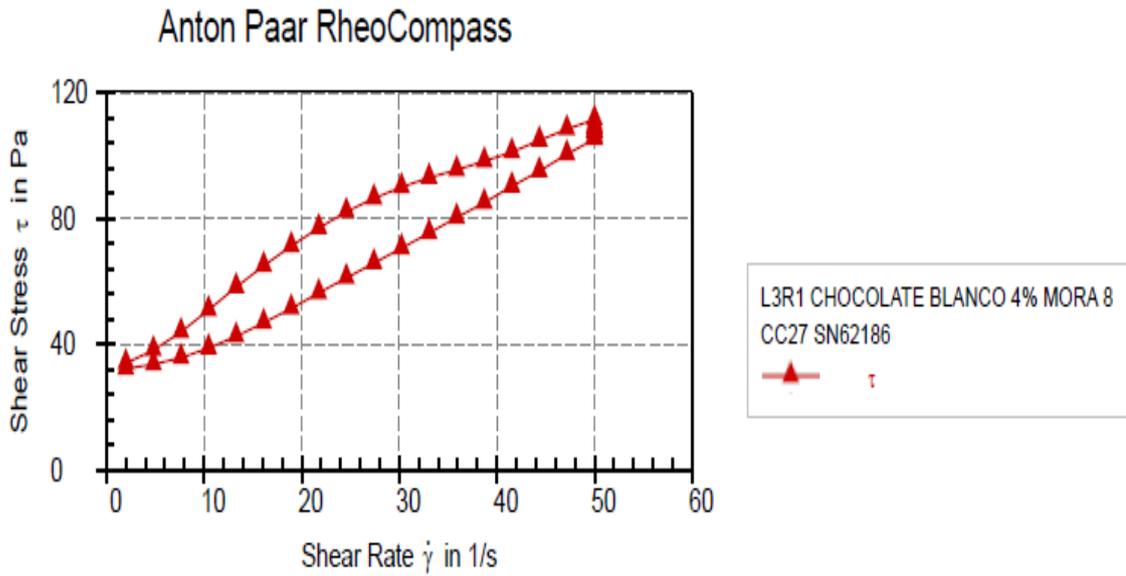


Figura 14

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R3.

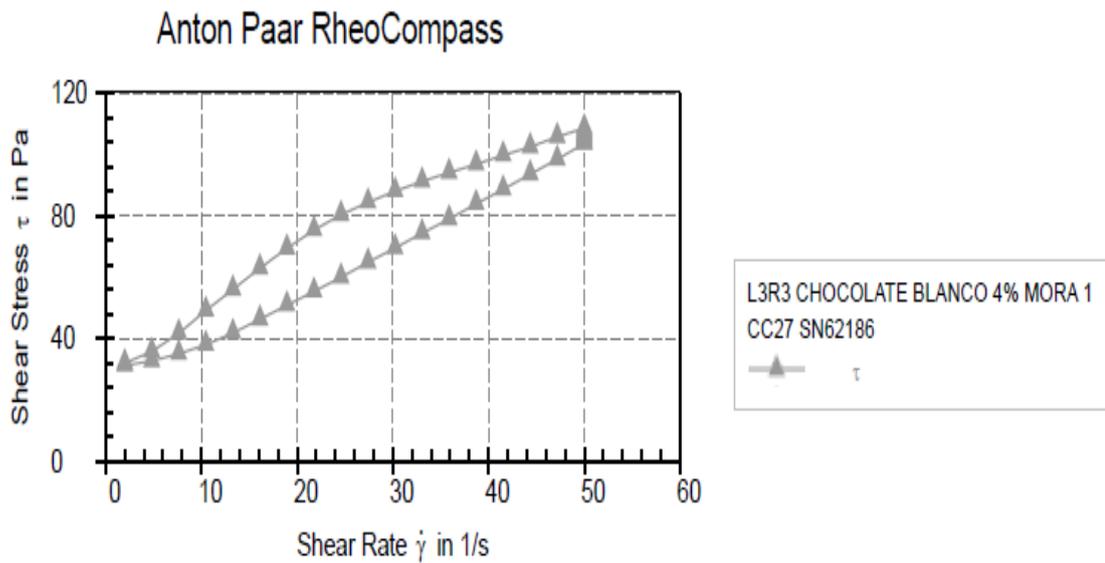


Figura 15

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4% L3R4.

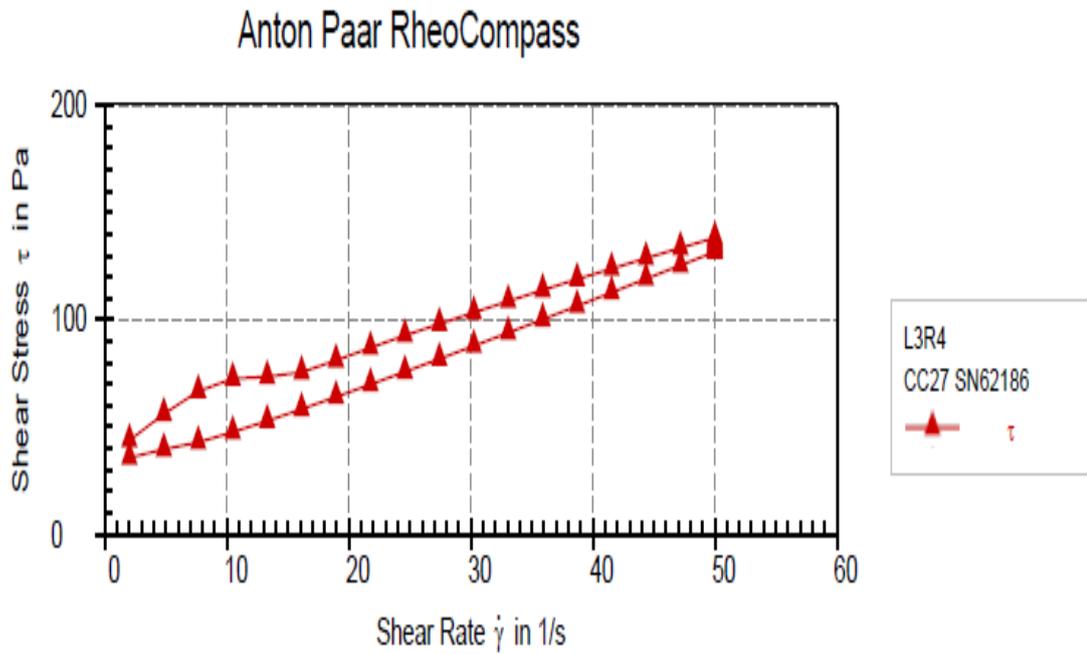


Figura 16

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R1.

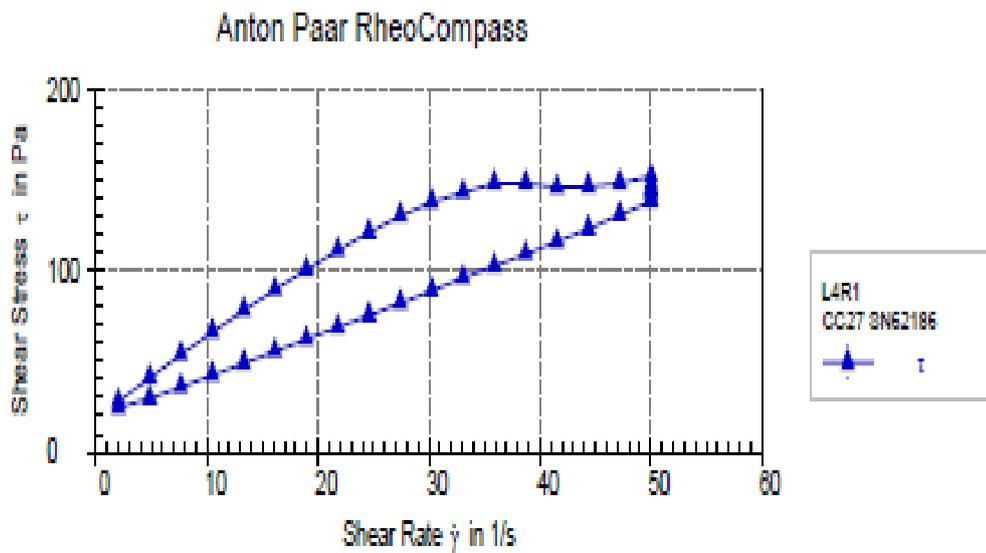


Figura 17

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R2.

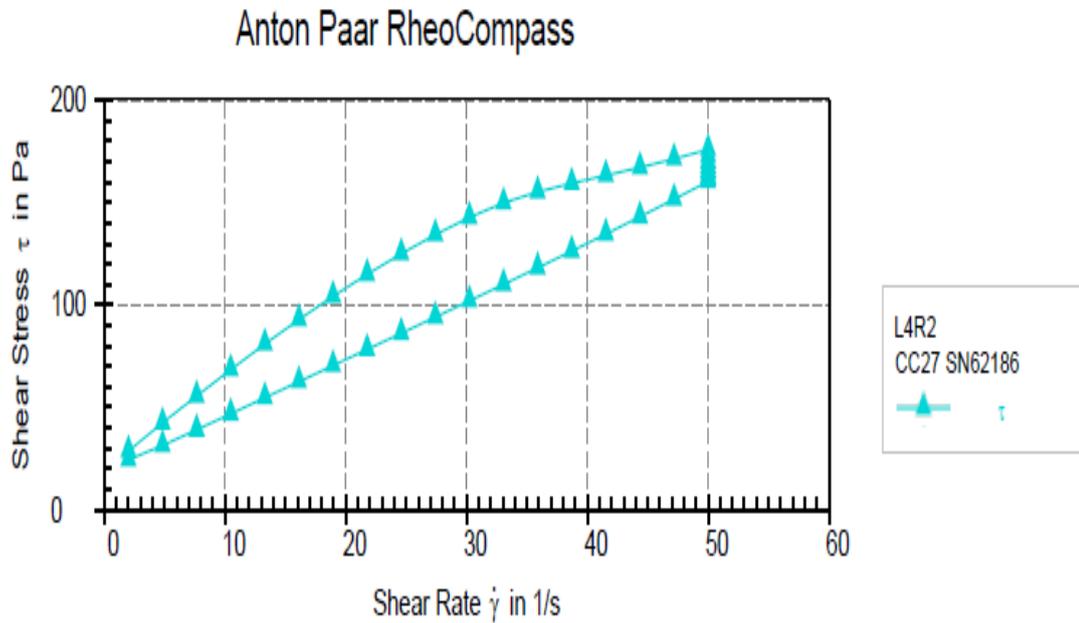


Figura 18

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6% L4R3.

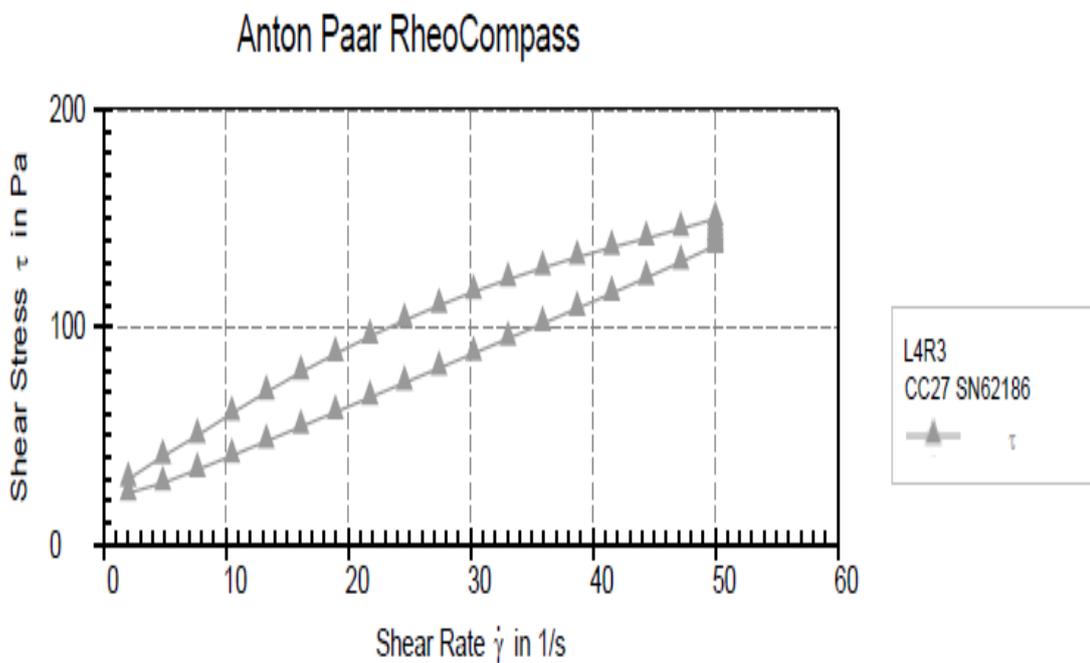


Figura 19

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R1.

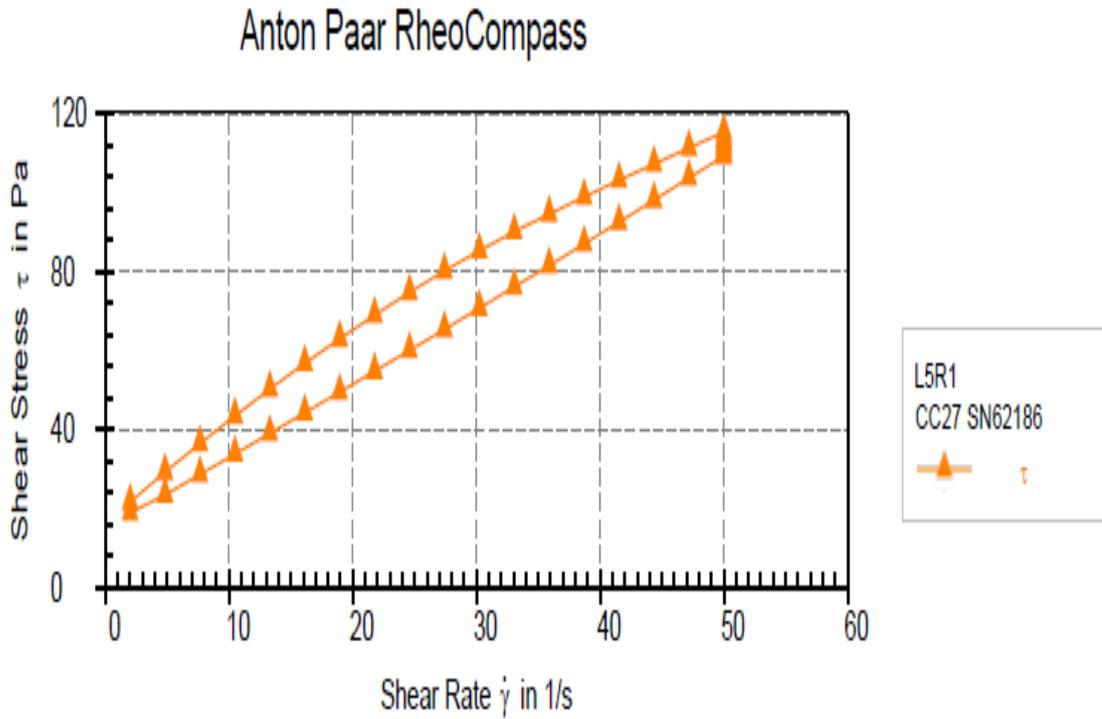


Figura 20

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R3.

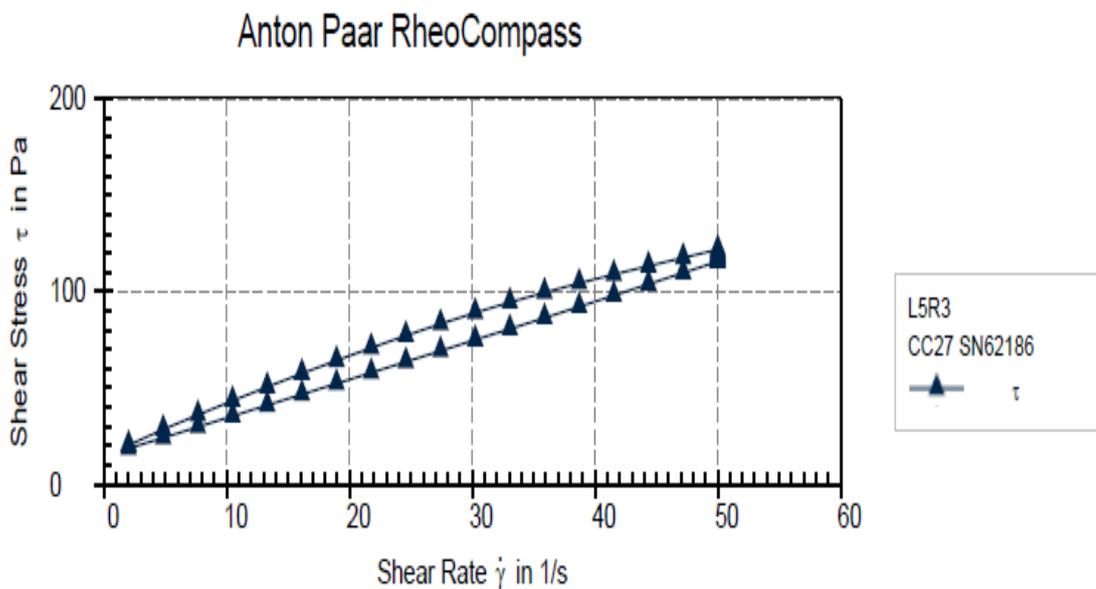


Figura 21

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8% L5R4.

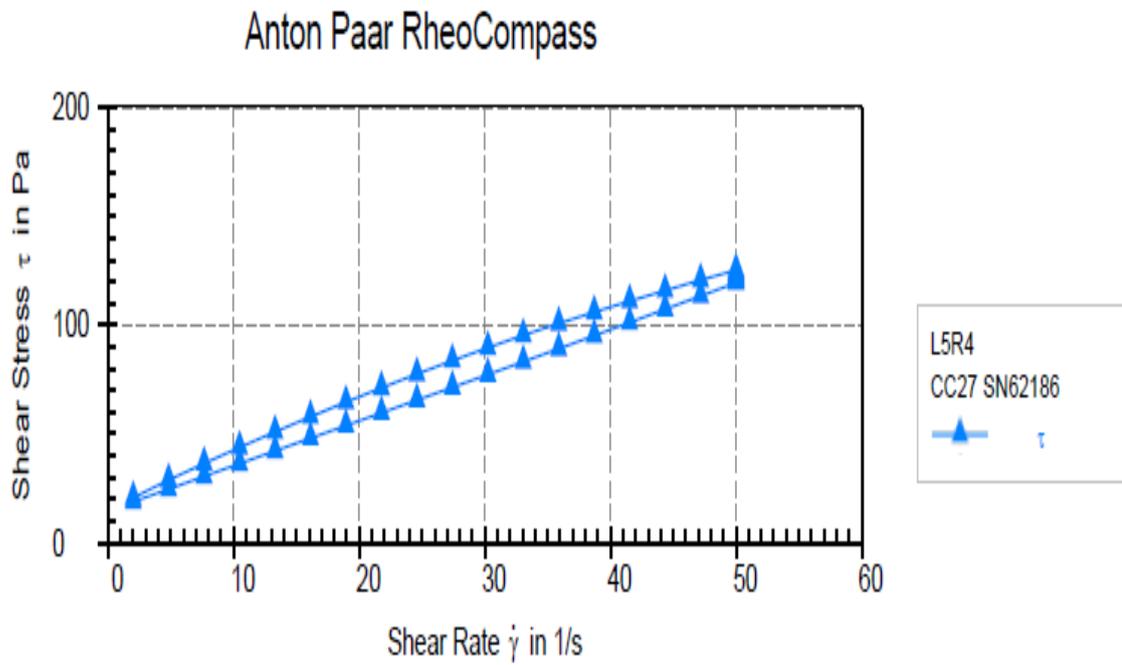


Figura 22

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R.

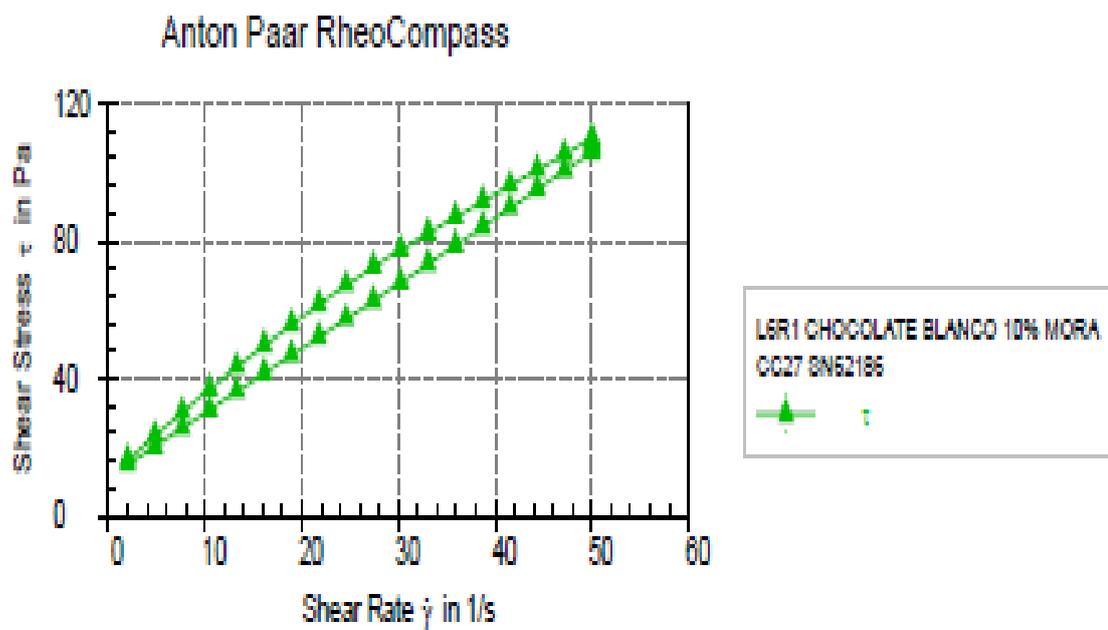


Figura 23

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R2.

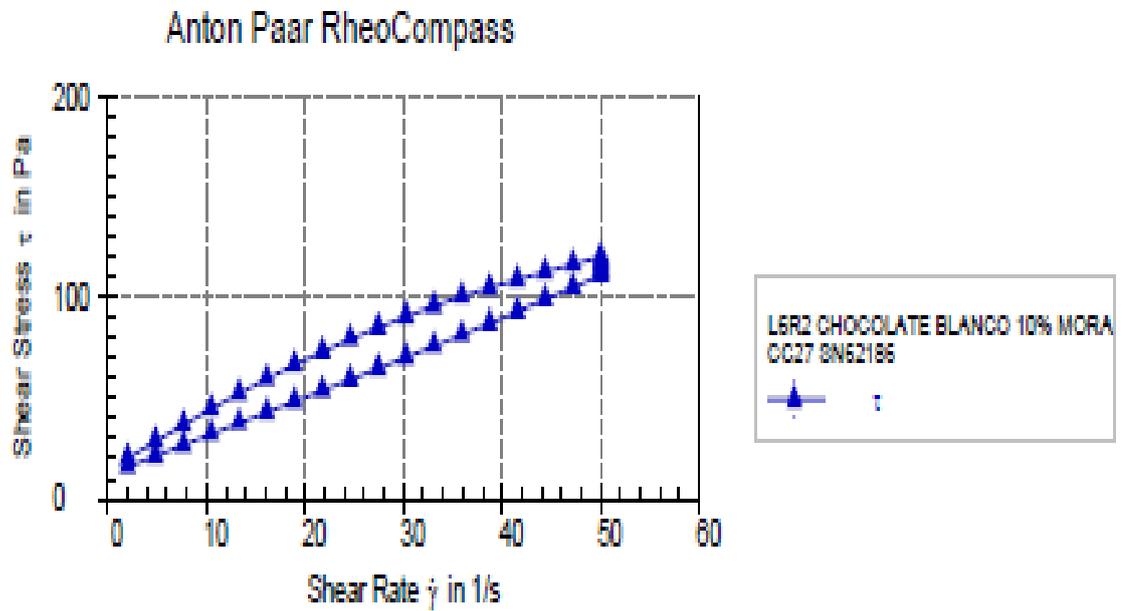
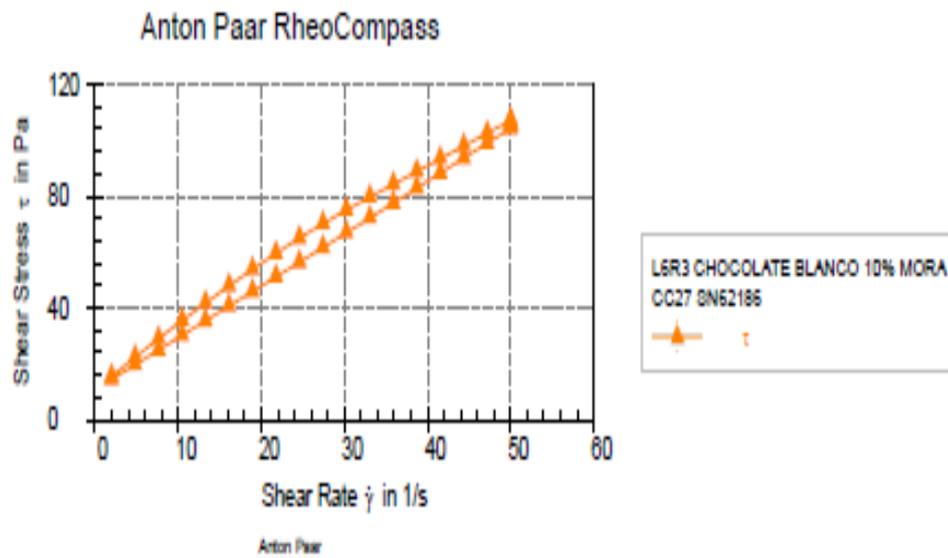


Figura 24

Comportamiento reológico del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10% L6R3.



Anexo 4. Resultados de textura de un chocolate oscuro.

Figura 25

Chocolate control L1R1.

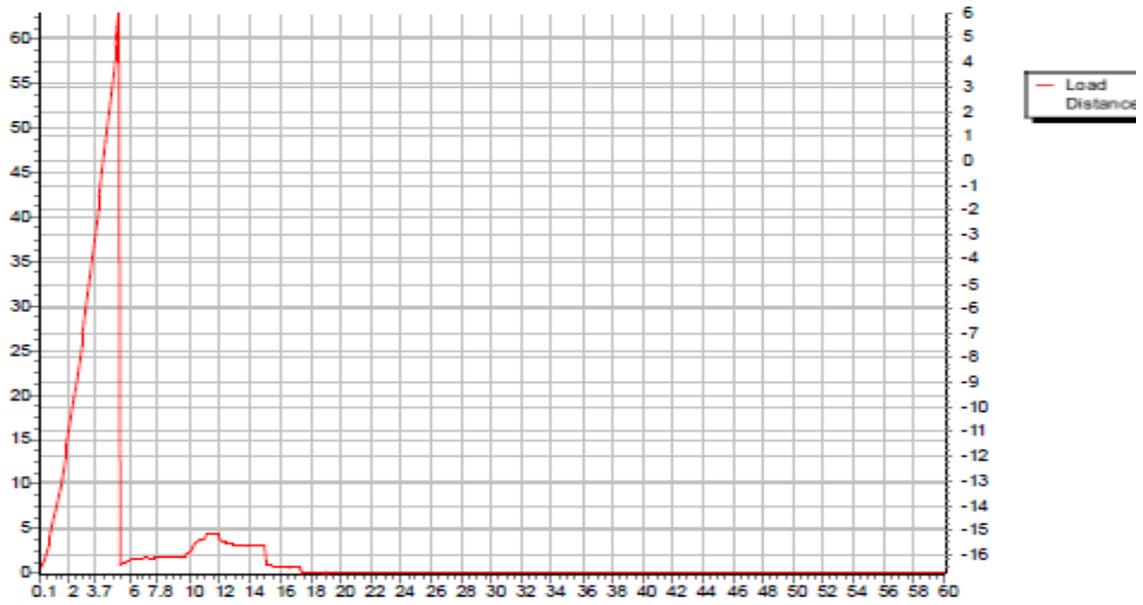


Figura 26

Chocolate control L1R2.

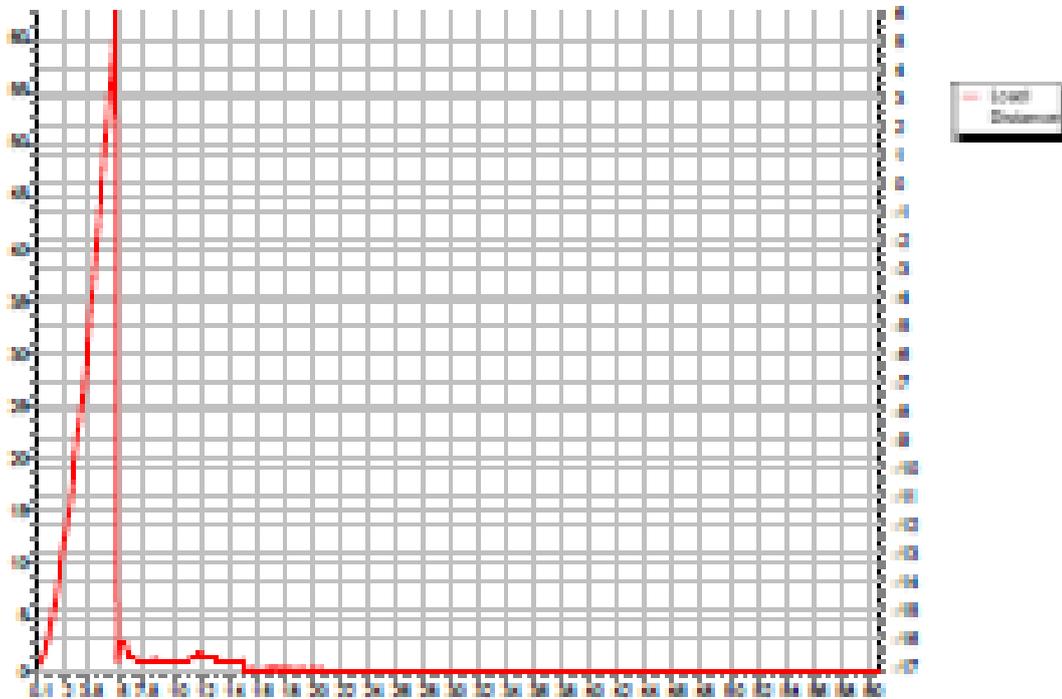


Figura 27

Chocolate control L1R3.

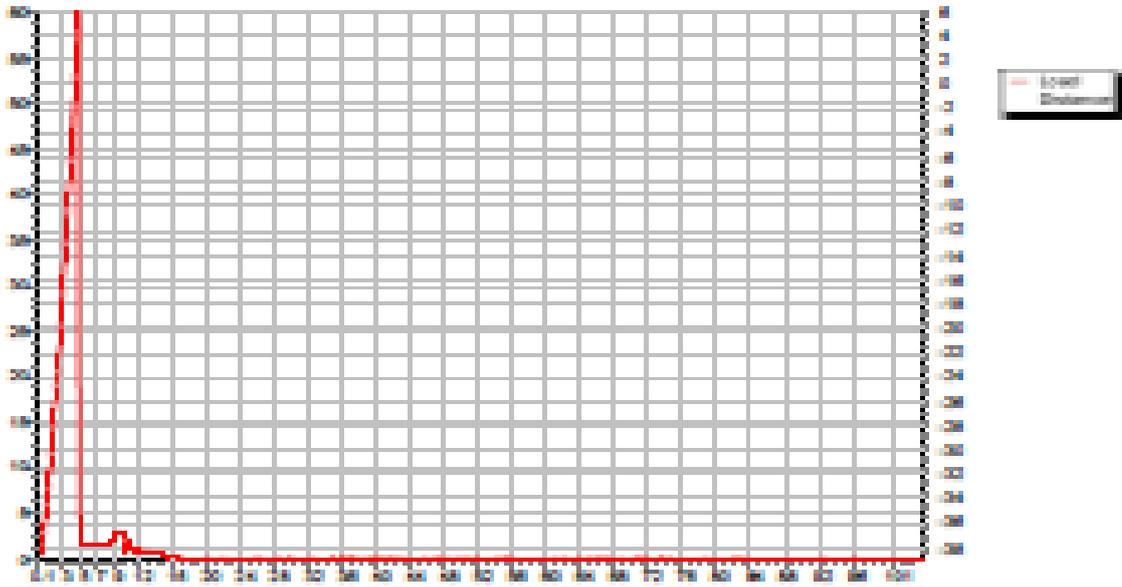


Figura 28

Chocolate control L2R1.

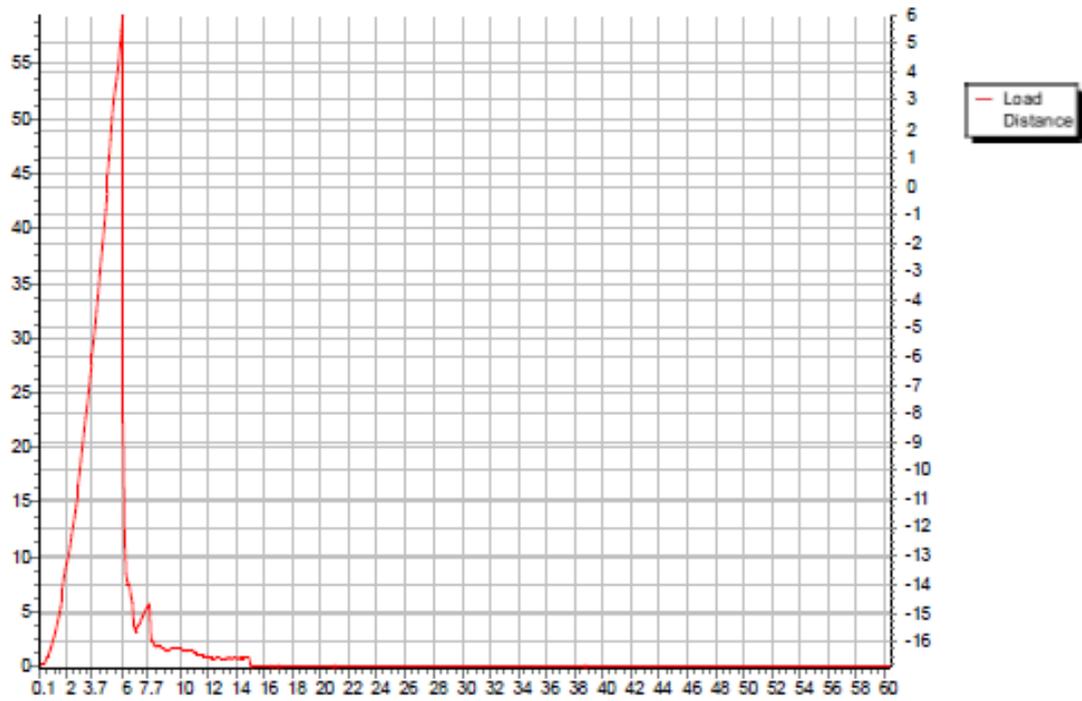


Figura 29

Chocolate control L2R2.

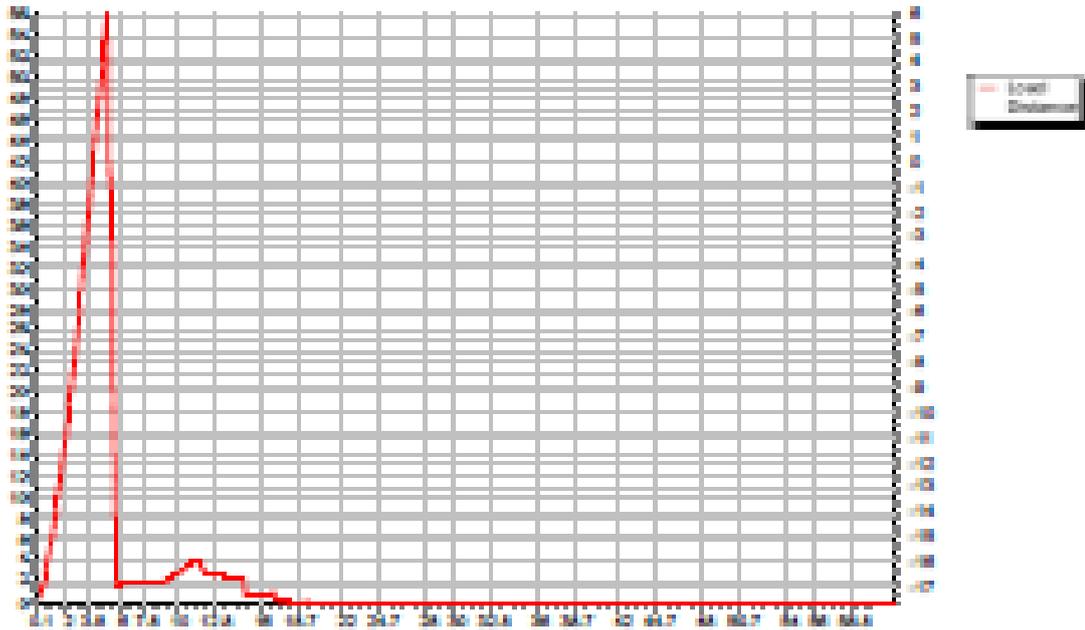


Figura 30

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 2% L2R4.

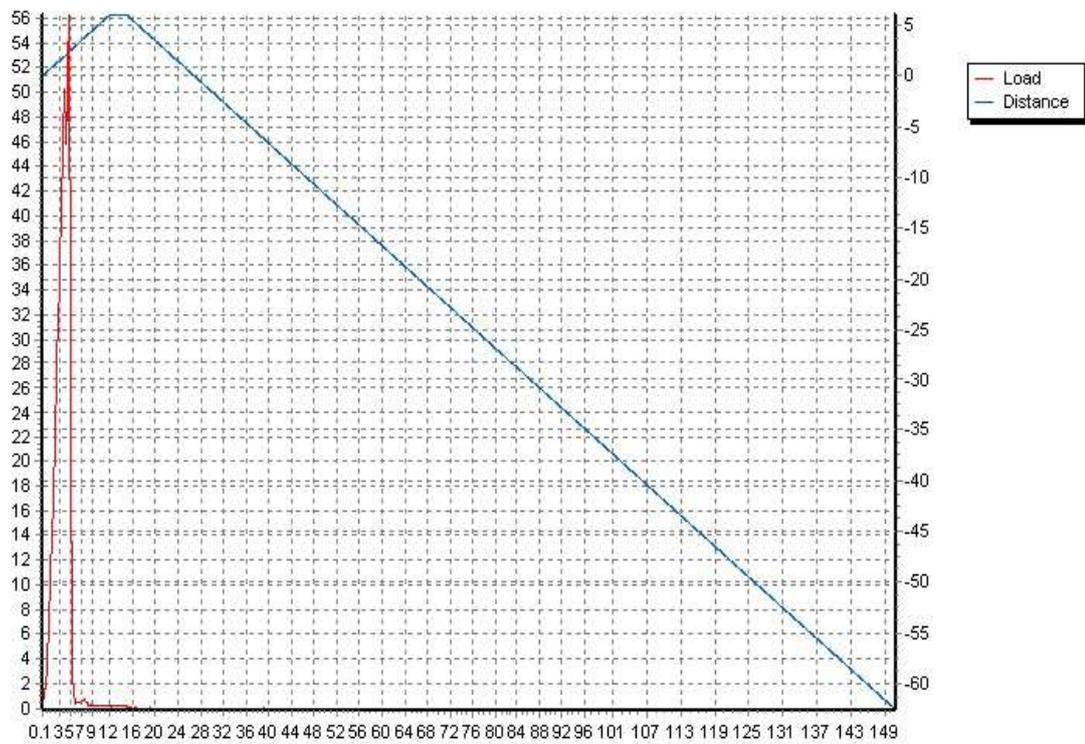


Figura 31

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R1.

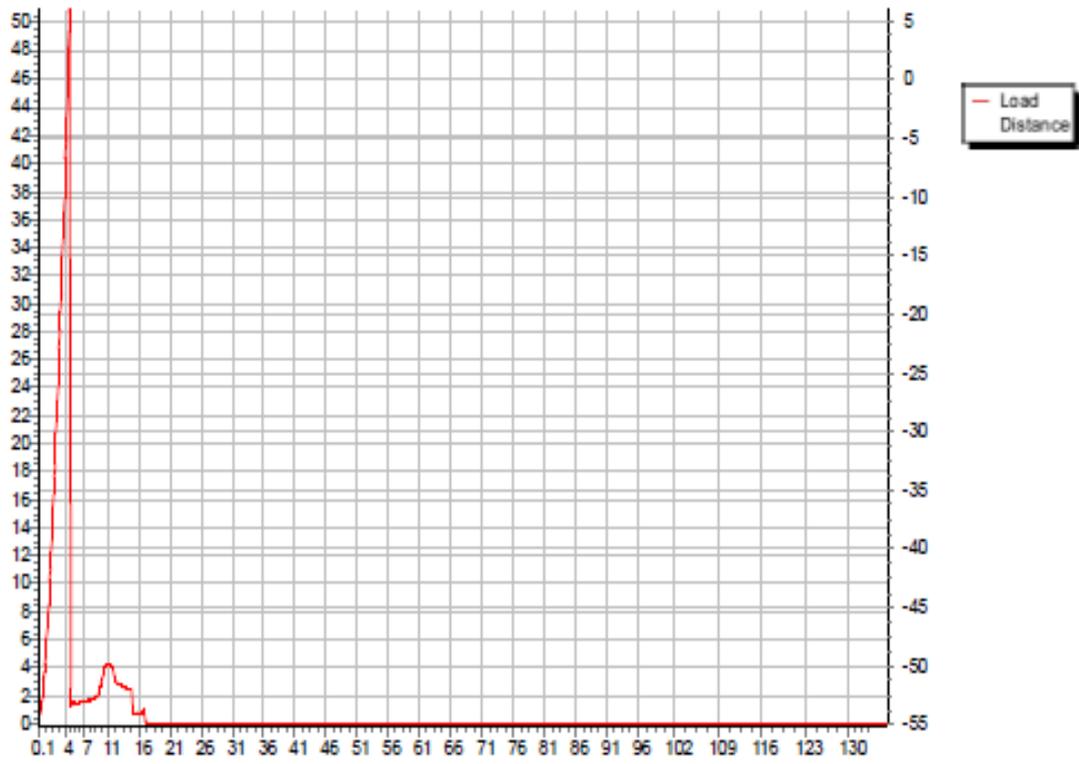


Figura 32

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R3.

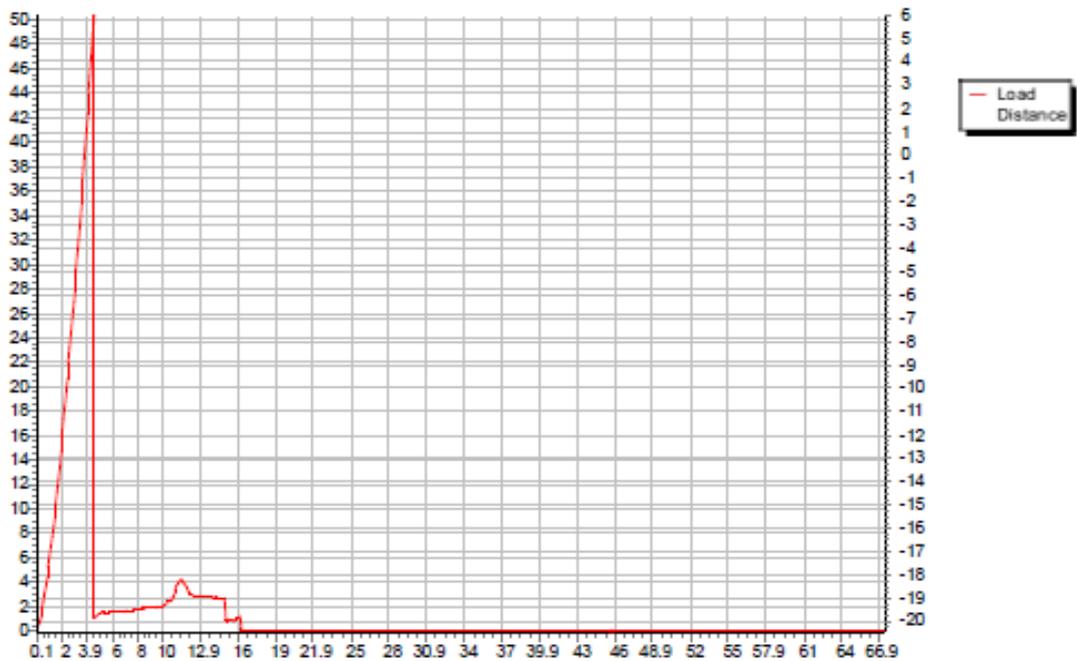


Figura 33

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 4%. L3R4.

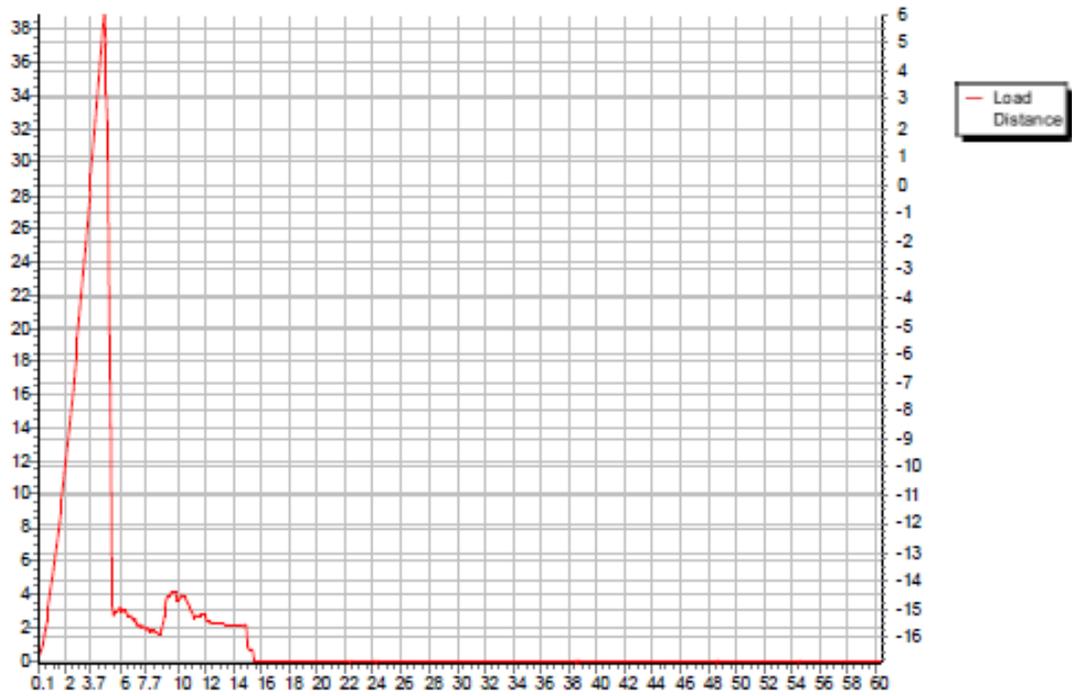


Figura 34

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. L4R1.

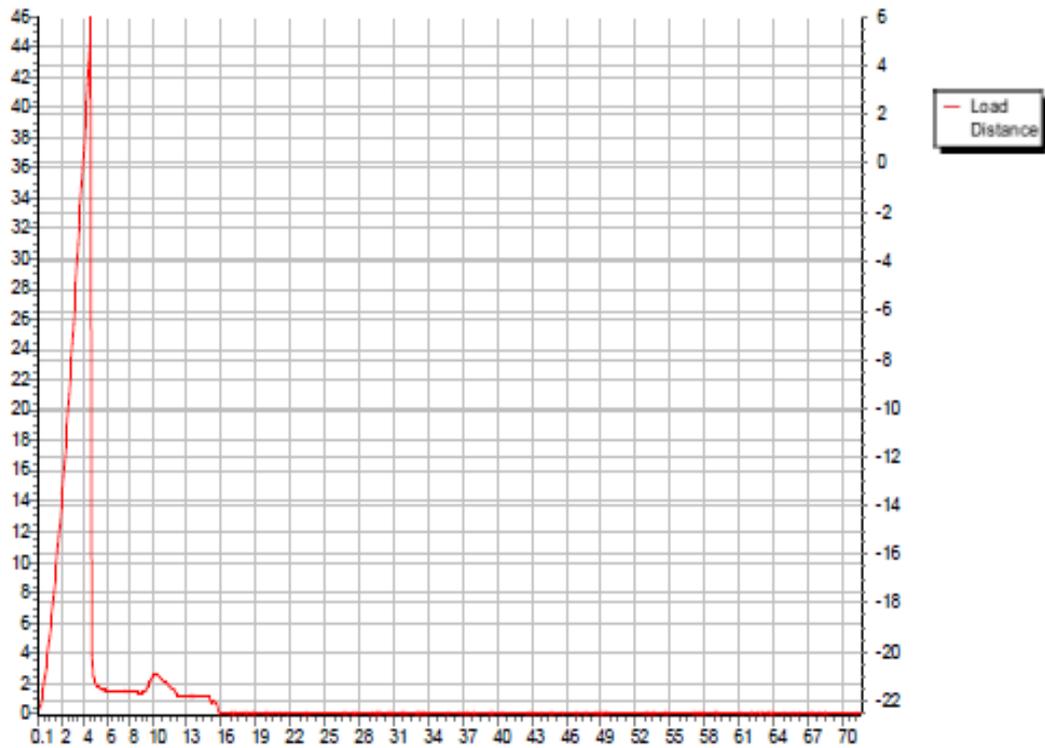


Figura 35

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. LAR2.

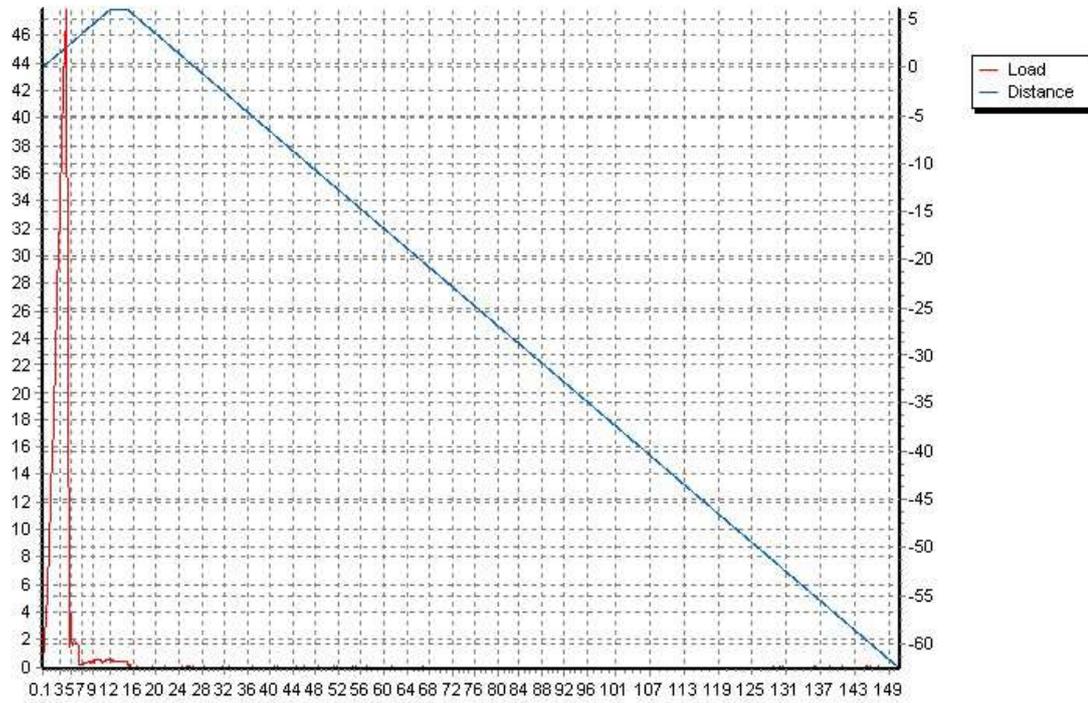


Figura 36

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 6%. LAR3.

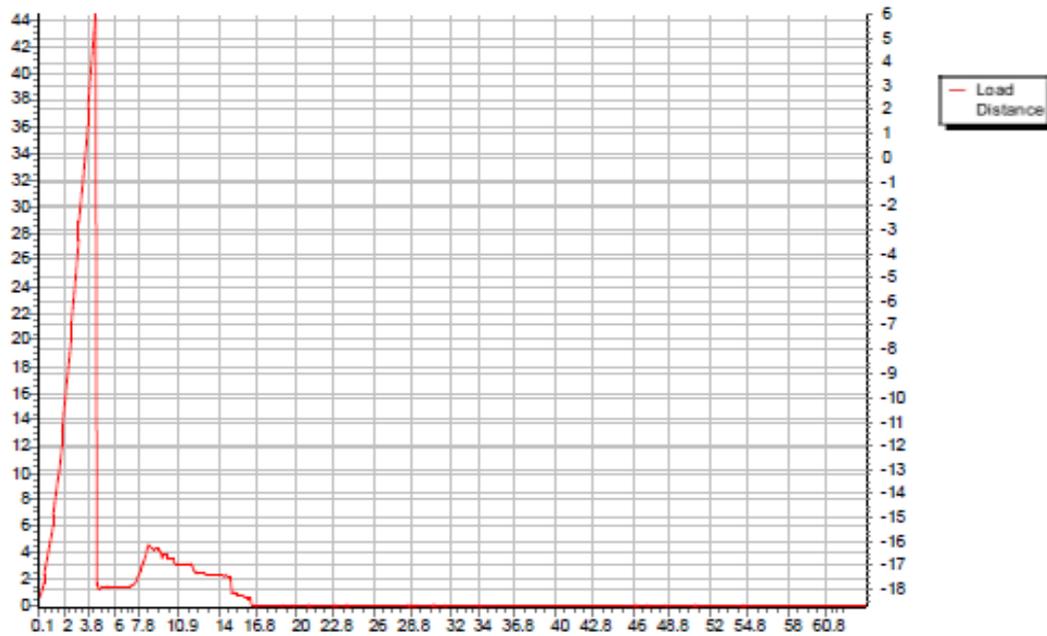


Figura 37

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R1.

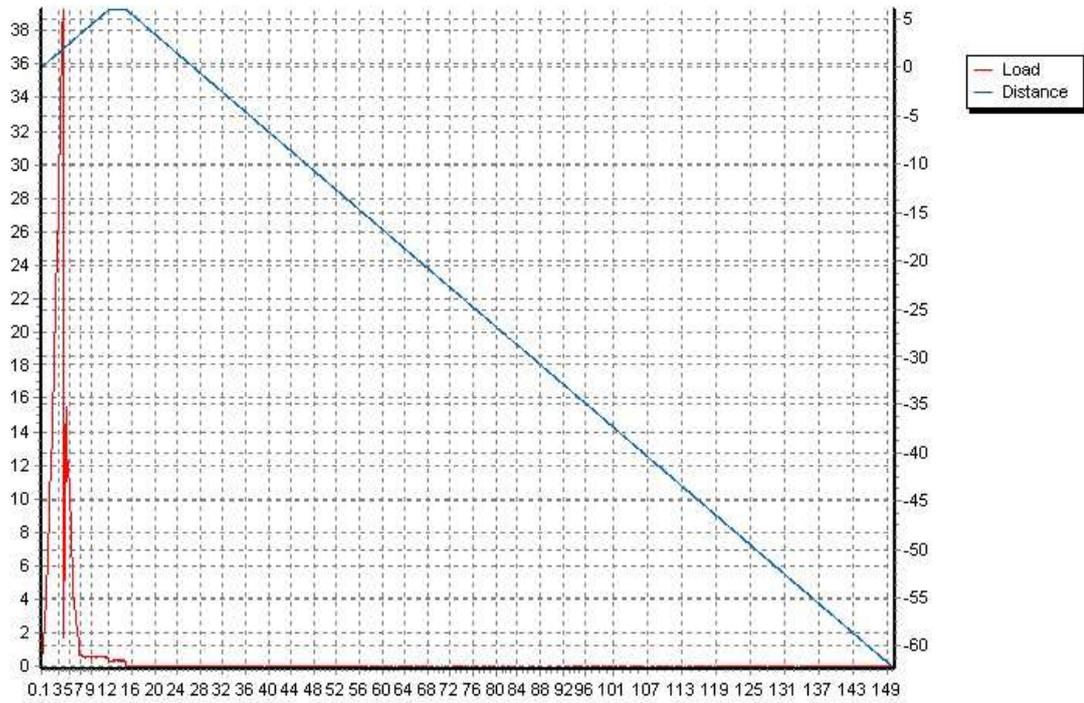


Figura 38

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R2.

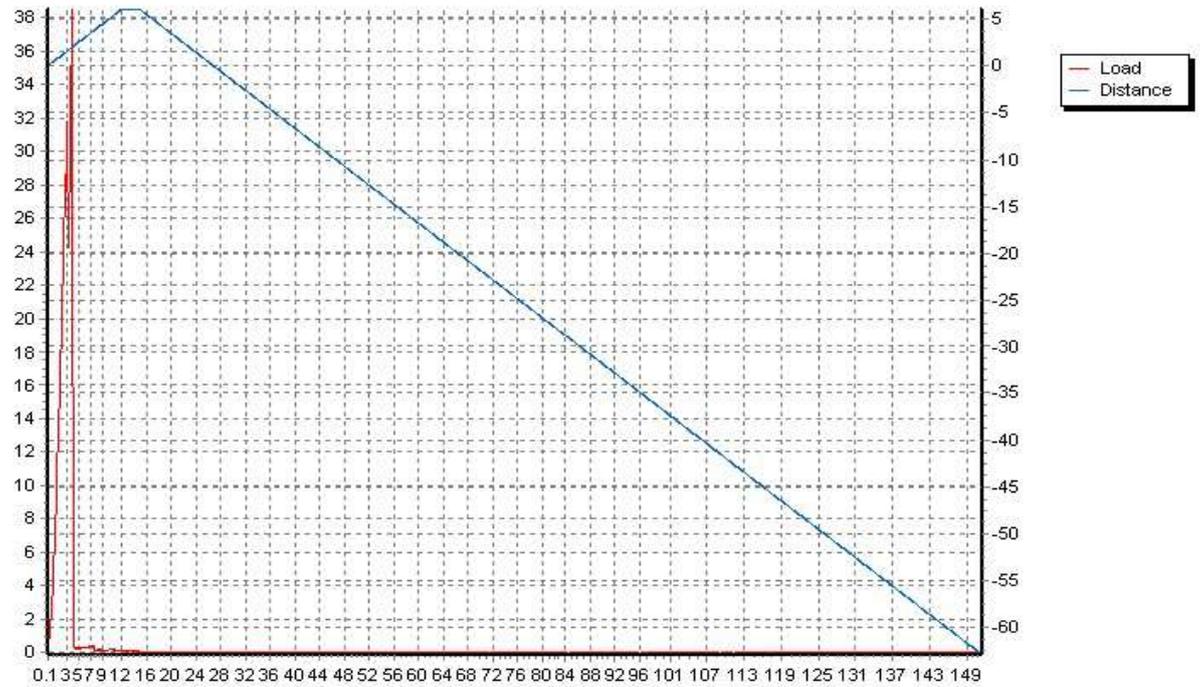


Figura 39

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 8%. L5R3.

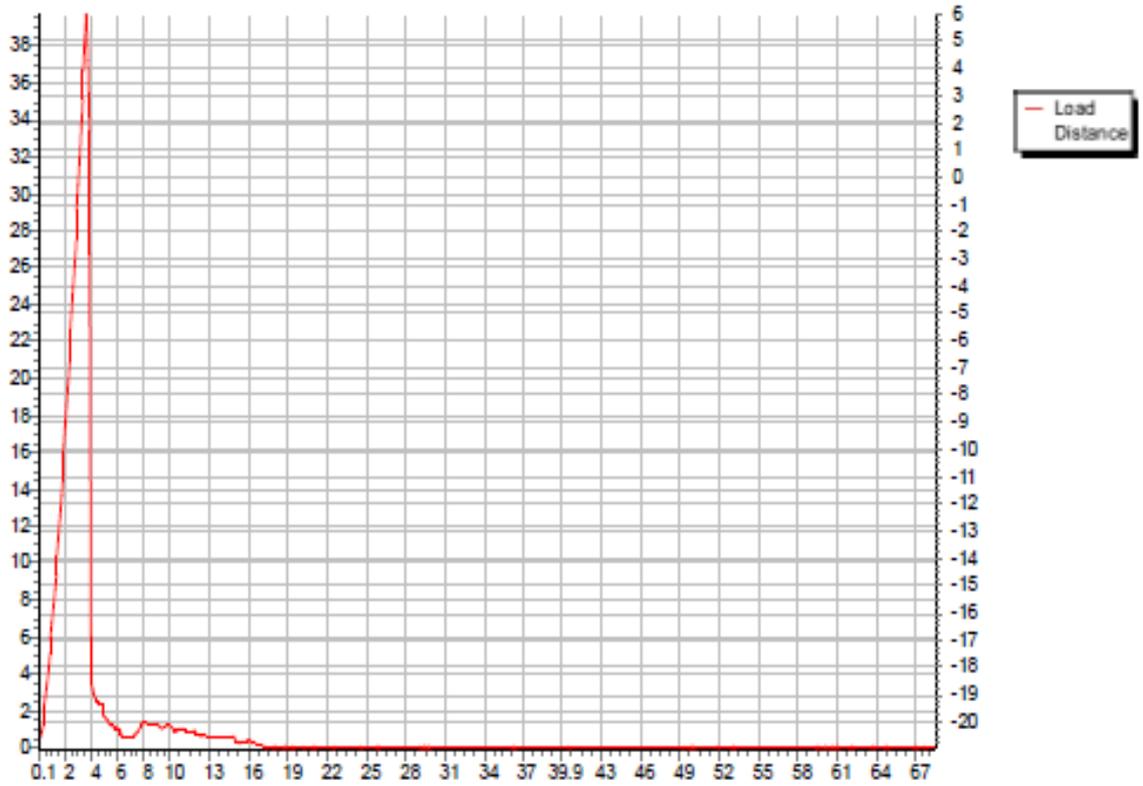


Figura 40

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R1.

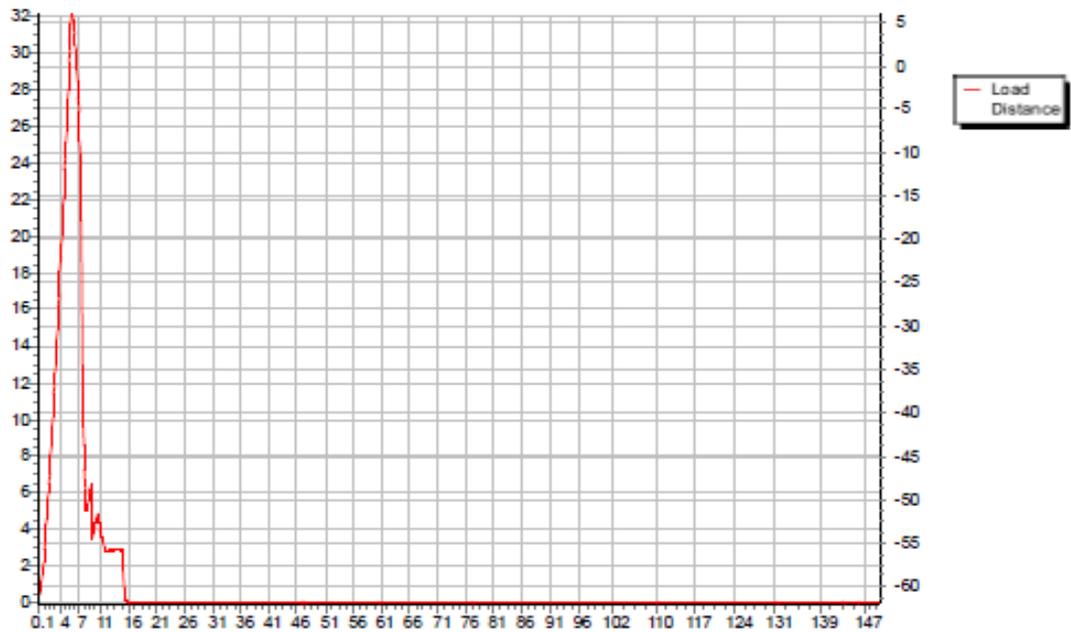


Figura 41

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R2.

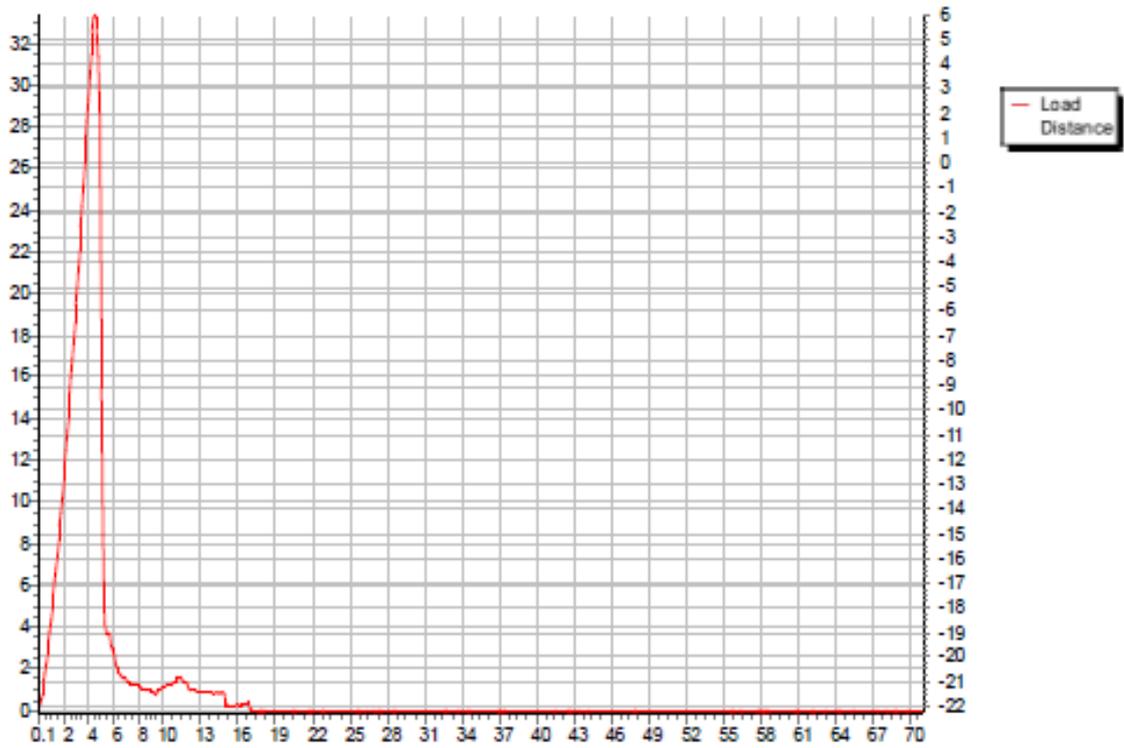
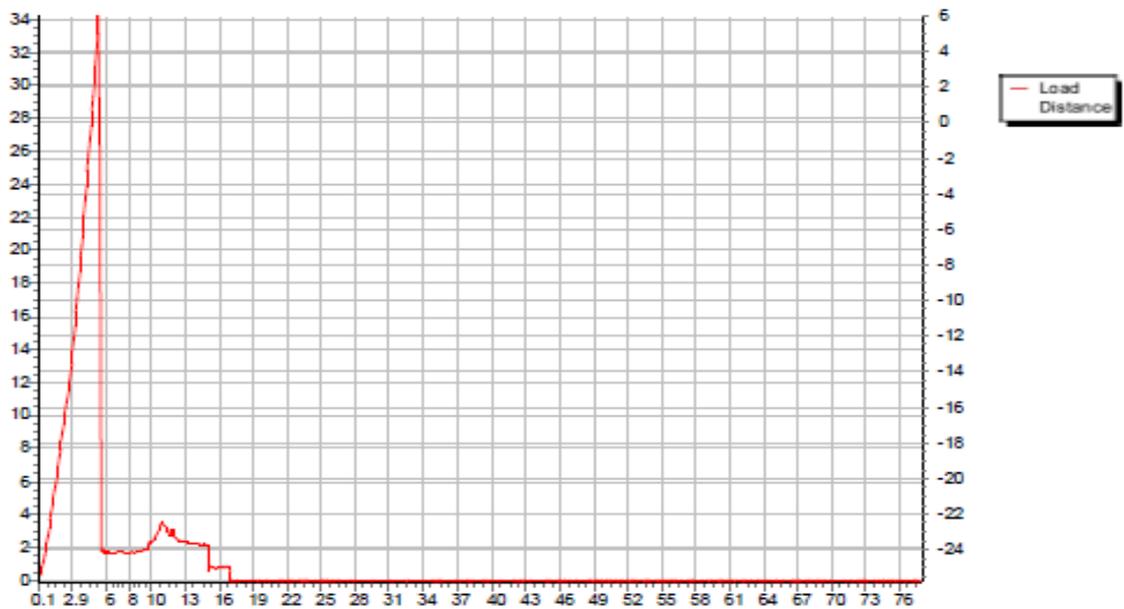


Figura 42

Chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora 10%. L6R3.



Anexo 5. Elaboración de un chocolate blanco enriquecido con chocolate blanco.

Figura 43

Liofilizado de la mora.



Figura 44

Molienda del liofilizado de mora.



Figura 45

Pesado de ingredientes para la elaboración del chocolate blanco enriquecido con liofilizado de mora.

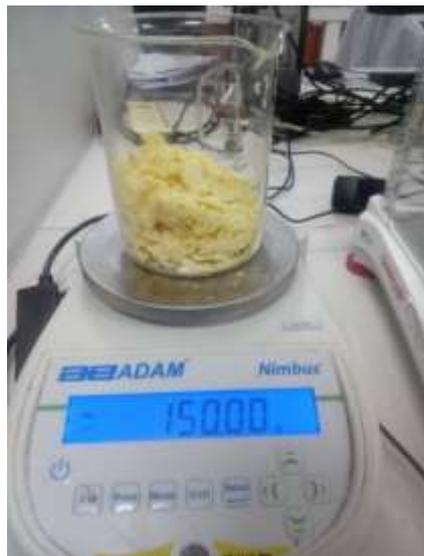
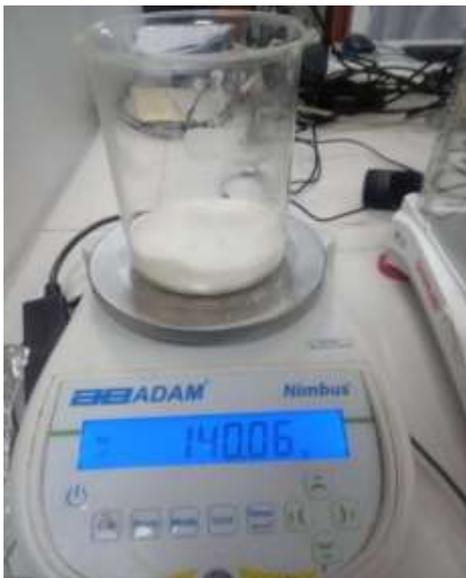


Figura 46

Elaboración del chocolate blanco con liofilizado de mora.



Figura 47

Pesado de muestra para desgrasado y desgrasado de chocolate blanco



Figura 48

Análisis de reología.



Figura 49

Análisis de textura



Figura 50

Análisis de color.



Figura 51

Análisis de fenoles. Abts y dpph.



Figura 52

Análisis sensorial.

