

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y cushuro (*Nostoc sphaericum*) edulcorado con stevia”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

Bach. Luna Yesquen, Erik Ledher

ASESOR:

Dr. Moreno Rojo, Cesar

ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú

2023



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: ERIK LEDHER LUNA YESQUEN
Título del ejercicio: PROYECTO
Título de la entrega: BEBIDA FUNCIONAL
Nombre del archivo: SHURO,_PITAHAYA_AMARILLA_Y_EDULCORADO_CON_STEVIA_...
Tamaño del archivo: 1.69M
Total páginas: 121
Total de palabras: 28,572
Total de caracteres: 147,600
Fecha de entrega: 19-dic.-2023 10:29a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2262601257

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



“Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y cushuro (*Nostoc sphaericum*) edulcorado con stevia”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:
Bach. Luna Yesquen, Erik Ledher

ASESOR:
Dr. Moreno Rojo, Cesar
ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú
2023

BEBIDA FUNCIONAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	erp.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1%

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



CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objeto propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

“Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y cushuro (*Nostoc sphaericum*) edulcorado con stevia”

AUTOR:

Bach. Luna Yesquen, Erik Ledher



Dr. Moreno Rojo Cesar
ASESOR

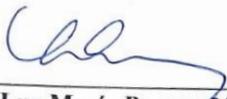
ORCID: 0000-0002-7143-4450
DNI: 32907242

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

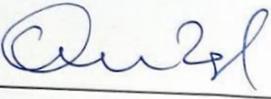


HOJA AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “**Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y cushuro (*Nostoc sphaericum*) edulcorado con stevia**”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por el bachiller: **Luna Yesquen Erik Ledher**, que tiene como asesor al **Dr. Cesar Moreno Rojo** designado mediante la resolución decanal N° 503-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 26 de Marzo del 2024, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 510-2024-UNS-CFI.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



Dr. Cesar Moreno Rojo
Secretario



M.Sc. Saul Marco Eusebio Lara
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día veintiséis de marzo del dos mil veinticuatro, se instalaron en el auditorio de la EPIA, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 051-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Presidente)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Secretario)
- **D.Sc. Saul Marco Eusebio Lara** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

“CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) Y CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) EDULCORADO CON STEVIA”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Erik Ledher Luna Yesquen**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dr. Cesar Moreno Rojo**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

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

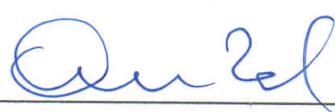
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
ERIK LEDHER LUNA YESQUEN	18	BUENO

Siendo las 12 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

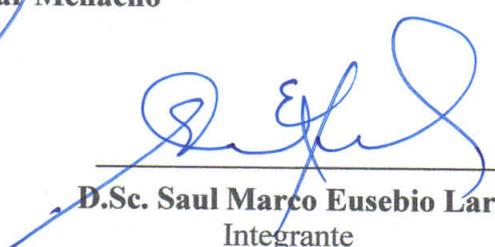
Nuevo Chimbote, 26 de marzo del 2024.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



Dr. Cesar Moreno Rojo
Secretario



D.Sc. Saul Marco Eusebio Lara
Integrante

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios porque sin él nada de esto sería posible y por guiar mis pasos. A mis padres por su apoyo y amor incondicional hacia mí, por siempre animarme a seguir adelante.

A mi mamá Rosalinda Yesquen Martínez por sus palabras de aliento y a mi papá José Ismael Luna Mori por su paciencia para conmigo, por su esfuerzo para que yo pueda ser mejor en la vida y salir adelante.

A mis hermanos Estandy y Rudy por su apoyo para la elaboración de esta tesis, por sus exigencias, por sus consejos para terminar esta meta. A mi hermana Sugehy por siempre estar ahí para brindarme su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios quién es el dador de la vida, por permitirme dar un paso más en mi vida profesional, a mis padres por su apoyo incondicional y educarme con valores, a mis hermanos por alentarme a seguir esforzándome y acompañarme en cada momento.

A mí alma mater la Universidad Nacional del Santa, que mediante la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial me abrió sus puertas para brindarme conocimiento y desarrollarme en lo profesional y poder lograr hacer este proyecto.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, que durante los cinco años de la carrera me brindaron sus conocimientos en especial a mi asesor Dr. Cesar Moreno Rojo por compartirme su conocimiento para realizar esta investigación y poder culminar con este proyecto.

A todas aquellas personas, que de alguna u otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES	18
2.2. MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1. PITAHAYA AMARILLA (SELENICEREUS MEGALANTHUS).....	22
2.2.2. CUSHURO (NOSTOC SPHAERICUM)	28
2.2.3. STEVIA	32
2.2.4. BEBIDA FUNCIONAL.....	33
2.2.5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	34
2.2.6. POLIFENOLES TOTALES	35
2.2.7. CALIDAD SENSORIAL.....	35
2.2.8. CALIDAD FISICOQUIMICA	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. MATERIA PRIMA	37
3.2. MATERIALES.....	37
3.3. PROCESO EXPERIMENTAL	40
3.3.1. PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PITAHAYA AMARILLA Y CUSHURO EDULCORADO CON STEVIA	40
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTACION DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS.....	43
3.4.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA MATERIA PRIMA.....	43
3.4.2. ANALISIS DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	44
3.4.3. CÁLCULO DE PARÁMETROS SENSORIALES.....	44
3.4.4. DETERMINACION DE VIDA ÚTIL.....	45
3.4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	45

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA MATERIA PRIMA	48
4.2. EVALUACIÓN FISICOQUIMICA DE LA BEBIDA FUNCIONAL	52
4.2.1. EVALUACIÓN DE PROTEINA EN LA BEBIDA FUNCIONAL.....	53
4.2.2. EVALUACIÓN DE POLIFENOLES EN LA BEBIDA FUNCIONAL	60
4.2.3. EVALUACIÓN DE CALCIO EN LA BEBIDA FUNCIONAL.....	69
4.2.4. EVALUACIÓN DE FÓSFORO EN LA BEBIDA FUNCIONAL	76
4.2.5. EVALUACIÓN DE HIERRO EN LA BEBIDA FUNCIONAL.....	82
4.2.6. EVALUACIÓN DE MAGNESIO EN LA BEBIDA FUNCIONAL	88
4.5. ANALISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA FUNCIONAL	73
4.6. ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO	123
4.7. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL	124
4.7.1. ATRIBUTOS SENSORIALES	124
A. SABOR.....	124
B. COLOR	125
C. OLOR	127
D. ACEPTABILIDAD GENERAL	128
4.7.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	129
A. % DE ACIDEZ.....	129
B. pH.....	130
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
VII. ANEXOS	140

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la Pitahaya (<i>Selenicereus megalanthus</i>).....	22
Tabla 2: Composición nutricional de 100 g de pulpa de dos especies de pitahaya.....	24
Tabla 3: Características fisicoquímicas de tres especies de pitahaya.....	25
Tabla 4: Clasificación taxonómica del cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>)	29
Tabla 5: Composición nutricional del cushuro deshidratado (g/100g)	30
Tabla 6: Glucósidos dulces en las hojas de stevia.....	33
Tabla 7: Plan de prueba nominal para el diseño experimental Factorial.....	46
Tabla 8: Factor A.- Formulación o concentración de pitahaya y cushuro.....	47
Tabla 9: Factor B.- Dilución de pulpa de pitahaya y cushuro en agua.....	47
Tabla 10: Componentes fisicoquímicos de 100gr de pitahaya amarilla.....	48
Tabla 11: Componentes fisicoquímicos de 100gr del cushuro.....	50
Tabla 12: Componentes fisicoquímicos de los diferentes tratamiento de bebidas funcionales elaboradas con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia.. ..	52
Tabla 13: Contenido de proteínas (g/100gr) de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorado con Stevia.	53
Tabla 14: Análisis de varianza para el contenido de Proteína (gr/100gr) de la bebida funcional a base de cushuro, pitahaya y edulcorante de Stevia.....	55
Tabla 15: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Proteína (gr/100g) en bebidas funcionales edulcorada con Stevia, elaborada con cushuro y pitahaya amarilla.	58
Tabla 16: Contenido de Polifenoles (mg GAE/100gr) en los diferentes tratamientos de bebida funcional.	60
Tabla 17: Análisis de varianza para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100gr) para la bebida funcional a base de pitahaya y cushuro edulcorado con Stevia.	65
Tabla 18: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.	67
Tabla 19: Contenido de Calcio por cada formulación de las bebidas funcionales.	69
Tabla 20: Análisis de varianza para el contenido de Calcio (mg/100gr) de la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	73
Tabla 21: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Calcio (mg/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.	75

Tabla 22: Contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	76
Tabla 23: Análisis de varianza para el contenido de fósforo(mg/100gr) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	79
Tabla 24: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fósforo (mg/100g) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	80
Tabla 25: Contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	82
Tabla 26: Análisis de varianza para el contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	85
Tabla 27: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de hierro de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro y pitahaya amarilla edulcorada con Stevia.	87
Tabla 28: Contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	88
Tabla 29: Análisis de varianza para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	91
Tabla 30: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	92
Tabla 31: Resultados generales del análisis sensorial de la bebida funcional elaborada con pitahaya amarilla, cushuro y Stevia.	73
Tabla 32: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de SABOR de bebidas funcionales elaborados con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.	95
Tabla 33: Análisis de varianza para el atributo sensorial Sabor de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.....	97
Tabla 34: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.....	99
Tabla 35: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución.....	100
Tabla 36: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de COLOR de superficie.	101
Tabla 37: Análisis de varianza para el atributo sensorial Color de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.....	103

Tabla 38: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	105
Tabla 39: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución.	106
Tabla 40: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de OLOR de la bebida funcional de pitahaya con cushuro.....	107
Tabla 41: Análisis de varianza para el atributo sensorial Olor de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.....	109
Tabla 42: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	110
Tabla 43: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución.	111
Tabla 44: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro, edulcorada con Stevia.	113
Tabla 45: Análisis de varianza de los puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	115
Tabla 46: Prueba de Múltiples Rangos LSD para. el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	117
Tabla 47: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	118
Tabla 48: % de intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	119
Tabla 49: Análisis de varianza para % de Intención de Compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.....	121
Tabla 50: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de Intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia.....	122
Tabla 51. Escala de valoración de acuerdo a la importancia de cada análisis.....	143
Tabla 52. Pesos (%) correspondientes a cada análisis.....	143
Tabla 53. Matriz para obtención de peso relativo.....	144

Tabla 54. Elección del mejor Tratamiento mediante el Método de Ponderación de Factores.....	145
Tabla 55. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Sabor.....	146
Tabla 56. Puntaje promedio para el atributo Sabor calculado en días de almacenamiento y límites de control.	147
Tabla 57. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Color.	148
Tabla 58. Puntaje promedio para el atributo Color calculado en días de almacenamiento y límites de control.	150
Tabla 59. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Olor.....	151
Tabla 60. Puntaje promedio para el atributo Olor calculado en días de almacenamiento y límites de control.	153
Tabla 61. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Aspecto General.	154
Tabla 62. Puntaje promedio para el atributo Aceptabilidad General calculado en días de almacenamiento y límites de control.	156
Tabla 63. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al % de Acidez	157
Tabla 64. Puntaje promedio para el % de Acidez calculado en días de almacenamiento y límites de control.	159
Tabla 65. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al pH.....	160
Tabla 66. Puntaje promedio de pH calculado en días de almacenamiento y límites de control de la bebida funcional.	162

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>).....	23
Figura 2: Cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>).....	28
Figura 3: Análisis CieLAB de Cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) en tres tonalidades	28
Figura 4: Diagrama de flujo para la formulación de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro.....	40
Figura 5: Diagrama del diseño experimental para obtener una bebida funcional óptima a base de pitahaya y cushuro.	45
Figura 6: Contenido de proteína (g/100gr) de la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.	54
Figura 7: Gráfica de dispersión del contenido de Proteína (gr/100gr) por % de Formulación en la elaboración de bebida funcional edulcorado con Stevia.	57
Figura 8: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de proteínas (g/100g) en la elaboración de bebida función edulcorada con Stevia.....	58
Figura 9: Contenido de polifenoles (mg GAE/100gr) de una bebida funcional óptima a base de pitahaya y cushuro y edulcorada con Stevia.....	62
Figura 10: Gráfica de dispersión del contenido de Polifenoles totales (mg GAE/100gr) por las Formulaciones de Pitahaya y Cushuro en las bebidas funcionales.....	65
Figura 11: Gráfica de medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.	67
Figura 12: Contenido de calcio(mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.	71
Figura 13: Gráfica de dispersión del contenido de Calcio (mg/100gr) por las Formulaciones de Pitahaya y Cushuro en las bebidas funcionales.	73
Figura 14: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Calcio (mg/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.	75
Figura 15: Contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	77
Figura 16: Gráfica de dispersión del contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	80
Figura 17: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de fósforo (mg/100g) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	81

Figura 18: Contenido de hierro (mg/100gr) de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	83
Figura 19: Gráfica de dispersión del contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	85
Figura 20: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de hierro de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro y pitahaya amarilla edulcorada con Stevia.	87
Figura 21: Contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.....	89
Figura 22: Gráfica de dispersión del contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	91
Figura 23: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.	93
Figura 24: Puntaje promedio para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.	96
Figura 25: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	98
Figura 26: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	99
Figura 27: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.....	100
Figura 28: Puntaje promedio para el atributo sensorial Color las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.	102
Figura 29: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación	103
Figura 30: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	105
Figura 31: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.....	106
Figura 32: Puntaje promedio para el atributo sensorial Olor las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.	108
Figura 33: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	109

Figura 34: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.	110
Figura 35: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.....	112
Figura 36: Diagrama de puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	114
Figura 37: Gráfica de dispersión de los puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	116
Figura 38: Medias y Prueba de Fisher LSD para. el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	117
Figura 39: Medias y Prueba de Fisher LSD el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	118
Figura 40: Diagrama del % de intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	120
Figura 41: Gráfica de dispersión del % de intención de compra para la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.	121
Figura 42: Medias y Prueba de Fisher LSD para el % de Intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia.	122
Figura 43: Evaluación de la vida útil respecto al Sabor de la Bebida Funcional.	124
Figura 44: Evaluación de la vida útil respecto al Color de la Bebida Funcional.	125
Figura 45: Evaluación de la vida útil respecto al Olor de la Bebida Funcional.	127
Figura 46: Evaluación de la vida útil respecto a la Aceptabilidad General de la Bebida Funcional.	128
Figura 47: Evaluación de la vida útil respecto al % de acidez de la Bebida Funcional.	129
Figura 48: Evaluación de la vida útil respecto al pH de la Bebida Funcional.	130
Figura 49: Tabla nutricional de Frugos del Valle (marca comercial).	142

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Evaluación sensorial de la bebida funcional a base de pitahaya amarilla y cushuro	140
Anexo 2. Tabla nutricional de néctar FRUGOS DEL VALLE.....	142
Anexo 3. Elección de mejor tratamiento	143
Anexo 4. Evaluación de la vida útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro. .	146

RESUMEN

El objetivo fue determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia. Se utilizó un diseño factorial 3 x 3 y análisis de varianza (ANOVA), las variables independientes fueron: % de Formulación (90%pitahaya-10% cushuro, 80%pitahaya-20%cushuro y 70%pitahaya – 30%cushuro), y diluciones pulpa:agua (1:1, 1:2 y 1:3). El contenido total de proteínas resultó significativo ($p<0.05$), el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T1 con 0.7gr/100g de producto, el contenido de polifenoles totales también resultó significativo ($p<0.05$), el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T6 con 88.33mgGAE/100gr, además el contenido de minerales Ca, P, Fe y Mg también resultó significativo (principalmente respecto al % de formulación) siendo estos: 55.67mg/100gr (F7), 37.45mg/100gr (F7), 25.31mg/100gr (F4) y 34.95mg/100gr (F1) respectivamente. Por otro lado, se determinó diferencia significativa en todos los atributos sensoriales (F7): sabor color, olor, consistencia e intención de compra. La elección de la mejor formulación determinó que el óptimo tratamiento está conformado por 70%de cushuro-30%de pitahaya y dilución 1 pulpa :3 agua (F7).

PALABRAS CLAVES: Bebida funcional, polifenoles, macronutrientes, micronutrientes, beneficios nutricionales.

ABSTRAC

The objective was to determine the physicochemical and sensory characteristics of a functional beverage made with cushuro, yellow pitahaya and sweetened with Stevia. A 3 x 3 factorial design and analysis of variance (ANOVA) were used, the independent variables were: % of formulation (90% pitahaya-10% cushuro, 80% pitahaya-20% cushuro and 70% pitahaya - 30% cushuro), and pulp:water dilutions (1:1, 1:2 and 1:3). The total protein content was significant ($p < 0.05$), the highest value was obtained by treatment T1 with 0.7g/100g of product, the total polyphenol content was also significant ($p < 0.05$), the highest value was obtained by treatment T6 with 88.33mgGAE/100g, and the mineral content of Ca, P, Fe and Mg was also significant (mainly with respect to the % of formulation): 55.67mg/100gr (F7), 37.45mg/100gr (F7), 25.31mg/100gr (F4) and 34.95mg/100gr (F1), respectively. On the other hand, significant differences were found in all sensory attributes: flavor, color, odor, consistency and purchase intention (F7). The choice of the best formulation determined that the optimal treatment is made up of 70% cushuro-30% pitahaya and dilution 1 pulp :3 water (F7).

KEY WORDS: Functional beverage, Polyphenols, macronutrients, micronutrients, nutritional benefits.

I. INTRODUCCION

En la actualidad, el crecimiento poblacional en el mundo no se detiene, para el año 2050 la ONU proyecta 9,7 mil millones de habitantes y 11,0 mil millones como máximo para el 2100 (Nations y United Nations, 2019), cifras que implican mayor crecimiento de la demanda de alimentos en la población. Asimismo, la organización Mundial de la Salud (OMS) y tal fondo Mundial para la investigación del cáncer (WCRF), recomienda una ingesta diaria mínima de 400 g, equivalente a un total de cinco raciones de verduras y frutas (Cancer Research Fund International 2018). En este contexto, los consumidores buscan también alcanzar un mejor estilo de vida saludable, exigiendo demandar el consumo de alimentos funcionales (Danilo & Martínez, 2019), que aporten los nutrientes esenciales, mejoren las funciones fisiológicas de su organismo, provocando un aumento en su salud física y mental, reduciendo la posibilidad de enfermedad, (como se citó en Barazarte Barazarte et al, 2015), por ello, se busca responder una necesidad apostando por fortalecerse nutricionalmente, consumiendo alimentos potencialmente ricos en compuestos bioactivos, compuestos fenólicos, vitaminas, y que estos tengan una alta capacidad antioxidante, relacionándose con propiedades que promueven la salud (Arias Lamos et al., 2018), especialmente de grupos vulnerables como adultos mayores, madres embarazadas y madres lactantes (Obregón La Rosa, 2020).

El cultivo de pitahaya comenzó en la Amazonía (donde crece de forma natural) y luego en Ancash y Arequipa, las únicas zonas de producción hasta el momento, donde el productor debe invertir entre 25 mil a 30 mil soles por hectárea, siendo esta una limitante para pequeños y productores medianos, en estos lugares, el aumento de la cosecha se debe principalmente al precio alcanzado de la fruta, sin embargo, para exportar a granel tendrá que crecer más (Vargas Gutiérrez & López Montañez, 2020).

Así mismo, La adopción de un estilo de vida diferente y el aprecio, cada vez mayor por una alimentación saludable, han facilitado el crecimiento de los alimentos y bebidas funcionales. Estas bebidas funcionales, naturales o artificiales, contienen sustancias que pueden beneficiar la salud o mejorar algunos aspectos de la misma (Marreros & Yupánqui, 2021). El interés de los consumidores por el desarrollo de nuevos alimentos funcionales y/o beneficiosos para la salud y su incorporación a una dieta saludable es cada vez mayor y los productos lácteos son líderes en el campo (Bimbo et al., 2017). Sin embargo, La demanda actual por consumir alimentos funcionales no lácteos, está en incremento, ello debido a los inconvenientes de salud, que se relacionan no solo con el

consumo de leche, sino también, con algunos de sus derivados (Dimitrellou et al., 2021) y el incremento del vegetarianismo, ganando importancia en la actualidad (Cueva et al., 2019).

Asimismo, las alergias y la intolerancia a la lactosa son las principales desventajas de los probióticos a base de lácteos. El sabor y la frescura son, por supuesto, las principales ventajas de las bebidas no lácteas, especialmente los jugos de frutas (Kumar et al., 2015). La tendencia creciente, por consumir alimentos funcionales que promuevan la salud responsable (Osorio and Mejía-España 2017), conlleva al uso de técnicas evaluadoras, que nos permita conocer y/o cuantificar algunas propiedades importantes en el desarrollo de alimentos funcionales, como la capacidad antioxidante (Hoyos-Arbeláez et al. 2017).

La pitahaya es uno de esos alimentos que llama la atención de todo el mundo, no solo por su atractivo color y aspecto, sino por sus significativos beneficios para la salud (Abirami et al., 2021). Con respecto al cushuro, contiene desde 35 a 42 % de proteínas, grasas y minerales (Ca, P, Fe, Na, K) así como, todos los aminoácidos principales, además, es agradable en vitaminas B1, B2, B5 y B8 (Corpus-Gomez et al., 2021).

Así mismo, pese al incremento de los consumidores, la aceptación sensorial sigue siendo un factor importante de compra, incluso para los productos funcionales con beneficios proclamados para la salud (Skapska et al., 2020).

En función a lo arriba indicado, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo obtener una bebida funcional a base de Pitahaya y Cushuro, edulcorada con Stevia, con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables?

Y para ello, se establecieron los siguientes objetivos: a) Evaluar la composición fisicoquímica de la pitahaya amarilla y el cushuro, b) Formular los tratamientos para la bebida funcional y evaluar las características fisicoquímicas y la aceptabilidad sensorial, y c) Evaluar la vida útil de la mejor formulación mediante criterios sensorial y fisicoquímico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En el artículo de Arias Lamos et al. (2018), titulado “Funcional foods: advances of applicattion in agroindustry [Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria]”, se afirma la relevancia por los compuestos bioactivos en los alimentos funcionales, así como sus diversos estudios en el mundo agroindustrial. Los efectos muestran que cada vez demasiados científicos se focalizan en la investigación sobre alimentos funcionales, porque estos alimentos mejoran los niveles nutricionales y reducen el comportamiento poco saludable en los humanos, más por el contrario tienen influencia significativa en la salud y es de gran interés para muchas personas. Por esta razón, los llamados alimentos funcionales despiertan la atención de personas de todo el mundo debido a la presencia de compuestos bioactivos, por ejemplo: prebióticos, probióticos, simbióticos, fibra dietética (soluble e insoluble), ácidos grasos, por ejemplo, omega 3 y 6, compuestos fenólicos, fitoestrógenos, flavonoides y carotenoides que desempeñan un rol fundamental en la funcionalidad del cuerpo. Por ello, es necesario fortalecer los alimentos por medio de estos componentes, así como también potenciar su labor, ya que demasiado de ellos no se crean en el metabolismo humano.

Verona Ruiz et al. (2020) en el artículo titulado “Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos” afirma, que los estudios experimentales demuestran que comer pitahaya o fruta del dragón puede ayudar a reducir la presión arterial y el contenido de pectina alivian los problemas estomacales. Además, la recopilación de trabajos de investigación, demuestran que el fruto del dragón se logra emplear con la finalidad de combatir la obesidad y enfermedades como la diabetes y el cáncer de colon.

Lupuche E. et al. (2021) en el artículo titulado “Chemical caracterizacion, polyphenol content and antioxidant capacity of two pitahaya acotypes (*Hylocereus* spp.) [Representación química, capacidad de polifenoles, así como capacidad antioxidante de dos ecotipos de pitahaya (*Hylocereus* spp.)], afirman, que la pitahaya roja y amarilla son ecotipos que ofrecen un elevado potencial nutraceutico y otorgan beneficios en prescripciones dietéticas. El bajo contenido de hidratos de carbono (12,4-17,8%) y el bajo contenido energético (55,3-85,4%) de la pulpa hacen de

ambas especies, en especial la pitahaya roja, como una buena opción para incluirla en dietas bajas en azúcar.

Carranza C. et al. (2020), en el artículo titulado “Funtional beverage on ‘pitahaya /Hylocereus undatus) and extracts of lemongrass (Cymbopogon citratus) and basil (Ocimum tenuiflorum) [La agregación de extractos de limoncillo (Cymbopogon citratus) así como también albahaca (Ocimum tenuiflorum)]”, indica, que este se puede usar para aumentar la concentración de fenoles en las bebidas de pitahaya, mejorando así sus propiedades antioxidantes, y estos extractos de plantas deben estudiarse más a fondo como ingrediente en las formulaciones de bebidas. La funcionalidad puede proporcionar nuevas formas de preparar alimentos con propiedades funcionales, mejorando la salud y la calidad de vida de los consumidores.

Según, Villarreal, P., & Victoria, P. (2020), en la tesis titulado, “Formulación de un néctar a base de Cushuro (Nostoc Sphaericum) y Tuna (Opuntia Ficus-Indica), edulcorado con Stevia, Carhuaz 2020”, afirman que, es posible elaborar jugo con esencia de cushuro, así como también tuna endulzada con Stevia con un 90% de pulpa de tuna y 10% de pulpa de cushuro a una dilución 1:1, con 10 °Brix y ph de 3.8, proceso aprobado por los consumidores, con un 54%.

Asimismo, elaboraron pulpa de manera proporcional en base a cuatro procedimientos determinados, el primer procedimiento se basó en 70% de tuna y 30% cushuro y una dilución 2:1, el segundo consistió en 90% tuna, 10% cushuro con una dilución 1.5:1; el tercer procedimiento se basó en 75% pulpa de tuna, 25% pulpa de cushuro a una dilución 1:3 y finalmente, el cuarto consistió en 90% pulpa de tuna, 10% pulpa de cushuro a una dilución 1:1.

En el artículo de Ponce Ernesto (2014), titulada “Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica” indica que, no hay duda, que nostoc es alimento que se debe considerar en futuras investigaciones y producción tecnificada. Debido al crecimiento de la demanda de alimentos en todo el mundo, como complemento alimenticio económico, disponible en los países andinos y probado su bondad a través de los años, se puede utilizar para fertilizar los cultivos agrícolas, mediante la introducción de nitrógeno en el suelo. Asimismo, se aplica en la elaboración de combustibles igual que el etanol y sus propiedades curativas están

fuera de dudas, asegurando la proyección de futuras investigaciones en protección frente al cáncer y rayos UV.

Según el artículo de Coveñas Raúl et al. (2020), titulado, “Análisis proximal y contenido de hierro y calcio de *Nostoc sphaericum* “cushuro” deshidratado procedente de la laguna de Conococha, Catac – Huaraz”, afirma que, un análisis detallado muestra que la fruta deshidratada "Cushuro" tiene un alto contenido de proteína de $26,68 \pm 0,01\%$, grasa $0,21 \pm 0,03$, fibra $5,77 \pm 0,11$, humedad $11,23 \pm 0,42$ y ceniza $7,77 \pm 0,01$. Mostró una concentración moderada de hierro de $15,72 \pm 0,72 \%$, según lo determinado en la deshidratación del “Cushuro”. Se midió un contenido de calcio de hasta $1224,4\%$ en "Cushuro", dando este un micronutriente muy importante en el tratamiento y prevención de la osteoporosis.

Según Carbonell-Capella et al. (2019), en el artículo titulado “Steviol glycosides and bioactive compounds of a beverage with exotic fruits and *Stevia rebaudiana* Bert. as affected by thermal treatment [Glucósidos de esteviol y compuestos bioactivos de una bebida con frutas exóticas y *Stevia rebaudiana* Bert.]”, afirman que, las bebidas fortificadas con stevia al $1,25 \%$ y al $2,5 \%$ (p/v) mostraron compuestos fenólicos y propiedades antioxidantes significativas (aumento de 3 y 4 veces, respectivamente) en comparación con la bebida sin alcohol de stevia. Los resultados presentados sugieren el potencial para utilizar la stevia como un edulcorante libre de calorías alternativo en la preparación de jugos y bebidas a base de mezclas de avena, ya que puede proporcionar propiedades nutricionales beneficiosas, propiedades nutricionales y fisicoquímicas y potenciar los efectos ya beneficiosos del jugo de Frutas.(Carbonell-Capella et al., 2019).

Así mismo, Pillaca Villarreal (2020), en la tesis titulada “Planteamiento de un jugo basado en Cushuro (*Nostoc Sphaericum*) y Tuna (*Opuntia Ficus-Indica*), edulcorado con Stevia, Carhuaz 2020“, presentó la formulación de un jugo basado en cushuro (*Nostoc Sphaericum*) y tuna (*Opuntia Ficus – Indica*), edulcorado con stevia, se realizó el pulpeado de la tuna manualmente y para el cushuro se realizó el estrujado y el tamizaje. Para el refinado se licuó ambos insumos y se tamizó para la obtención de partículas de pulpa uniforme, luego se agregó la stevia y el estabilizante CMC, para la pasteurización se envasó al vacío y enfrió. Realizó 4 corridas, obteniendo como resultado a la mejor corrida con buen puntaje sensorial fue el que contiene 90% de

tuna, 10% de cushuro, con 10°Brix y una vida útil de 125 días a 4°C.

Heredia y Heredia (2021) En el artículo Néctar de frutos y extracto acuoso de hojas de guanábana (*Annona muricata* L.): Cualidades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales, evaluación de la eficacia del extracto acuoso de hojas de acacia en la preparación de néctar de frutos de guanábana. Para la obtención de los extractos acuosos se prepararon tres formulaciones con material vegetal + solvente, se determinó su contenido inicial de fenoles totales y capacidad antioxidante, y luego se aplicaron al néctar en diferentes concentraciones, 60%, 70% y 80%, respectivamente retribuye al factor A. Los catadores no entrenados fueron más receptivos al tratamiento control, que representó valores ideales de vitamina C <0,5 mg/100 ml; acidez 0,28%; pH 4%: °Brix 13%; fenoles totales 6,22 mg EGA/100 g; capacidad antioxidante 2,38 μ mol TE/100 g y viscosidad 13,54 cp.

López et al., (2019) en el artículo Evaluación fisicoquímica y sensorial de néctares elaborados a partir de mezclas de jugos de zanahoria y naranja, se elaboraron cinco néctares con diferentes porcentajes de beterraga, zanahoria y naranja. El néctar se estandariza a pH 3,8 y los sólidos solubles a 14°Brix con la adición de una pequeña cantidad de azúcar. Después del envasado se enfría a 7 °C y se miden los parámetros físico-químicos a los 0, 15 y 30 días. El estudio sensorial se realizó después de 30 días de almacenamiento y el estudio microbiológico se realizó después de 120 días. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y sensoriales se evaluaron mediante un diseño completamente al azar. Se estableció un nivel de confianza del 95% para todos los análisis estadísticos.

La aprobación, determinada por 13 panelistas semientrenados, dio como resultado puntajes más altos para el Tratamiento 4 (T4) que contenía 70 % de jugo de beterraga, 15 % de jugo de zanahoria y 15 % de jugo de naranja. Según la estimación del sensor, el pH de este néctar es de 3,7; Acidez titulable 0,20%, sólidos solubles 14,3°Brix, contenido en vitamina C 6,3 mg/100 g de ácido ascórbico y 1,7% de azúcares reductores.

Muñoz et al. (2019) en el artículo extracción de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) a partir de piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y sus efectos sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones utilizando una permutación factorial

2x3 se utilizó la prueba de TUKEY al 5% para la comparación de tratamientos. Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos para el óptimo procesamiento, el cual obtuvo valores de pH de 3.13 y 15°Brix, los cuales se encuentran dentro del rango aceptable especificado en la Norma INEN 2337 del Ecuador. Los resultados microbiológicos no contenían coliformes fecales, mesófilos, levaduras.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. PITAHAYA AMARILLA (SELENICEREUS MEGALANTHUS)

Pitahaya (*Hylocereus* spp.) es originaria de Centroamérica sur de México y selva peruana se siembra en numerosos países tropicales y subtropicales, como Taiwán, el sur de China, Israel, Tailandia, Australia, Estados Unidos y Malasia (Mizrahi & Nerd, 1999, citado por Verona, Urcia y Paucar, 2020).

Su clasificación taxonómica se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: *Clasificación taxonómica de la Pitahaya (Selenicereus megalanthus)*

Nombre Científico	<i>Selenicereus megalanthus</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllale
Familia	Cactaceae - cactácea
Tribu	Hylocereeae
Género	Hylocereus
Especie	H. megalanthus (Schum. ex Vaupel)

FUENTE: Esquivel y Araya, (2012); Bauer, (2003).

Es conocida comúnmente como “Fruta del Dragón”, fruta exótica, con una reputación extendida en todo el mundo, debido sus propiedades nutricionales y beneficiosas para la salud, además de sus extraordinarias

características organolépticas.

La pitahaya es un fruto de forma elipsoidal con un diámetro entre 10 – 12 cm (Corzo et al., 2016), se caracteriza por la apariencia exótica (bractéolos) de sus cáscaras y su sabor agrídulce con una pulpa jugosa y carnososa, que contiene en grandes proporciones semillas negras brillantes de 3 mm de diámetro (Andrade, Martins y Silva, 2007).

Es importante mencionar que la especie *Selenicereus megalanthus*, mostrada en la Figura 1, se distingue por presentar una cáscara color amarillo con espinas y una pulpa blanca jugosa (Delgado, 2015).



Figura 1: *Pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus)*

FUENTE. Verona, Urcia y Paucar, 2020.

Cabe señalar que la pulpa de la pitahaya varía entre el 60 a 80 % de su peso total, presentando un promedio entre los 200 a 570 g según su especie (Corzo et al., 2016). Asimismo, numerosas investigaciones han demostrado que la pitahaya amarilla, evidencia cambios notorios en la cáscara durante su maduración, disminuyendo de 55.93 a 33.40%, en tanto la pulpa se incrementó de 44.04 a 66.60%, para un estado de madurez de 0 a 6 (Sotomayor et al., 2019).

a. Composición nutricional y fisicoquímica de la Pitahaya

Esta fruta puede tener distinto color por ejemplo amarillo, purpura, rojo y blanco, tienen un gran peso nutritivo, esencialmente la capacidad de ácido ascórbico de 4 a 25 mg/100 g según la especie, siendo la variedad roja la de mayor valor (Verona, Urcia y Paucar, 2020).

En la variedad amarilla se destaca el aceite de su semilla, puesto que

presenta alto contenido de ácidos linoleicos grasos poliinsaturados, siendo los 5 AG principales, ác. palmítico (11.52%), ác. esteárico (4.29%), ác. oleico (11.09%), ác. vaccénico (3.08%) y ác. linoleico (69.98%) (Altuna et al., 2018).

La composición nutricional de dos especies de pitahaya (rosa y amarilla) se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2: *Composición nutricional de 100 g de pulpa de dos especies de pitahaya*

Componente	Und	<i>Hylocereus undatus</i>			<i>Hylocereus megalanthus</i>		
		(Pulpa blanca y piel rosa)			(pulpa blanca y piel marilla)		
		Mercado (2018)	ICBF (2018)	Morales et al. (2015)	Mercado (2018)	ICBF (2018)	Morales et al. (2015)
Agua	%	89	87,3	82,3	85	85,5	85,9
Proteína	g	0,5	0,5	1,4	0,4	0,4	1,1
Grasa	g	0,1	0,1	*	0,1	0,1	*
Carbohidrato	g	NE	11,6	13,55	NE	13,6	9,8
Fibra dietética	g	0,3	3,3	NE	0,5	3,3	NE
Vitamina C	mg	25,0	25,0	25,8	4	20,0	7,34
Calcio	mg	6,0	26,0	5,0	10,0	26,0	8,26
Hierro	mg	0,4	0,2	0,75	0,3	0,3	*
Fosforo	mg	19,0	26,0	15,0	16,0	26,0	*
Tiamina	mg	0,01	0,01	*	0,0	0,03	*
Riboflavina	mg	0,03	0,03	*	0,0	0,04	*
Niacina	mg	0,2	0,2	0,37	0,2	0,2	*
Ceniza	g	0,5	0,5	0,50	0,4	0,4	0,6

* Valor no encontrado; NE: Valor no evaluado.

FUENTE: Mercado (2018); ICBF (2018); Morales et al. (2015).

Entre las características fisicoquímicas de la pitahaya, Tabla 3, se aprecia que el contenido en sólidos solubles totales (SST) varía entre los 12 – 14 °Brix, mientras la baja acidez que presenta es expresada en ácido málico, con valores entre 0.2 a 0.35 mg de ácido málico/100 g, para la variedad agridulce, la acidez titulable es de 2.4 a 3, mientras que en variedades dulces es de 0.62 a 0.5 (% de ácido málico). Asimismo, el pH de la pitahaya se encuentra entre 4.3 a 4.7, lo cual le otorga su característico sabor (Mercado, 2018).

Tabla 3: Características fisicoquímicas de tres especies de pitahaya

Referencia	<i>Hylocereus undatus</i> (piel rosa y pulpa blanca)	<i>Hylocereus megalanthus</i> (piel amarilla y pulpa blanca)	<i>Hylocereus monacanthus</i> (piel y pulpa rosa)
	Warusavitharana et al. (2017), Ochoa et al. (2012)	Sotomayor et al. (2019)	Magalhães et al. (2019)
Peso (g)	406.7 – 556.8	260 – 395	277.17 – 335.17
SST (°Brix)	16 – 18	20.74	15.3 – 17.88
pH	5.72 ± 0.6	4.86	3.63 – 4.48

FUENTE: Warusavitharana et al. (2017); Ochoa et al. (2012); Sotomayor et al. (2019); Magalhães et al. (2019).

b. Propiedades benéficas para la salud

La pitahaya es considerada un alimento con propiedades nutraceuticas, ello debido a su elevado contenido en betacianinas, que además de su función como colorante natural proporcionan grandes beneficios para la salud del consumidor (Tze et al., 2012).

Además de su exquisito sabor, la pitahaya provee una gran variedad de nutrientes y compuestos bioactivos, tales como betalaínas, vitaminas, ácidos orgánicos, fibra dietética soluble, fitoalbúminas y minerales. Este fruto es una gran opción para incluir a la dieta por su bajo aporte calórico al contener tan solo 9.20 g/100 g de carbohidratos, a la vez es

relevante su contenido en vitamina C, el cual interviene en diversas funciones en el organismo como en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, además, ayudar en la resistencia a las infecciones, absorción del hierro de los alimentos y presenta acción antioxidante (Mizrahi & Nerd, 1999, citado por Verona, Urcia y Paucar, 2020).

Es importante mencionar que la pitahaya amarilla, específicamente el aceite de sus semillas, contienen elevado contenido de ácidos linoleicos grasos poliinsaturados, siendo los principales el ác. palmítico (11,52%), ácido esteárico (4,29%), ácido oleico (11,09%), ácido vaccénico (3,08%), y ácido linoleico (69,98%) (Altuna et al., 2018).

Como ya se ha mencionado, la pitahaya contiene compuestos bioactivos como las betalainas y betacianinas, las cuales contribuyen en la mejora de padecimientos como el estrés, ello a causa de su acción inhibidora frente a la oxidación y peroxidación lipídica (Kanner et al., 2001; citado por Verona, Urcia y Paucar, 2020).

Los polisacáridos solubles en agua, compuestos bioactivos presentes en la pitahaya, intervienen favorablemente en la mejora del microbiota intestinal, generando grandes beneficios para la salud (Yoo et al., 2012). Asimismo, su contenido en oligosacáridos, prebiótico natural, proporciona una influencia positiva en el crecimiento y la actividad de bacterias intestinales beneficiosas (probióticos), fortaleciendo el sistema inmunológico (Rolim, 2015; Kazemi et al., 2019), y con ello disminuir el padecimiento de enfermedades neurodegenerativas. Por ende, los oligosacáridos de la pitahaya, son un excelente complemento en la dieta para favorecer la salud intestinal y contribuir en la mejora de males como el estreñimiento y la diarrea (Khuituan et al., 2019).

Por otro lado, la pitahaya es rica en fibra dietética soluble, en donde destaca la pectina, ya que su consumo contribuye en la disminución de los niveles de lípidos y glucosa en sangre, previniendo así enfermedades como la diabetes (Ortiz y Anzola, 2018).

c. **Propiedades antioxidantes del fruto pitahaya**

Según Verona, Urcia y Paucar (2020), reporta que la pitahaya tiene elevada capacidad antioxidante inclusive supera a nuevas cactáceas lo mismo que la tuna, ofrece mezclas bioactivas como antocianinas y batalainas en frutas provenientes de la selva peruana, con capacidad antioxidante. A favor de la salud y nutrición humana (Obregón, 2020). La capacidad antioxidante de la pitahaya, actúa como agente reductor (donando electrones) frente al estrés oxidativo, que se genera por un desequilibrio entre prooxidantes y antioxidantes en el organismo, lo cual trae consigo el desarrollo de diversos padecimientos crónicos como el cáncer, artritis reumatoidea, arterios-clerosis, algunas formas de diabetes, anemia, entre otras (Tapia et al., 2004; citado por Verona, Urcia y Paucar, 2020).

Cabe señalar que las propiedades antioxidantes de la pitahaya son proporcionadas por una gran variedad de nutrientes tales como el fósforo, calcio, vitamina C, fibra, compuestos fenólicos, antioxidantes, ácidos grasos insaturados, terpenos, oligoelementos y otros, ello repercute favorablemente en la salud humana, puesto que contribuye en la mejora de diversas enfermedades principalmente del sistema inmunológico.

El fruto de pitahaya presenta un elevado contenido en compuestos fenólicos, con potente actividad antioxidante, presentando valores promedios de 45.31 mg de ácido gálico/100 ml de jugo (Ochoa, et al., 2012). Por otro lado, una investigación encontró que en los tallos y las semillas de la pitahaya amarilla se hallaron metabolitos como alcaloides, cumarinas, compuestos grasos, catequinas, saponina, azúcares reductores, entre otros (**Parra, 2010**).

En general las diversas propiedades antioxidantes de la pitahaya, por su gran variedad en compuestos biactivos, despierta el interés de diversas industrias y no solo la alimentaria sino también la farmacéutica.

2.2.2. CUSHURO (NOSTOC SPHAERICUM)

Esta alga andina conocida por diversos nombres como murmunta, llullucha, crespito, llayta, entre otros, es originaria de lagunas, lagos y ríos, ubicadas en las regiones de Ancash, Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Huancayo, Junín, La Libertad, Puno, Cerro de Pasco, y parte de la selva de Huánuco, que sobrepasan los 3000 msnm (Corpus, et. al., 2021).

El cushuro es una cianobacteria esférica y gelatinosa, con diámetros entre los 10 a 25 mm (Ponce, 2014); presenta varias tonalidades, el color verde se debe a su contenido en clorofila, el azul por un pigmento llamado ficocianina, mientras que el color marrón se produce por una mezcla de los pigmentos anteriores con la ficoeritrina (Reháková, et al. 2007).



Figura 2: *Cushuro (Nostoc sphaericum)*

FUENTE. Corpus, et. al. (2021)

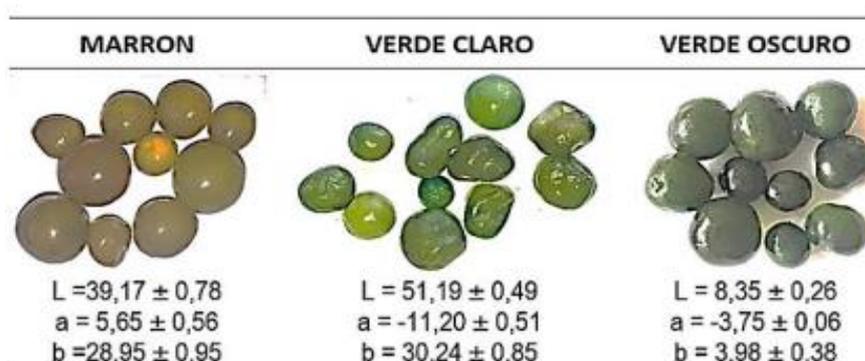


Figura 3: Análisis CieLAB de *Cushuro (Nostoc sphaericum)* en tres tonalidades

FUENTE. Corpus, et. al. (2021)

Uno de los aspectos más interesantes del cushuro es su sobrevivencia a climas extremos, habitan en alturas superiores a los 3000 msnm, soportando

temperaturas bajo cero y atmosferas pobres en oxígeno, resisten a la vez radiación ultravioleta, favorable para su fotosíntesis. Además, son capaces de persistir bajo condiciones adversas (zonas semidesérticas y glaciares antárticos) por largos periodos y rehidratarse automáticamente en presencia de agua (lluvias), por ello es considerado como un alimento renovable (Ponce, 2014, citado por Díaz y Espinoza, 2022).

a. Taxonomía

En la Tabla 4 se especifica la clasificación taxonómica del cushuro.

Tabla 4: *Clasificación taxonómica del cushuro (Nostoc sphaericum)*

Nombre Científico	<i>Nostoc sp.</i>
Dominio	Bacteria
Filo	Cyanobacteria
Clase	Cyanophyceae
Orden	Nostocales
Familia	Nostocaceae
Genero	Nostoc
Especie	Nostoc sphaericum
Otras especies	N. Commune, N. Pruniforme, N. Parmeloide, N. Verrucosum.

FUENTE: National Center for Biotechnology Information (2014, citado por Corpus, et. al., 2021).

b. Composición nutricional del cushuro

El cushuro es un alga súper nutritiva, destacando en su composición su elevado contenido en proteínas (35 a 42%) con un perfil de aminoácidos esenciales casi completo, aporta a la vez minerales como el Ca, P, Fe, Na y K, vitaminas B1, B2, B5 y B8 (Rosales, 2013).

La composición nutricional de cushuro deshidratado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5: *Composición nutricional del cushuro deshidratado (g/100g)*

Propiedad	Unidad de medida	Reyes García et al., 2017	Aldave (2015)	Bernaola (2019)
Energía	kcal	242	320,5	242
Agua	g	15,1	15	6,3
Proteína	g	29	30	29,0
Grasa total	g	0.5	0,5	0,5
Carbohidratos	g	46,9	50	46,9
Cenizas	g	8,5	-	5,10
Calcio	mg	147	145	147
Fósforo	mg	64	64	63.6
Hierro	mg	83,6	83,6	73,6
Vitamina A	mg	-	-	0,01
Tiamina	mg	0,2	0,2	-
Riboflavina	mg	0,41	0,41	-

FUENTE: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2017); Aldave (2015); Bernaola (2019).

Su elevado contenido en carbohidratos, se debe a la presencia de los Nostocales, carbohidratos mucilaginosos, entre ellas se encuentran las hexosas, glucosa y galactosa, cumpliendo función de capa protectora (Chavez, 2014; Moncayo, 2017).

Con respecto a su composición en grasas, se destaca su aporte en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, como el oleico, palmitoleico y el linoleico respectivamente, también contiene ácidos grasos saturados como el mirístico, palmítico y esteárico (Moncayo, 2017).

Numerosas son las investigaciones que han demostrado que el cushuro presenta más proteínas, calcio y hierro que la carne de cuy (Ministerio de Salud, citado por Ugás, 2014).

Del mismo modo Aldave (2015), destaca que el cushuro aporta el doble de proteínas (30%) que la quinua y la kiwicha (15%), a la vez su contenido en calcio con 145 mg es superior a la leche (20 mg), mientras

que su valor en hierro 83.6 mg es ampliamente superior al de la lenteja (7.6 mg).

Es importante mencionar que al deshidratar el cushuro sus nutrientes se incrementan notablemente, ello debido a su gran contenido en agua, por tanto, al contrastar el valor nutricional del cushuro en su estado fresco con respecto a su forma deshidratada se pueden observar una gran diferencia (Adriano, 2018).

c. Beneficios en la salud

Diversos estudios sobre la propiedades nutricionales y curativas del cushuro, han encontrado su poder curativo frente a distintos tipos de cáncer, ello debido a su poder para inhibir la formación de colesterol y tumores cancerosos, debido a su contenido en nostocarbolina (**Ponce, 2014**).

Por su elevado contenido en minerales como el calcio y el fosforo, fortifican el sistema óseo ayudando en la prevención de la osteoporosis, contribuye a la vez en los problemas relacionados al sistema nervioso, gracias a su contenido en vitaminas B1, B2, B5 y B8, además de ello por su relevante contenido en proteínas fortalecen los músculos mejorando el correcto funcionamiento del corazón y los nervios (Palomino, 2016).

Esta cianobacteria favorece en la coagulación de la sangre, en la lucha contra la anemia y la desnutrición, además ayuda en la corrección de padecimientos como el estreñimiento (Castellanos, 2013, Corpus, et. al., 2021). El cushuro también cumple función diurética, ayudando a desintoxicar el organismo, a la vez otorga colágeno a la piel y fortalece el cabello (Andina, 2020).

d. Usos y aplicaciones del cushuro

El cushuro es un ingrediente ideal para ser combinado con diversos alimentos en la preparación de un sinfín de potajes culinarios, ello debido al sabor neutro de esta alga andina, numerosos son los platos en donde se pueden incorporar cushuro como sopas, guisos, mermeladas, bebidas, postres, ensaladas, panes o galletas (Palomino, 2016).

En la industria alimentaria y farmacéutica, el extracto de hidrocoloide

de cushuro puede ser empleado como agente estabilizante, cumpliendo la función de conservar las partículas suspendidas homogéneamente, para que no se sedimenten y de esta manera incrementar la viscosidad del producto (Vargas & Pisfil, 2008, citado por Corpus, 2021).

Por su composición nutricional rica en proteína, fibra, vitaminas y minerales y sus extraordinarias propiedades medicinales anticancerígenas, antioxidantes entre otras, el cushuro deshidratado en polvo puede ser usado como suplemento nutricional, al combinarlos con jugos y/o cremas (Gutiérrez, 2010, citado por Corpus, 2021).

Con perspectiva hacia el futuro, se han realizado diversas investigaciones para aplicaciones del cushuro, entre ellas se mencionan como agente protector de los rayos uv, para la producción de bioetanol y en la mejora de la fertilidad de suelos de cultivo (Ponce, 2014).

2.2.3. STEVIA

La stevia es un considerado un edulcorante natural bajo en calorías, siendo el sustituto ideal del azúcar, para personas diabéticas o con una dieta estricta (Yong-Heng. et. al., 2014).

Debido a ello presenta importantes efectos en el tratamiento natural de padecimientos como la diabetes, la obesidad, el tabaquismo y la hipertensión arterial (Alba, 2010). Asimismo, la Stevia no tiene efectos secundarios y contiene importantes minerales y vitaminas que fortalecen el sistema inmunológico (Simonsohn, 2011).

a. Glucósidos dulces en la hoja de Stevia

Los compuestos responsables del dulzor de la *Stevia rebaudiana* son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbíosido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcósido.

Los extractos purificados obtenidos de hojas de Stevia contienen más del 95% de esteviósido y/o rebaudiósido A (EFSA, 2010).

Tabla 6: *Glucósidos dulces en las hojas de stevia*

	Contenido en % de las hojas en peso seco		
	Gardana <i>et al.</i> (2003)	Goyal <i>et al.</i> (2010)	Kinghorn y Soejarto (1985)
Esteviosido	5,8 ± 1,3	9,1	5–10
Rebaudiósido A	1,8 ± 0,2	3,8	2–4
Rebaudiósido C	1,3 ± 0,4	0,6	1–2
Dulcósido	ND	0,3	0,4–0,7

*ND= No detectado

FUENTE: Gardana et al. (2003); Goyal et al. (2010); Kinghorn y Soejarto (1985); (Citado por Salvador, Sotelo y Paucar, 2014)

Por su contenido en esteviósido, la stevia presenta un poder edulcorante de hasta 300 veces superior que el azúcar de caña, además le otorga un leve toque amargo, mientras que el rebaudiósido, proporciona el dulzor característico a pesar de no contar con beneficios para la salud (Gilabert y Encinas, 2014).

2.2.4. BEBIDA FUNCIONAL

Las bebidas funcionales son consideradas benéficas para la salud pues contienen en su formulación uno o más ingredientes con propiedades funcionales (Martínez, et. al., 2010, citado por Contreras y Purisaca, 2018).

Cabe señalar que estas bebidas pueden ser de dos tipos, funcionales por naturaleza como el té verde, o al incorporar uno o más ingredientes nutracéuticos como el calcio, omegas, proteínas (aislado de soya), fibras, prebióticos, polifenoles, vitaminas, minerales, entre otros (Contrera y Purisaca, 2018).

Las bebidas funcionales pueden ser elaboradas para cumplir diversas funciones específicas, por ejemplo para controlar el peso (bajas en calorías), para personas con condiciones especiales como los diabéticos (adición de edulcorantes naturales como la stevia), energizantes y revitalizantes (cafeína), reductoras de colesterol (fitoesteroles), relajantes, reconstituyentes o hidratantes, antienvjecimiento (AG omega-3, omega-6,

polifenoles antioxidantes), simbióticas (bacterias lácticas, prebióticos) (Ramos R. , 2007).

2.2.5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La importancia de los antioxidantes, presentes en la pitahaya, cushuro y stevia, radica en su acción captadora de oxígeno para neutralizar los radicales libres, los cuales originan diversas enfermedades como el cáncer, diabetes y problemas relacionados con el corazón, además de ello no generan efectos secundarios tóxicos para el organismo (Lemus et al., 2012).

La capacidad antioxidante está determinada por la disminución en la velocidad de degradación oxidativa debido a la reacción de los radicales piróxilos con antioxidantes para producir un producto libre de radicales, como se muestra en esta ecuación $2\dot{O}_2 + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ (Londoño y Alberto, 2012).

Los antioxidantes pueden ser de dos tipos de origen endógeno y/o exógeno, los antioxidantes endógenos se desarrollan en el organismo, mientras que los exógenos se encuentran en los alimentos que consumimos como las vitaminas (E y C), carotenoides, compuestos fenólicos (isoflavonas, flavonoides, etc). Es por ello que la ingesta de alimentos abundantes en antioxidantes es necesaria e imprescindible para contrarrestar y proteger a nuestro organismo de los efectos adversos que originan la oxidación celular por causa de los radicales libres (Bjørklund & Chirumbolo, 2017).

La cualidad de las fuentes antioxidantes en calidad de frutas y plantas es esencial con el fin de evitar la oxidación en el cuerpo humano. La pitahaya es una fruta con un gran volumen antioxidante (160,84 mg trolox / 100 ml de zumo) (pitahaya con pulpa roja), mayor ante otras especies de cactus rojos como la tuna (Ochoa et al., 2012).

Su tonelaje antioxidante previene el envejecimiento adelantado, así como potencia la producción de colágeno, por lo que tiene múltiples usos del modo que calma complicaciones estomacales e intestinales, favorece a bajar los valores de presión arterial (Zorrilla et al., 2004).

2.2.6. POLIFENOLES TOTALES

Los polifenoles o compuestos fenólicos pueden ser desde ácidos fenólicos (estructura simple) hasta flavonoides (estructura compleja). Se destacan por sus propiedades benéficas sobre la salud, ayudando en la prevención y mejora de un sinnúmero de padecimientos tales como el cáncer, además se resalta la gran actividad antioxidante que poseen (Verona, Urcia y Paucar, 2020).

El fundamento es que depende de la capacidad del fenol para resistir con ingredientes oxidantes. Reactivo de Folin-Ciocalteu lleva molibdato también tungsteno sódico. Cualquier sustancia que reacciona por medio de algún fenol, creando un complejo fosfomolibdico-fosfotúngstico. La propagación de electrones a pH simple disminuye el complejo fosfomolibdico-fosfotúngstico a óxidos, los cromógenos tienen un color azul oscuro, el color es proporcional al número de grupos hidroxilo en la molécula (Chuquimia et al. 2008).

Cabe mencionar que el fruto de pitahaya presenta un elevado contenido en polifenoles totales (TPC) siendo de 45,31 mg de ácido gálico/100 ml de jugo (Ochoa et al., 2012), mientras que el cushuro deshidratado tiene 2.8 mg GAE/g de TPC (Fernández y Suyón, 2018), asimismo se reporta un valor de TPC de 0.22 mg GAE/100 g de cushuro fresco (Chavez, 2014). Es por ello que estos dos súper alimentos son ideales para incluir a la dieta por su gran aporte en compuestos fenólicos ofreciendo grandes beneficios para la salud.

2.2.7. CALIDAD SENSORIAL

Conjunto de atributos específicos que caracterizan las unidades individuales de un producto y son importantes para determinar la aceptabilidad de esta unidad por parte de los compradores (Utset, 2020).

Es importante mencionar que si bien la evaluación sensorial de un producto se realiza de forma subjetiva, es necesario tener en consideración los posibles errores que se podrían dar durante la prueba sensorial, los cuales son error de expectativa (información excesiva sobre el producto a evaluar), por estímulo (diferencias en el tamaño, color, forma y cantidad del producto a evaluar), y por contraste (entrega de muestras agradables y luego de menor agrado) (Ávila y González, 2011).

2.2.8. CALIDAD FISICOQUIMICA

La calidad físico química incluye una serie de requisitos, como el contenido de grasas, proteínas y sólidos disueltos totales, estos indicadores deben cumplir con las especificaciones de calidad estándar de NTP (pitahaya, cushuro). Sin embargo, estos parámetros pueden verse influenciados por factores genéticos, fisiológicos y ambientales, es la época del año la que influye tanto en el proceso de elaboración del producto que compondrá la bebida funcional como en sus ingredientes. (Martinez et. al., 2017).

Para una bebida funcional la calidad fisicoquímica es medida principalmente por los sólidos solubles totales (°Brix), acidez y pH, los cuales varían y dependen de la materia prima que es empleada para su elaboración

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIA PRIMA

Pitahaya amarilla y cushuro procedentes del Mercado La Perla.

La stevia fue adquirida del centro comercial Plaza vea.

3.2. MATERIALES

A. MATERIALES DE LABORATORIO

- Pera succionadora
- Pinzas de metal y de madera
- Crisoles de porcelana, marca Haldenwanger
- Balones de digestión para proteína marca Gerhardt.
- Pesa filtros, marca Witeg.
- Papel filtro Whatman #42, o Albet N° 150
- Mortero de porcelana con pistilo
- Campana desecadora conteniendo silica gel, marca Glaswerk
- Gradillas de acero inoxidable.
- Micropipetas digitales de 100 y 200 uL, marca Brand
- Espátula
- Jeringas desechables

B. REACTIVOS

Para determinar proteína cruda

- Ácido bórico al 4%
- Ácido Sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico 1N
- Rojo de metilo
- Etanol 95%
- Naranja de metilo
- Hidróxido de Sodio al 40%
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Sulfato de potasio anhidro

Para determinar contenido total de polifenoles

- Metanol HPLC
- Etanol HPLC
- Ácido Gálico
- Carbonato de Sodio
- Folin Ciocalteu 2N

Para determinar capacidad antioxidante

- Reactivo DPPH (2,2 – Difenil–1–Picrilhidrazilo)
- Reactivo trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)
- Etanol
- Metanol grado HPLC
- Agua destilada

Para determinar la acidez

- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleina

Para determinar contenido de grasa

- Éter de petróleo (40-60 °C)

Para determinar Fibra Dietética Total

- Kit Enzimático:
 - Proteasa: Actividad Enzimática, 8 U/mg enzima; pH, 5.5 – 10.0; Temperatura, 60°C.
 - α -amilasa: Actividad Enzimática, 3000 U/ml; pH, 5.5 – 10.0; Temperatura, 90°C.
 - Amiloglucosidasa: Actividad Enzimática, 3300 U/ml; pH, 5.5 – 10.0; Temperatura, 60°C.
- Buffer Fosfato 0.05 N, pH 6
- NaOH 0.275 N
- HCl 0.325 N
- Etanol 95%
- Etanol 78%
- Acetona
- Célite

C. MATERIALES DE VIDRIOS

- Buretas de 25 ml
- Placas Petri, marca Pyrex.
- Matraces Erlenmeyer de 125, 250 y 500 mL, marca Pyrex.
- Beakers de 100, 250, 500, 1000 y 2000 mL, marca Pyrex.
- Fiolas de 5,10, 25 y 100 mL, marca Pyrex.
- Vaso de precipitación de 500ml.
- Tubos de ensayo de 10 y 15 mL, en vidrio, marca Pyrex
- Pipetas graduadas de Pipetas graduadas de 1,5 y 5 ml.
- Probeta graduada de 200 mL. marca Pyrex.
- Viales de vidrio con tapa de 2.5 mL

D. EQUIPOS

- Estufa Eléctrica: P-selecta 209
- Balanza Analítica: Prease Gravimetrics AG 221LX
- Mufla Thermolync Subsidiary of SIBRON – Type 1300 Furnace
- Cocina eléctrica
- Kjeldahl
- Aparato de Extracción Soxhlet con sus respectivos balones
- Baño Ultrasónico
- Agitador Vortex
- Lector Multi-Modal de Microplacas Synergy H1- BioTek
- Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010
- Espectrofotómetro Jasco V670
- Digestor
- Refractómetro digital
- pH-metro marca Thermo Scientific
- Pulpeadora
- Licuadora industrial
- Pasteurizador de placas

3.3. PROCESO EXPERIMENTAL

3.3.1. PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PITAHAYA AMARILLA Y CUSHURO EDULCORADO CON STEVIA

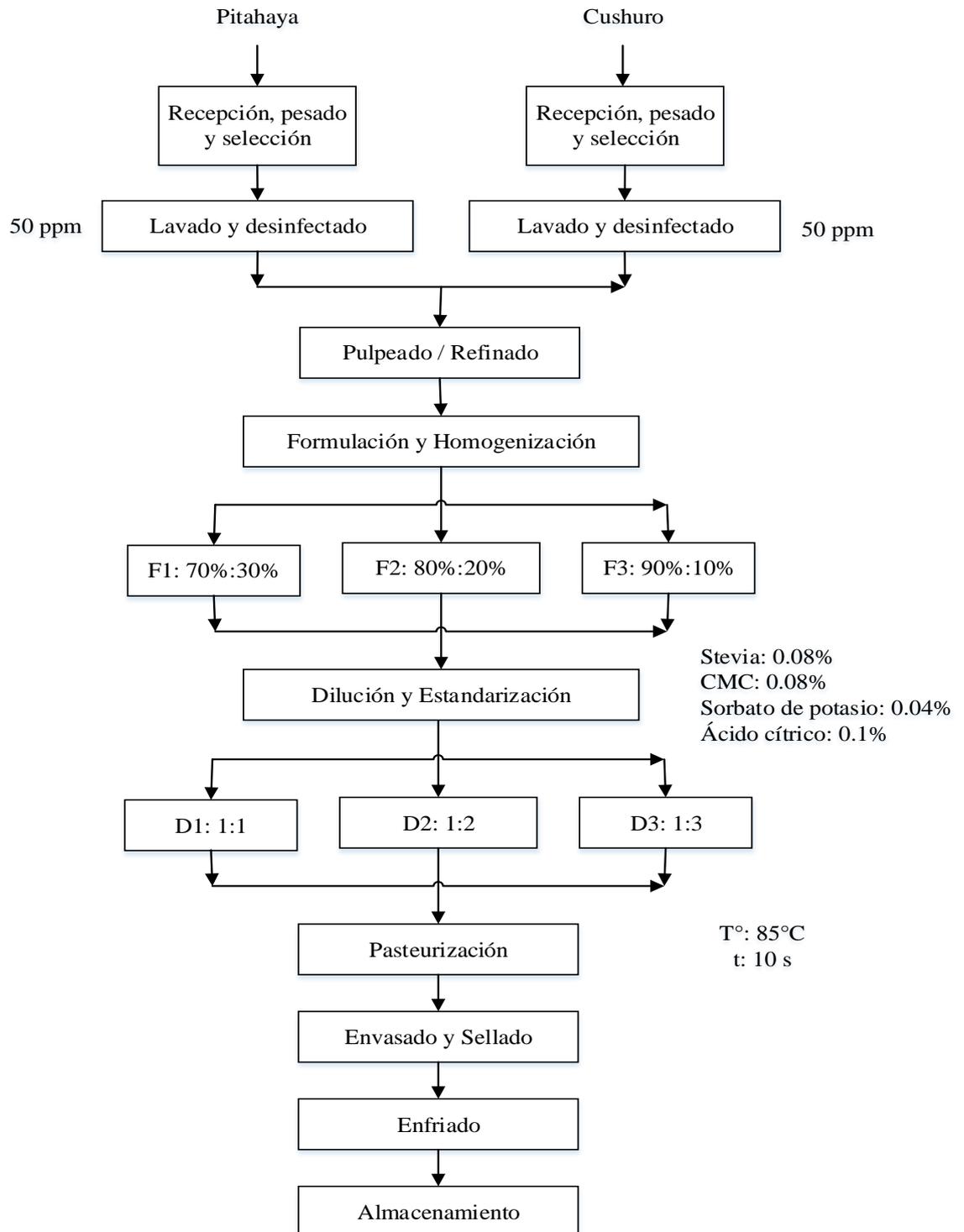


Figura 4: Diagrama de flujo para la formulación de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro

A continuación, detallo el flujo general de operaciones para la preparación de la bebida funcional a base de pitahaya y cushuro.

a. Recepción y pesado de materia prima

Está constituido en el ingreso de materia prima, es fundamental su determinación para hallar el rendimiento del proceso.

b. Selección y clasificación de materia prima

Para eliminar las frutas magulladas y dañadas, se realizará una selección y clasificación selectiva agrupando los frutos según el nivel de madurez, así como propiedades, basado en la coloración, esencia, textura, figura. A efectos del proceso, el tamaño del fruto es irrelevante a excepción del cushuro descartar los de menor tamaño.

c. Lavado y desinfección

Consiste en eliminar todas las partículas extrañas a la fruta. Esto se puede realizar por inmersión, agitación o aspersion, lavada la fruta se recomienda sumergirla en hipoclorito de sodio de 0.05%-0,2% de CLR (50 ppm) por el lapso de cinco minutos, o cualquier otro parecido que exista en el mercado.

d. Pelado

Las frutas son peladas extrayendo la cáscara de la pulpa, dicha labor se ejecuta en forma manual, con soda, agua caliente o con exposición al vapor.

e. Pulpeado y refinado

Se basa en sustraer la pulpa, aislando recubrimiento, semillas y fibras de la pitahaya, además obtenemos también la pulpa del cushuro con la pulpeadora.

f. Formulación y Estandarizado

Preparar la formulación en base a F1: 70%:30%; F2: 80%:20%; F3: 90%:10%), con dilución D1:1:1; D2:1:2; D3:1:3 para cada una de las formulaciones, de tal manera se identifique el gusto, esencia y pigmento característico sobre el fruto. Para ello agregar el edulcorante, estabilizante (CMC), preservante y regular acidez, pH, °brix.

g. Homogenización y/o Molienda coloidal

En esta operación se procede a estandarizar la mezcla, ya sea con licuadora o molino coloidal.

h. Pasteurización

Sometemos al jugo obtenido a un calor y periodo determinado, requiriendo del equipamiento a utilizar. Los néctares son pasteurizados a temperaturas inferiores a 90 °C, durante 30 segundos en el pasteurizador, con el fin de reducir agentes patógenos como: bacterias, protozoos, mohos, levaduras, etc. En este proceso suave, las particularidades organolépticas igual que el peso nutriente del alimento se conservan. La pasteurización de la bebida funcional se llevó a cabo a 85°C durante 10 s.

i. Envasado

Se usará frasco de botella de cristal, se debe hacer en caliente, a una temperatura no menor de 85 °C, cerrando el envase herméticamente, previamente esterilizados.

j. Enfriado

Deberá ser súbita para asegurar formación del vacío dentro del envase y conservar su calidad, registrando: °Brix, pH, vacío, control del sellado, recuento de bacterias mesófilas viables, recuento total de hongos, levaduras y análisis sensorial.

k. Etiquetado

Se procede a colocar las etiquetas previa limpieza del envase.

l. Almacenado

La bebida funcional es almacenada a temperatura ambiente, en un ambiente pulcro, frío y áspero, manteniendo aireación adecuada con el objetivo de garantizar la protección del producto en almacén.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTACION DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS

La información bibliográfica va a ser tomada a partir de trabajos de tesis y/o publicaciones en artículos científicos.

3.4.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA MATERIA PRIMA

a. Caracterización fisicoquímica

Las evaluaciones sobre creación proximal serán efectuadas de acuerdo con los métodos presentados por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Los análisis se realizarán por triplicado reportándose el promedio, expresados como porcentaje (100 g de muestra inicial):

- **Determinación de energía:** Se consideró la obtención de energía mediante el sistema Atwater, que establece un valor calórico aproximado de; 4 Kcal por gramo de Carbohidrato, 4 Kcal por gramo de Proteína y 9 Kcal por gramo de Grasa.
- **Proteína total** (Método AOAC 2001.11):
Se determina por la metodología semi-micro Kjeldahl, estableciendo la proporción de nitrógeno completo. El cual consta de tres etapas: Digestión, destilación y titulación.
- **Fibra dietética. Método gravimétrico** (A.O.A.C. 985.29, 2016)
Se basa en el peso del residuo después de la disolución química o enzimática de los componentes no fibrosos.
- **Polifenoles**
Se pesa 0.25 gr de muestra, se agrega 10 ml de solución metanol/agua acidificada 80:20 v/v a ph 2, agitar 30 minutos en agitador vortex o 15 minutos en baño ultrasonico , centrifugar a 3500 rpm por 10 minutos, se separa el sobrenadante (A) , al residuo nuevamente agregar 10 ml de solución metanol/agua acidificada 80:20 v/v a pH 2 agitar 30 minutos en agitador vortex o 15 minutos en baño ultrasonico , centrifugar a 3500 rpm por 10 minutos, separar sobrenadante (B), combinar los sobrenadantes A y B y realizar la determinación de polifenoles totales.

Para hacer la curva estándar se utilizó ácido gálico. Para ello se debe realizar soluciones (Vol. 1250 ul) a partir de la solución madre de ácido gálico (450ug/ml). Primero se colocará el ácido gálico en viales, agregar Folin-Ciocalteu agitar y dejar reposar por 5 minutos, luego agregar el Na₂CO₃ y el agua destilada, dejar las muestras reposar en un ambiente oscuro durante 2 horas. Posteriormente se coloca 200 ul de cada solución en los pocillos de la microplaca y leer la absorbancia a 739 nm.

Para la determinación del contenido de fenólicos totales. De la muestra, se llevará 500 ul a un vial, agregar 50 ul de Folin-Ciocalteu agitar y dejar reposar por 5 minutos, luego agregar 100 ul de Na₂CO₃ y 800 ul de agua destilada, dejar las muestras en reposo en un ambiente oscuro por 1.5 horas. Posteriormente se colocará 200 ul de cada muestra en los pocillos de la microplaca y leer la absorbancia a 739 nm. Se hará por duplicado (Solorzano y Ponce, 2023).

El contenido de polifenoles se expresó como mg de ácido gálico en 100 g de muestra de pitahaya o cushuro según corresponda.

- **Minerales Magnesio, Calcio, Fósforo y Hierro.** (AOAC 985.35)

3.4.2. ANALISIS DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Los procedimientos para el análisis de la bebida funcional son las mismas detalladas líneas arriba:

- a. Proteína total (Método AOAC 2001.11)**
- b. Polifenoles totales (Solorzano y Ponce, 2023)**
- c. Minerales Magnesio, Calcio, Fósforo y Hierro. (AOAC 985.35)**

3.4.3. CÁLCULO DE PARÁMETROS SENSORIALES

El propósito de esta evaluación será determinar el nivel de agrado sensorial de los panelistas evaluadores de manera significativa ($p \leq 0.05$). A fin de realizar estas evaluaciones, emplearemos una escala hedónica de 9 puntos, utilizando 100 panelistas. El documento de evaluación se adjunta en Anexo 1.

3.4.4. DETERMINACION DE VIDA ÚTIL

El cálculo del tiempo de vida útil se efectuará mediante la siguiente metodología matemática, en el cual a partir de la ecuación obtenida por la cinética de deterioro de alimentos que generalmente corresponde al modelo de orden cero, siendo la ecuación:

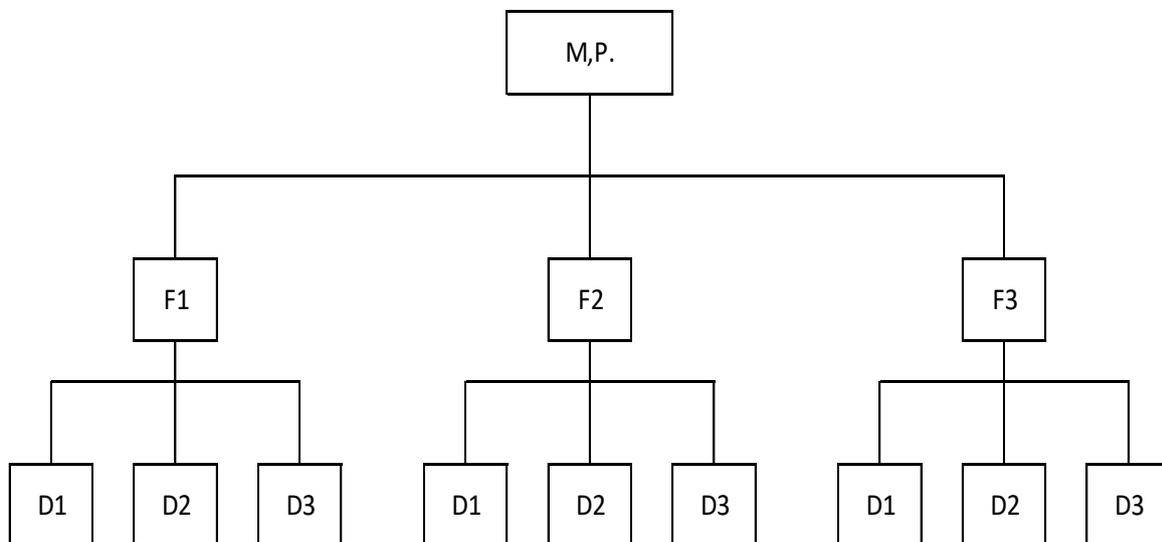
$$y=b_0-b_1x$$

b_0 : Intercepto

b_1 : pendiente

Tiempo de vida útil = (Limite de aceptabilidad - intercepto)/ pendiente

3.4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL



Nota: F1: 70%:30%; F2: 80%:20%; F3: 90%:10% y D1:1:1; D2:1:2; D3:1:3

Figura 5: *Diagrama del diseño experimental para obtener una bebida funcional óptima a base de pitahaya y cushuro.*

Tabla 7: *Plan de prueba nominal para el diseño experimental Factorial*

Tratamiento	Variables Codificadas		Valores reales	
	F (%)	D (mL:mL)	F (%)	D (mL:mL)
1	-1	-1	70	1
2	0	-1	80	1
3	1	-1	90	1
4	-1	0	70	2
5	0	0	80	2
6	1	0	90	2
7	-1	1	70	3
8	0	1	80	3
9	1	1	90	3

a. Diseño estadístico

Se utilizará el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II con el propósito de establecer el efecto de las variables independientes, calcularemos el coeficiente de regresión (R^2), el análisis de varianza (ANOVA), a un índice de importancia del 5%. Con respecto a precisar el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial, se estima un estudio sensitivo fundamentado en la presentación hedónico, empleado a 100 panelistas.

Se analizará a partir de los resultados mediante un diseño factorial, utilizando el orden factorial de 3 x 3, dando un total de 9 ensayos con análisis por duplicado.

Tabla 8: *Factor A.- Formulación o concentración de pitahaya y cushuro*

Formulación	Pitahaya (%)	Cushuro (%)
F1 (-1)	70	30
F2 (0)	80	20
F3 (1)	90	10

Nota: Fi: Formulación en el nivel “i”

Tabla 9: *Factor B.- Dilución de pulpa de pitahaya y cushuro en agua*

Dilución	Pulpa : Agua
<i>D1 (-1)</i>	<i>1 : 1</i>
<i>D2 (0)</i>	<i>1 : 2</i>
<i>D3 (1)</i>	<i>1 : 3</i>

Nota: Dj: Dilución en el nivel “j”

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA DE LA PITAHAYA

Con la finalidad de poder verificar el aporte nutricional de la pitahaya amarilla a la bebida funcional elaborada, se han determinado los componentes principales de ésta, siendo estos detallados en la Tabla 10.

Tabla 10: *Componentes fisicoquímicos de 100gr de pitahaya amarilla.*

Factor Nutricional	Cantidades
Energía	50 kcal
Proteínas	0,5 ± 0.04g
Fibra dietética	3,3 ± 0.05 g
Polifenoles (mg de GAE por 100 gr de m.s)	97,31 ± 0.57 mg
Magnesio	28 ± 0.39 mg
Calcio	16,10 ± 0.28 mg
Fósforo	26 ± 0.46 mg
Hierro	0,3 ± 0.36 mg

Las calorías representan una forma de identificar la cantidad de energía que nos aporta un alimento, como las frutas. Los alimentos están compuestos por proteína, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y agua, cada uno de los cuales aporta su propia cantidad de energía, por ejemplo, los carbohidratos y las proteínas producen 4 kilocalorías, al contrario de las grasas que producen 9 kilocalorías, por gramo de nutriente (como se citó en Carreño, 2018).

Si comparamos el aporte de energía de la pitahaya amarilla con otras frutas como el banano (89 Kcal), chirimoya (74 Kcal), coco (354 Kcal), durazno (74 Kcal), granadilla (94 Kcal), mango (59 Kcal), manzana (67 Kcal), uva (67 Kcal), etc. podemos apreciar su inferioridad (INCAP/ OPS, 2012).

Los nutrientes energéticos están compuestos por los carbohidratos, la grasa, la proteína y el alcohol, 1gr de de cada uno equivale a 4,9,4 y 7

Kilocalorías respectivamente, el agua, la fibra, las vitaminas y los minerales no proporcionan kilocalorías (como se citó en Barra y León, 2020).

Se ha reportado 36 Kcal presentes en pitahaya roja (*Hylocereus megalanthus*) (como se citó en Apolinario y Romero, 2022). siendo este valor inferior en comparación al contenido de calorías (50 Kcal) de la pitahaya amarilla. Adicional a ello, en la investigación realizada por Camarena, Chavez, David, Martinez y Orellana (2019) se citó un valor igual al determinado en esta investigación, en donde se estima que la pitahaya amarilla contiene 50Kcal.

Por otro lado, se identificaron valores similares de pulpa de pitahaya amarilla según lo citado por Camarena, Chávez, David, Martínez y Orellana (2019) en donde se reportó 10mg de calcio, 16mg de fósforo, 0.3mg de hierro y 0.4g de proteínas.

Como se citó en Apolinario y Romero, 2022 el contenido de fibra de la pulpa de pitahaya es de 3gr, siendo este valor reportado cercano al obtenido en la presente investigación (3.3 gr).

Asimismo, se han reportado valores similares de los componentes de la Tabla 10 en lo citado por Morocho (2021), proteína (0.5gr), fibra dietética (3.3gr), calcio (26mg), hierro (0.2mg) y fósforo (26mg), siendo el contenido de calcio el valor que presenta un contenido superior al reportado en la Tabla 10 (16.10mg).

Podemos destacar las propiedades nutricionales de la pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus*), como por ejemplo su contenido de calcio (16,10 mg) el cual es superior en comparación a frutas como la granadilla (10mg) y pera (6mg), por otro lado, el contenido de polifenoles de la pitahaya amarilla es destacada. En la investigación realizada por Villareal (2021) se ha citado que el contenido de polifenoles es de 77.6 mg de GAE por 100 gr de materia seca, el cual contrastado con el obtenido (97,31 mg de GAE por 100 gr de materia seca), identificando superioridad de este último al reportado por el autor. Se citó además que los flavonoides son unos de los compuestos fenólicos presentes en la pitahaya amarilla, y estos

son de origen vegetal que se encuentran en las frutas, estos son capaces de inhibir el estrés oxidativo causado por los radicales libres. La diferencia en el contenido de polifenoles presenta diversos factores, uno de ellos el estado de madurez de la fruta, se citó en Villareal (2021) que cuando la fruta llega a su madurez fisiológica, los polifenoles finalizan su actividad preservadora y comienzan a disminuir.

La pitahaya es una fruta exótica, presenta un agradable sabor y apariencia, además de excelentes propiedades nutritivas, adicional a su consumo como fruta, esta también puede ser usada como materia prima en la elaboración de productos industrializados, como bebida funcional, yogurt, etc. (como se citó en Villareal, 2021).

4.1.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL CUSHURO

El cushuro es sin duda uno de los productos procedentes de lagunas más nutritivos que se ha obtenido. De esta manera, con la finalidad de determinar el aporte nutricional del cushuro, se detalla en la Tabla 10 los componentes principales de este.

Tabla 11: Componentes físicoquímicos de 100gr del cushuro fresco.

Factor Nutricional	Cantidades
Energía (Kcal)	242 kcal
Proteínas	0.72 ± 0.04 g
Calcio	147 ± 0.45 mg
Hierro	83,6 ± 0.36 mg
Polifenoles	5,48 ± 0.47 mg
Fósforo	64 ± 0.53 mg

El *Nostoc Sphaericum* (cushuro) es sin duda un alimento con gran aporte nutricional, todas sus variedades poseen un alto valor proteico y aporta la mayoría de los aminoácidos esenciales. Otras de sus cualidades es que se digiere fácilmente, ya que no posee celulosa en su pared celular, de esta manera el cuerpo humano puede asimilar y captar la mayor cantidad de nutrientes posibles (Capcha, Naventa, Rios y Sisa, 2020)

El cushuro posee alrededor de 320.4Kcal, así como 30gr de proteína, 145mg de calcio, 83.6 mg de hierro, y 64mg de fósforo (como se citó en (Corpus A. , y otros, Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales, 2021).

Al realizar una comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación (Tabla 11), podemos identificar que estos se asemejan y son cercanos en todos los componentes de cushuro.

El cushuro posee una alta concentración de proteínas, superando incluso a productos como la carne y el pescado, además posee el doble del contenido de proteínas de granos como la kiwicha y la quinua (ANDINA, 2020)

Esta alga posee además más calcio que la leche y más hierro que las lentejas. Las diversas características nutricionales del cushuro lo hacen un superalimento, otra de las propiedades del cushuro es que desintoxica el organismo y proporciona de colágeno a la piel, así mismo, fortalece el cabello (ANDINA, 2020).

La incorporación del cushuro, como ingrediente dentro de productos como, cupcakes, barras energéticas, pan, bebida funcional, sopas instantáneas, etc sin duda alguna repercutirá en un incremento significativo en los componentes nutricionales de tales productos, por ello es importante y fundamental realizar diferentes investigaciones que nos proporcionen los parámetros en los cuales puede darse esta incorporación, de tal manera que este posea el mayor valor nutricional y a la vez sea aceptado sensorialmente.

4.2. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Tabla 12: Componentes físicoquímicos de los diferentes tratamiento de bebidas funcionales elaboradas con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia..

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	PROTEINA (g/100g)	POLIFENOLES (mgGAE/100g)	CALCIO (mg/100g)	FÓSFORO (mg/100g)	HIERRO (mg/100g)	MAGNESIO (mg/100g)
	%	%							
	PITAHAYA	CUSHURO							
1	70	30	1 : 1	0.70 ± 0.06	69.76 ± 0.41	55.37 ± 0.26	37.40 ± 0.45	25.29 ± 0.38	34.95 ± 0.69
2	80	20	1 : 1	0.63 ± 0.04	78.94 ± 0.47	42.28 ± 0.44	33.60 ± 0.46	16.96 ± 0.32	32.63 ± 0.35
3	90	10	1 : 1	0.57 ± 0.04	88.13 ± 0.53	29.19 ± 0.45	29.80 ± 0.52	8.60 ± 0.41	30.32 ± 0.39
4	70	30	1 : 2	0.23 ± 0.04	23.25 ± 0.47	18.45 ± 0.44	12.46 ± 0.46	8.43 ± 0.32	11.65 ± 0.35
5	80	20	1 : 2	0.21 ± 0.04	26.31 ± 0.48	14.09 ± 0.46	11.20 ± 0.43	5.65 ± 0.31	10.88 ± 0.39
6	90	10	1 : 2	0.19 ± 0.04	29.38 ± 0.52	9.73 ± 0.45	9.93 ± 0.53	2.87 ± 0.41	10.11 ± 0.38
7	70	30	1 : 3	0.15 ± 0.06	15.50 ± 0.53	12.30 ± 0.45	8.31 ± 0.52	5.62 ± 0.41	7.77 ± 0.39
8	80	20	1 : 3	0.14 ± 0.04	17.54 ± 0.47	9.39 ± 0.49	7.47 ± 0.48	3.77 ± 0.34	7.25 ± 0.37
9	90	10	1 : 3	0.13 ± 0.04	19.58 ± 0.51	6.49 ± 0.40	6.62 ± 0.50	1.91 ± 0.43	6.74 ± 0.28

4.2.1. EVALUACIÓN DE PROTEÍNA EN LA BEBIDA FUNCIONAL

Los resultados obtenidos de la determinación del contenido de proteínas (%) de la bebida funcional elaborada con pitahaya amarilla, cushuro y edulcorada con Stevia, se encuentran descritos en la Tabla 13.

Tabla 13: *Contenido de proteínas (g/100gr) de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorado con Stevia.*

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	PROTEINA (g/100g)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	0.70 ± 0.06
2	80	20	1 : 1	0.63 ± 0.04
3	90	10	1 : 1	0.57 ± 0.04
4	70	30	1 : 2	0.23 ± 0.04
5	80	20	1 : 2	0.21 ± 0.04
6	90	10	1 : 2	0.19 ± 0.04
7	70	30	1 : 3	0.15 ± 0.06
8	80	20	1 : 3	0.14 ± 0.04
9	90	10	1 : 3	0.13 ± 0.04

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Los resultados mostrados en la tabla 13 identifican que el tratamiento con mayor contenido de proteína (gr/100gr o %) es el elaborado con 70% de pitahaya y 30% de cushuro a una dilución de pulpa y agua de 1:1, siendo este de 0.70 ± 0.06 , como se puede identificar esta formulación presenta el mayor contenido de cushuro (%) sustituido y el menor % de pitahaya reemplazada así como la menor dilución (1pulpa : 1 agua), por lo que se puede inferir en primera instancia el efecto de la sustitución de cushuro dentro de la formulación, no obstante es importante analizar el efecto estadístico para confirmar si este efecto es significativo o no, dado que como se muestra en la Tabla 13, los valores de proteína no son muy cercanos unos a otros.

Por otro lado, la formulación con menor contenido de proteínas (g/100gr) es la conformada por 90% de pitahaya y 10% de cushuro, en sus 3 diluciones ejecutadas (1:1, 1:2 y 1:3). Dentro de estas formulaciones se descarta el hecho de que contiene el menor % de sustitución de cushuro, no obstante, es necesario un análisis estadístico que confirme el efecto del % de cushuro dentro de su composición como ingrediente de la bebida funcional.

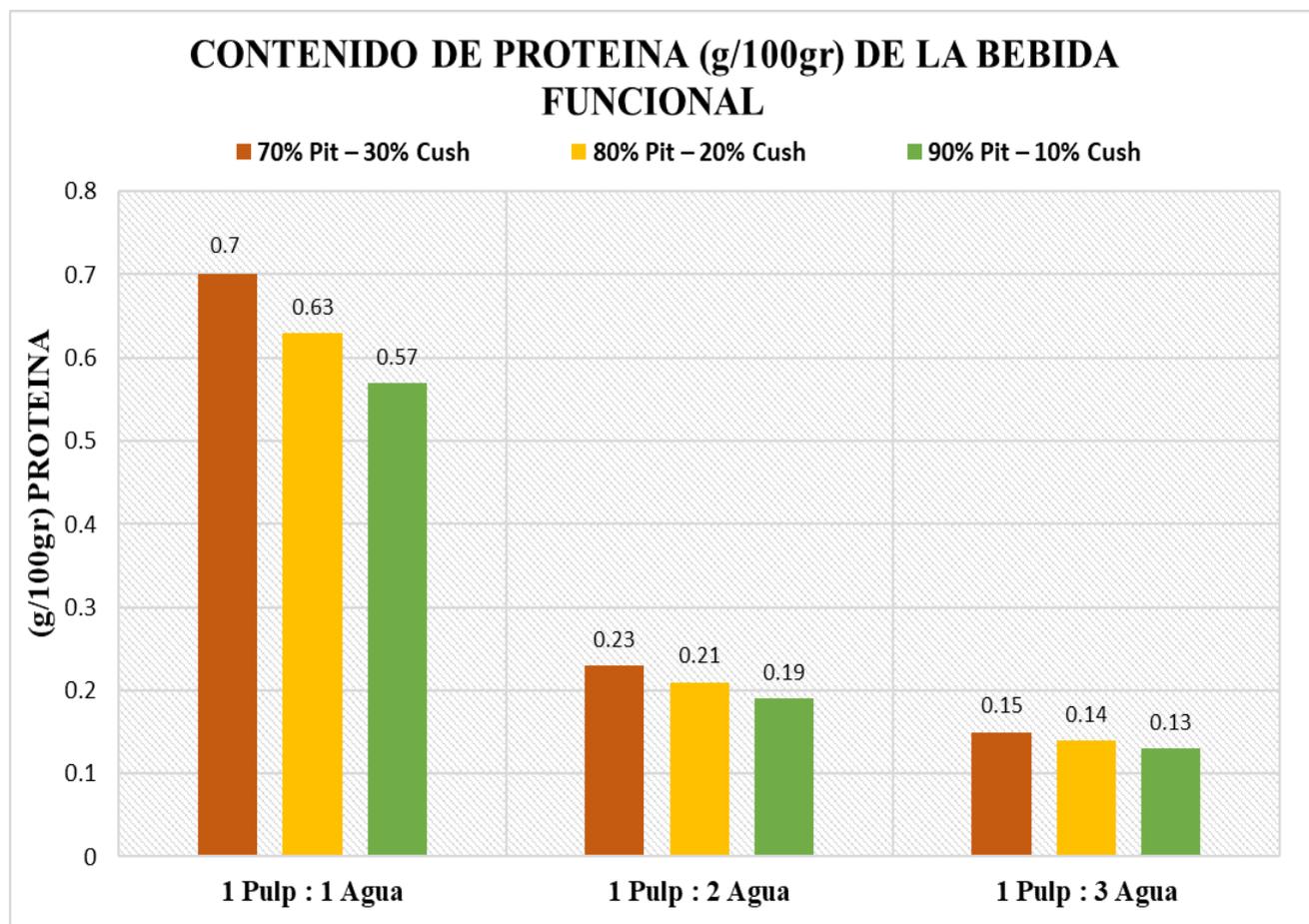


Figura 6: *Contenido de proteína (g/100gr) de la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.*

La figura 6 describe gráficamente el comportamiento del contenido de proteína respecto al % de cushuro y pitahaya presente en la mezcla, así como de los 3 tipos de diluciones realizadas. Se aprecia que, respecto a las diluciones, el contenido de proteína es similar en cada caso, no obstante, si se verifica el efecto del contenido de proteína cuando hay una mayor presencia (%) de cushuro en la formulación.

El cushuro posee una alta concentración de proteínas, superando incluso a

productos como la carne y el pescado, además posee el doble del contenido de proteínas de granos como la kiwicha y la quinua (ANDINA, 2020). Esta alga además posee aproximadamente 30% de proteína, además de poseer una cantidad de aminoácidos muy importante, dado que el 44% son aminoácidos esenciales para el ser humano (como se citó en Diaz y Espinoza, 2022).

Por otro lado, el % de proteína que posee la pitahaya amarilla es bajo entre 0.159% y 0.29% (como se citó en la investigación realizada por (Ayala, 2021), por lo que podemos confirmar que el comportamiento del contenido de proteínas se vincula directamente con el % de cushuro presente en la mezcla.

Tabla 14: *Análisis de varianza para el contenido de Proteína (gr/100gr) de la bebida funcional a base de cushuro, pitahaya y edulcorante de Stevia.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACION	0.0229556	2	0.0114778	187.82	0.0001
B: DILUCIÓN	0.0000222222	2	0.0000111111	0.18	0.8403
RESIDUOS	0.000244444	4	0.0000611111		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0232222	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de la tabla ANOVA ayuda estadísticamente a explicar si la variabilidad en el contenido de proteína (gr/100 gr o %) de la bebida funcional están relacionados con la variación de las formulaciones (%) y las diluciones, y si estas son estadísticamente significativas al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

La tabla 14 identifica que sólo para A: % de formulación existen valores estadísticamente significativos (menos de 0,05, el nivel de confianza es del 95,0%). Esto significa que no se encontró ningún efecto significativo en términos de dilución, y este fue sólo entre las concentraciones utilizadas de cushuro y pitahaya amarilla.

Para este componente (proteína), los resultados obtenidos de la evaluación muestran la bebida funcional a base de pitahaya y cushuro es muy nutritiva. Por ello, el Tratamiento 1 (70% pitahaya y 30% de cushuro) presentó un contenido de 0.69 ± 0.06 g de proteínas por cada 100 g de producto. Siendo el tratamiento con un mayor contenido de proteínas con referencia a los demás tratamientos.

Además, este valor presentado es superior en comparación con (Rojas, 2020) que en su elaboración de bebida energética de pulpa de pitahaya y chirimoya presentó un 0.53 g de proteína, inferior a los resultados obtenido en este estudio, esta diferencia podría estar relacionada con el complemento del producto para la obtención de la bebida, puesto que usaron chirimoya.

Por otro lado, en la investigación realizada por Quispe y Ramos (2022) elaboraron una bebida elaborada con cushuro, carambola y espirulina, la cual presentó 2.9 g% de proteína, obteniendo una bebida con beneficios nutricionales y funcionales, que mejoraron la calidad de vida de los niños, siendo determinada como una bebida hipocalórica. Por tanto, se puede resaltar que el cushuro es un valioso nutriente que aporta proteínas y calcio a la comida andina.

Por tanto, se puede observar que la bebida funcional con 30% de cushuro y 70% de pitahaya presentó el mayor contenido de proteínas en comparación con las otras concentraciones, siendo este factor significativo en el contenido de proteínas (gr/100gr), por lo que su incremento o disminución dentro de la formulación, repercutirá directamente en el contenido de proteínas, adicional a ello es importante evaluar en conjunto el nivel de aceptabilidad de la bebida funcional de acuerdo a los % de cushuro y % de pitahaya amarilla que conforman la bebida.

Esto se debe tener en cuenta, puesto que los investigadores coinciden en que las bebidas funcionales son alimentos integrales que pueden aportar beneficios para la salud más allá de la nutrición básica. Cabe resaltar que todas las bebidas ayudan con la hidratación, pero algunas también aportan nutrientes importantes, ingredientes funcionales que promueven la salud o, en algunos casos, reducen el riesgo de ciertas enfermedades cuando se

consumen como parte de una dieta saludable.

Debido a esto, las bebidas funcionales tienen beneficios para la salud y el cuidado personal; pueden tener funciones naturales o pueden tener añadidos suplementos nutricionales como calcio, omegas, proteína, fibra, prebióticos, probióticos, L-carnitina, polifenoles, vitaminas, minerales y otros componentes que aportan funciones específicas (Fernandez F. , 2018).

Cabe resaltar, que la proteína es una parte muy importante de una dieta saludable para las personas. En cuanto a la proteína de alta calidad, entre el 8% y el 10% del total de calorías en forma de proteína pueden satisfacer las necesidades de la mayoría de las personas (Barra y León, 2020).

Por otro lado, no se ha identificado diferencia estadística significativa entre las diluciones realizadas de Pulpa y Agua, lo cual indicaría que no hay efecto de las diluciones, ya sean estas 1:1, 1:2 o 1:3, para el contenido de proteína (gr/100gr), en conclusión, se puede afirmar que la adición de agua a la mezcla no influye en el contenido de proteínas de la bebida funcional.

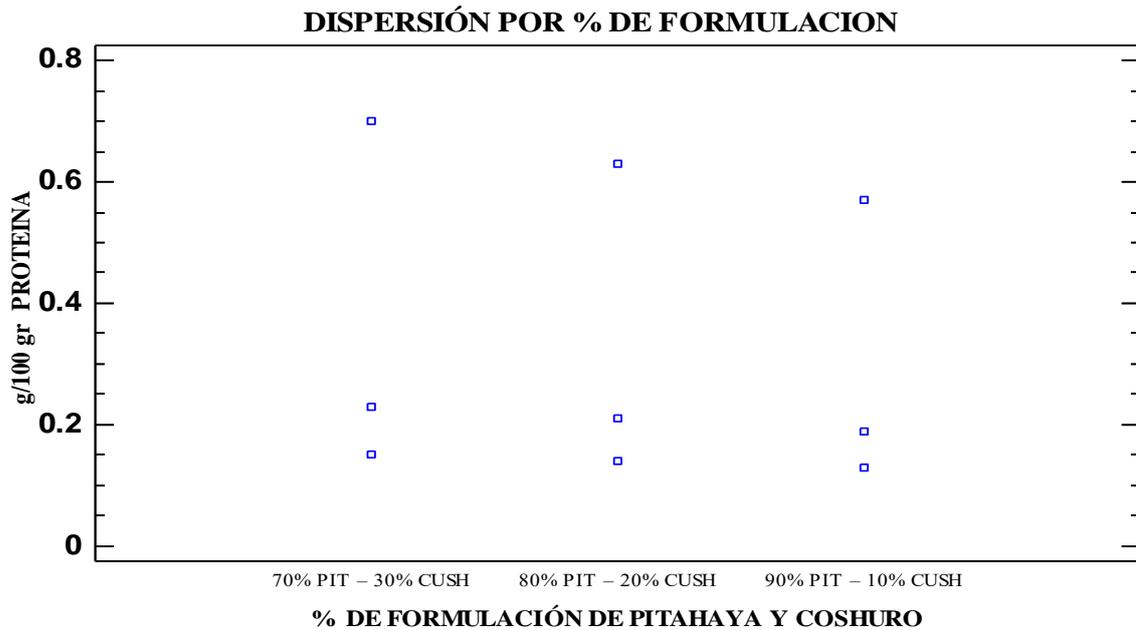


Figura 7: Gráfica de dispersión del contenido de Proteína (g/100gr) por % de Formulación en la elaboración de bebida funcional edulcorado con Stevia.

En el diagrama de dispersión se aprecia el contenido de Proteína (g/100gr) para cada formulación elaborada (70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro), en ella se aprecia

un mayor contenido de proteína (0.7gr/100gr), a la formulación con mayor contenido de cushuro (30%). Así mismo, se parecía cómo este contenido disminuye cuando la mezcla de la formulación contiene menos % de cushuro, lo cual nos confirmaría el efecto directamente proporcional que posee el % de cushuro en la mezcla de la bebida funcional edulcorada con Stevia. Del mismo modo, se verifica que el % de Pitahaya en la mezcla posee un efecto negativo en el contenido de proteína (g/100gr).

Para identificar los pares de medias de las formulaciones que son significativamente diferentes entre sí. Para ello, probamos la Prueba de Rango Múltiple, determinando mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con una tasa de error del 5%.

Tabla 15: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Proteína (gr/100g) en bebidas funcionales edulcorada con Stevia, elaborada con cushuro y pitahaya amarilla.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	0.0533333	0.0177217
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	0.1233333	0.0177217
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	0.07	0.0177217

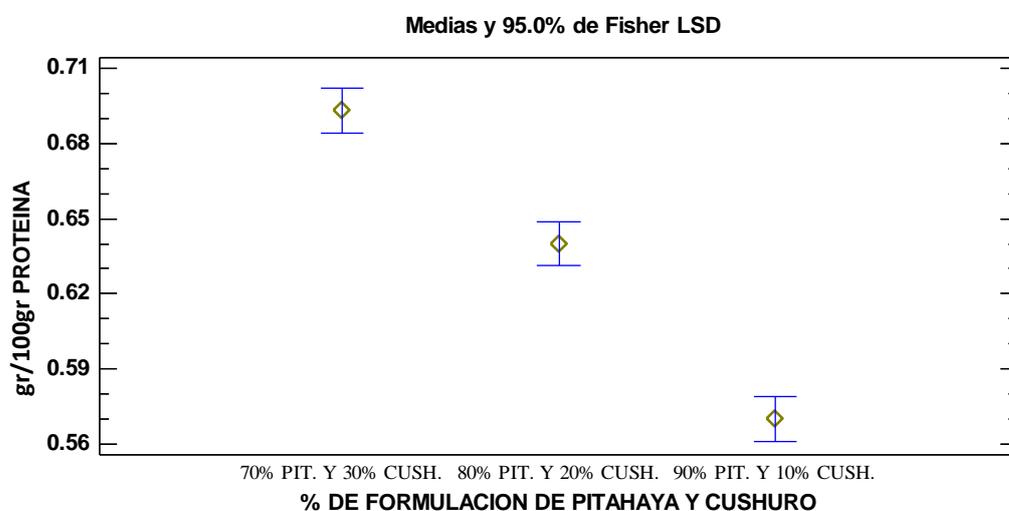


Figura 8: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de proteínas (g/100g) en la elaboración de bebida función edulcorada con Stevia.

En la Tabla 15 y la Figura 8 se muestra que, al comparar las medias obtenidas, por formulación, en el contenido de Proteína (g/100gr), existen diferencias significativas entre si de las tres formulaciones: 70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro. Se estima una mayor diferencia significativa entre los límites superiores e inferiores, y se establece que el contenido de proteína está directamente relacionado con el contenido de cushuro (%) presente en la mezcla. De esta manera, se concluye que la formulación que proporcionó un mayor contenido de proteínas (0.7gr/100gr) fue el que contenía 70% Pitahaya – 30% Cushuro.

Santiago (2018) determinó en su investigación, en donde elaboró un néctar de piña con cushuro liofilizado como estabilizante, un valor de contenido de proteína de 1.05% (2gr de cushuro liofilizado por Lt de zumo de piña) un contenido inferior al determinado en la bebida funcional de cushuro con pitahaya y edulcorado con Stevia, no obstante, representa una contribución positiva dado que, néctares comerciales de diferentes marcas como la de Frugos no presentan dentro de su composición nutricional algún contenido de proteínas (ver anexo 2), sin embargo, la incorporación mínima de cushuro proporciona un incremento en el contenido de proteínas (gr/100gr) y la convierten en una bebida funcional, puesto que el cushuro y pitahaya presentan diversas propiedades nutricionales para el organismo.

Por otro lado, Enríquez (2022), en la elaboración de una bebida funcional de malta y pulpa de pitahaya, obtuvo 8.53% de proteína por cada 100g de producto, esto resulta importante de destacar dado que si bien es cierto en la figura 8 se aprecia que a medida que se incrementa el contenido de pulpa de pitahaya en la mezcla el contenido de proteína disminuye, esto está vinculado directamente con el efecto del cushuro y su presencia en la mezcla, pero ello no exime del aporte en proteínas que aporta la pitahaya amarilla.

Se ha identificado en lo citado por Pillaca (2020), que el contenido en una bebida funcional elaborada con tuna y edulcorada con Stevia obtuvo 0.63% de proteína, valor ligeramente inferior (0.73gr/100gr o %) a la bebida funcional de la presente investigación, la cual lo convierte en una

nueva y novedosa alternativa fuente de nutrientes.

Podemos comprobar de esta manera, que el cushuro es un alimento que según análisis químicos proximales es rico en componentes como las proteínas y sin duda puede ser una excelente alternativa nutricional (Venegas, 2021).

4.2.2. EVALUACIÓN DE POLIFENOLES EN LA BEBIDA FUNCIONAL

Los resultados descritos en la Tabla 16, muestran la estimación del contenido de polifenoles totales obtenidos por cada tratamiento en la bebida funcional elaborada con cushuro y pitahaya y edulcorada con Stevia.

Tabla 16: Contenido de Polifenoles (mg GAE/100gr) en los diferentes tratamientos de bebida funcional.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	POLIFENOLES (GAE mg/100gr)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	69.76 ± 0.41
2	80	20	1 : 1	78.94 ± 0.47
3	90	10	1 : 1	88.13 ± 0.53
4	70	30	1 : 2	23.25 ± 0.47
5	80	20	1 : 2	26.31 ± 0.48
6	90	10	1 : 2	29.38 ± 0.52
7	70	30	1 : 3	15.50 ± 0.53
8	80	20	1 : 3	17.54 ± 0.47
9	90	10	1 : 3	19.58 ± 0.51

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

La tabla 16 identifica que el Tratamiento 1, Tratamiento 4 y Tratamiento 7 (69.76 mg de ácido gálico/100 g, 23.25 mg GAE/100 g y 15.50 mg de GAE/100 g) tienen el contenido promedio de polifenoles totales más bajos Respecto a la dilución de 1 en 1. Esto está atribuido a un menor % de pulpa de pitahaya en la mezcla aun considerando 3 tipos de diluciones, por lo que se puede identificar el efecto directamente proporcional del contenido

de pitahaya en el contenido de polifenoles.

Mientras que el Tratamiento 3 (88.13 mg GAE/100 g) tiene el contenido total más alto de polifenoles dentro de la composición de la bebida funcional de pitahaya y cushuro, no obstante, es importante destacar que este valor se asemeja a los obtenidos con las mismas concentraciones (90% pitahaya y 10% cushuro), pero en diferentes diluciones (1:1, 1:2, 1:3), lo cual corrobora la influencia o efecto que posee la pitahaya en la bebida funcional, pero es fundamental determinar si este efecto es estadísticamente significativo o no.

Debemos tener en cuenta, que llevar una dieta rica en polifenoles reduce el riesgo de enfermedades degenerativas. En particular, se ha demostrado que protege los lípidos séricos de la oxidación, que es clave para el desarrollo de la aterosclerosis. Al proteger el ADN del daño oxidativo, los polifenoles pueden interferir con varios pasos que conducen al desarrollo del cáncer. Daño que desactiva carcinógenos. En el grupo de los polifenoles, los flavonoides muestran la mayor capacidad antioxidante (Fernandez F. , 2018).

En la investigación de Zapata (2021) se describe la determinación de polifenoles totales en la preparación de bebida funcional de jarabe de yacón y jugo de pitahaya, y en ella se demostró que la concentración de polifenoles totales, utilizando el método Folin-Ciocalteu, en la bebida funcional fue de 98.01565 ± 1.7790 mg GAE/100gr, esta cantidad fue superior a los 42.500 ± 0.07559 mg GAE/100gr reportados para la elaboración de una bebida funcional de extracto cola de caballo y maíz morado edulcorado con Stevia de (Romero, 2019). Estos valores reportados permitieron comparar que la bebida funcional de pitahaya y cushuro se encuentra entre los valores, con un contenido de 88.33 mg GAE/100 g. Por tanto, este parámetro lo define como un excelente antioxidante, es decir consumiendo 500 ml al día de la bebida, ésta aportará el 75% de la dosis diaria recomendada de polifenoles. Este atributo lo define como un excelente antioxidante.

Como se puede observar en la Tabla 16, el Tratamiento 7 (15.50 ± 0.53 mg GAE/100g) tiene el contenido de polifenoles totales más bajo, mientras

que el Tratamiento 3 (88.13 ± 0.53 mg GAE/100 g) posee el contenido de polifenoles totales más alto en la composición de la bebida funcional de cushuro y pitahaya, edulcorado con Stevia.

El contenido de polifenoles totales de las bebidas funcionales analizadas en nuestro estudio resultó ser inferior al rango reportado por (Enriquez, 2022), quien cuantificó la concentración de polifenoles totales en la bebida funcional de la cascarilla de cacao, el cual fue superior al valor reportado 104.03 mg GAE/100gr, no obstante, resulta ser una alternativa viable de elaboración puesto que las propiedades nutricionales de la pitahaya y cushuro lo complementan y convierten en una bebida funcional innovadora.

El siguiente gráfico muestra que la bebida funcional elaborada con 90% de pitahaya y 10% de cushuro logró el mayor porcentaje promedio de polifenoles totales con un valor máximo de 88.13 mg GAE/100g, mientras que la bebida funcional elaborada con 70% de pitahaya y 30% de cushuro tuvo el menor porcentaje promedio de polifenoles totales con un valor mínimo de 15.50 mg GAE/100g.

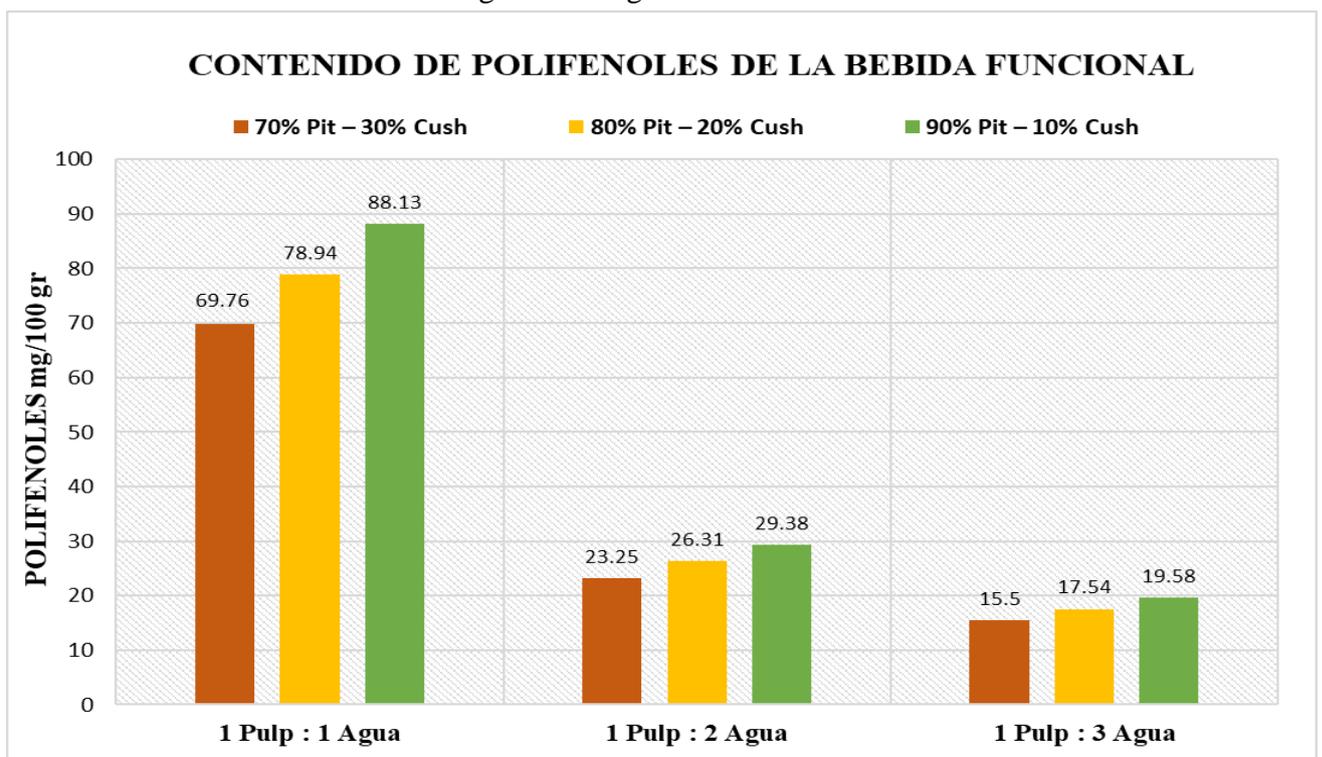


Figura 9: *Contenido de polifenoles (mg GAE/100gr) de una bebida funcional óptima a base de pitahaya y cushuro y edulcorada con Stevia.*

Se puede observar gráficamente que, la bebida funcional con 90% de pitahaya y 10% de cushuro presentó el mayor contenido de polifenoles totales en comparación con las otras formulaciones.

Podemos destacar de esta manera a los polifenoles son una parte integral de la dieta humana y se consideran compuestos bioactivos más que nutrientes (Fernandez F. , 2018). Debido a esto, el análisis del contenido de compuestos polifenólicos en los alimentos es muy importante porque estos compuestos tienen varias actividades biológicas y son considerados uno de los fitoquímicos más importantes en los alimentos debido a su amplia actividad biológica (Verona et.al., 2020).

Un estudio realizado por Loza e Inga (2018) demostró que el contenido de polifenoles en una bebida funcional elaborada a partir de cascarilla de cacao presenta 104,03 mg de GAE/100 gr, este valor resulta superior a los obtenidos en esta investigación, esto se debe al alto contenido de polifenoles que posee el cacao, no obstante, también se ha identificado otras investigaciones donde se han obtenido valores de polifenoles inferiores a la determinada en la presente investigación. Es así que, Moreira y Cedeño (2022), midieron en su investigación el contenido de polifenoles en una bebida elaborada a partir de cascarilla de cacao y pulpa de pitahaya, encontrando 35.60 mg de GAE/100gr, siendo este valor inferior al reportado en los resultados obtenidos en la tabla 16.

La pitahaya se caracteriza por su color amarillo, es un fruto exótico. La pitahaya se utiliza como laxante natural, tónico cardíaco y nervioso, ayuda al buen funcionamiento del estómago y los intestinos. La pitahaya es una fruta con grandes propiedades, es de sabor delicioso, posee bajo índice glucémico y contiene minerales como calcio, fósforo, potasio y magnesio, asimismo, presenta una concentración significativa de compuestos bioactivos como vitamina C, E, pigmentos y polifenoles los cuales en conjunto hacen de esta fruta un alimento funcional. (Delgado D. , 2019).

Moreire y Cedeño (2022) en su investigación sobre las propiedades de la pitahaya demostraron resultados donde la pulpa e incluso cáscara de pitahaya son ricas en polifenoles y además son una gran fuente de

antioxidantes.

Se ha determinado que la pitahaya amarilla (materia prima) tuvo dentro de su composición inicial, 97.31 mg GAE/100gr, por lo que su aporte en la bebida funcional es congruente.

La pitahaya amarilla contiene importantes sustancias bioactivas como el ácido ascórbico, que contiene 5,7 g por 100 g de fruto y 1950 mg de GAE (polifenoles solubles totales) por 1000 g de materia seca, lo que confiere al fruto actividad antioxidante y beneficios reales para la salud (Jami, 2020). Presenta en relación a la pitahaya roja, un mayor contenido de polifenoles y antioxidantes, por lo cual su incorporación en diversos productos como bebidas resultan ser funcionales ya que contribuyen a la preservación de la salud humana.

De la misma manera, la pitahaya roja presenta propiedades nutritivas positivas, el contenido de compuestos fenólicos en la pitahaya roja se debe a que la pitaya contiene compuestos bioactivos beneficiosos como polifenoles, flavonoides y vitamina C, que están directamente relacionados con la salud. Su actividad antioxidante brinda soporte en los trastornos metabólicos relacionados con la obesidad (Cacuango, 2022).

Se ha determinado en investigaciones como las realizadas por Mozo y Chuquicusma (2023) elaboraron una bebida funcional con 70% de arándano y 30% de extracto de almendra, obteniendo valores superiores de contenido de polifenoles, en relación a esta investigación (88.33mgGAE/100gr), siendo este de 147.091mg GAE/100gr, es preciso mencionar que, estos valores son superiores, no obstante, tan bien resultan ser una alternativa de mejora para evaluar el reemplazo de pitahaya amarilla por el arándano con el fin de obtener valores considerablemente superiores en cuanto al contenido de polifenoles en la bebida funciona.

Tabla 17: Análisis de varianza para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100gr) para la bebida funcional a base de pitahaya y cushuro edulcorado con Stevia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACION	511.841	2	255.921	13959.31	0.0000
B:DILUCIÓN	0.0316667	2	0.0158333	0.86	0.4878
RESIDUOS	0.0733333	4	0.0183333		
TOTAL (CORREGIDO)	511.946	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA contribuye a explicar estadísticamente si la variabilidad del contenido de polifenoles de las bebidas funcionales se debe al efecto de las formulaciones y/o disoluciones, La tabla 17 muestra que el efecto A: %de Formulación es estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%. No obstante, en el caso de las diluciones no se evidencia diferencia significativa, es decir la dilución es agua no presenta efecto directamente en el contenido de polifenoles de la bebida funcional.

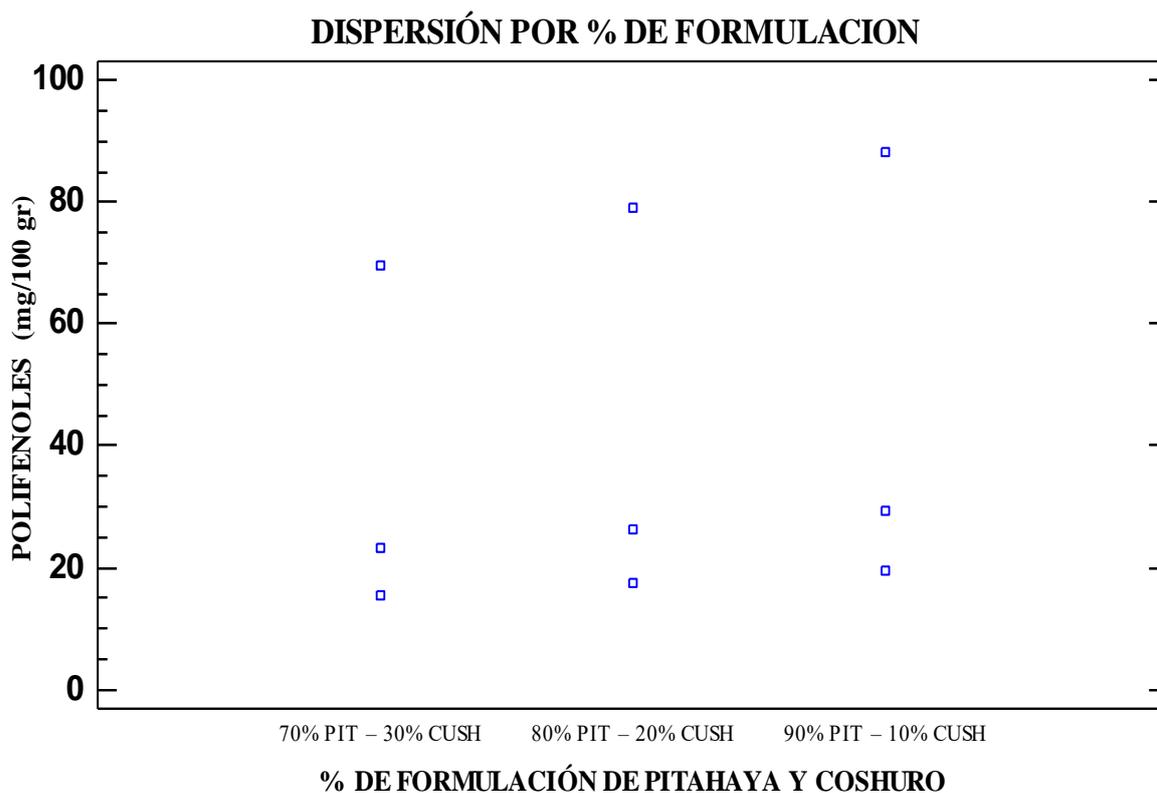


Figura 10: Gráfica de dispersión del contenido de Polifenoles totales (mg GAE/100gr) por las Formulaciones de Pitahaya y Cushuro en las bebidas funcionales.

En el diagrama de dispersión se aprecia el contenido de polifenoles (69.76; 78.94; 88.13; 23.25; 26.31; 29.38; 15.50; 17.54; 19.58 mgGAE/100gr) para cada formulación (70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro), cada punto es valor del contenido de polifenoles totales para cada una de las formulaciones, este orden que se muestra en cada punto es expresado en estado creciente para el contenido de polifenoles, lo que significa que el primer punto de las 3 formulaciones determinó el valor de polifenoles más bajo que fue de 15 mg/100g tomándolo como control para comprar con el último punto, que fue del mayor contenido de polifenoles en las formulaciones de las bebidas funcionales, que fue de 88 mgGAE/100g, lo que nos permite concluir que hay un aumento de contenido de polifenoles en las bebidas funcionales cuando se incrementa el contenido de pitahaya amarilla en la mezcla. Pese a esto, vale mencionar que en el contenido de polifenoles de la formulación de 70% Pitahaya – 30% Cushuro, como se muestra en la gráfica, presenta solo 1 punto, a diferencia de las otras dos formulaciones. Esto se debe a que los valores de polifenoles obtenidos para esta misma formulación son similares o cercanos.

En la gráfica de dispersión (descrita en la figura 10), se puede ver el efecto marcado del contenido de polifenoles en la bebida funcional producido por la variación en el contenido de la mezcla en las formulaciones. El incremento de pitahaya en la mezcla de la formulación proporciona un mayor contenido de polifenoles en la bebida funcional. Esto es coherente considerando el contenido de polifenoles que le aporta la pitahaya al producto (97.31mg GAE/100gr).

Es importante verificar cuales son los pares de medias de las formulaciones que son significativamente diferentes entre sí. Por ello, se ejecutó la Prueba de Rangos Múltiples, mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con una tasa de error del 5%.

Tabla 18: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	-8.98	0.306948
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	-18.47	0.306948
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	-9.49	0.306948

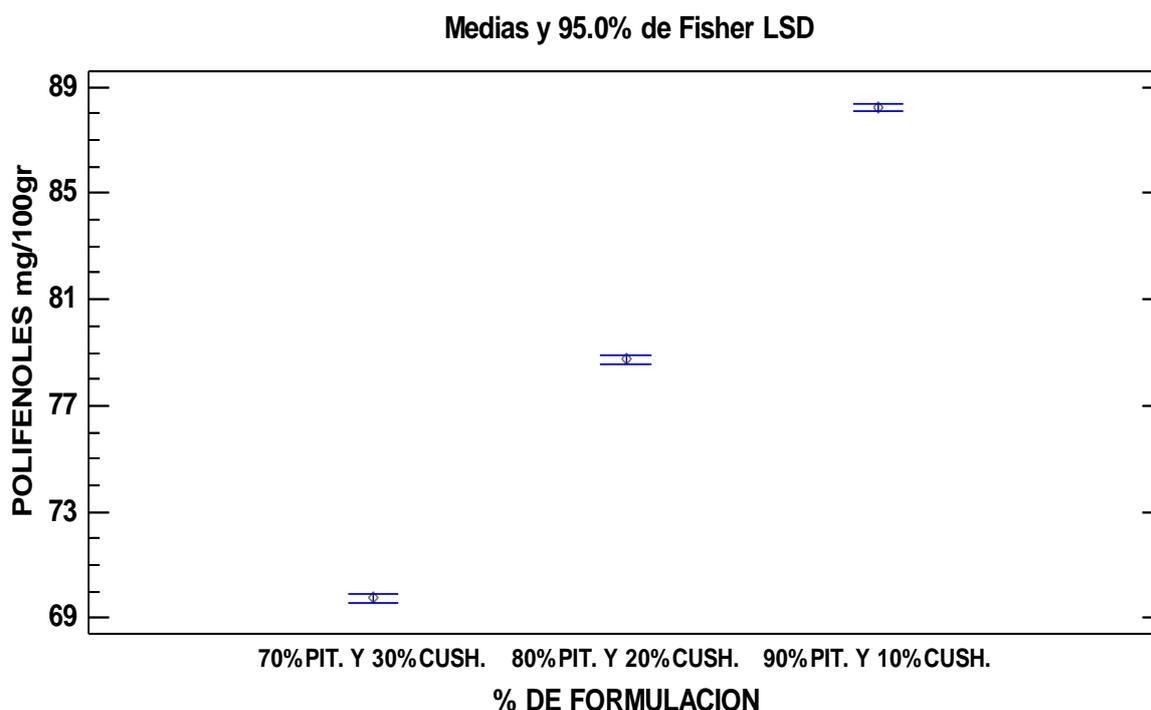


Figura 11: Gráfica de medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.

En la Tabla 18 y la Figura 11 se muestra que, el contenido de polifenoles respecto a las formulaciones, presenta diferencias significativas (todas entre sí) entre las tres formulaciones: 70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro. Esto nos indica que el mínimo cambio del % de pitahaya en la formulación (de 70% de pitahaya a 80% de pitahaya) repercute en el contenido de polifenoles de manera significativa, por lo que se puede reafirmar la influencia de la

pitahaya dentro de la bebida funcional.

Las bebidas elaboradas por Freire y Ortiz (2023) con extracto deshidratado de corteza de café presentaron un contenido de polifenoles de aprox. 21 mgGAE/100g, esto resulta inferior al obtenido en la presente investigación (88.33 mgGAE/100gr), convirtiéndola en una alternativa u opción viable en la elaboración de bebidas funcionales.

Los compuestos fenólicos son una clase de metabolitos secundarios que constan de muchos compuestos que van desde aquellos con estructuras simples como los ácidos fenólicos hasta polifenoles más complejos como los flavonoides. Es por ello, que destacamos la fruta del dragón, puesto que tiene un alto contenido en compuestos fenólicos (Cacuango, 2022).

De acuerdo a las investigaciones, la fruta del dragón puede considerarse un alimento funcional porque contiene polifenoles totales y ácido ascórbico, que pueden reducir eficazmente la propagación de radicales libres en el cuerpo y así proteger a los consumidores de enfermedades crónicas (Cacuango, 2022)

Estudios evaluaron algunas propiedades de la pitaya amarilla, los resultados demostraron que la composición del fruto varía según sus partes. Cabe destacar que todas las partes del fruto contienen compuestos bioactivos en diferentes proporciones; las semillas tienen la mayor concentración de vitamina C, polifenoles y capacidad antioxidante (22,08 mg de ácido ascórbico por gramo de materia seca, 1580 mg por 100 g de materia seca), sustancia ácido gálico, respectivamente ABTS $79,2 \pm 0,2\%$) y corteza (20,615 mg de ácido ascórbico/g de materia seca, 1333,33 mg de ácido gálico/100 g de materia seca, respectivamente $66,2 \pm 0,8$ ABTS) Por lo tanto, los resultados muestran que, debido a la composición y el contenido funcional de sustancias bioactivas, la pitaya amarilla puede ser una alternativa de producto prometedora (Jami, 2020).

4.2.3. EVALUACIÓN DE CALCIO EN LA BEBIDA FUNCIONAL

Los resultados mostrados en la Tabla 19, presentan la evaluación del contenido de calcio que presentaron los diferentes tratamientos de la bebida funcional.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	CALCIO (mg/100gr)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	55.37 ± 0.26
2	80	20	1 : 1	42.28 ± 0.44
3	90	10	1 : 1	29.19 ± 0.45
4	70	30	1 : 2	18.45 ± 0.44
5	80	20	1 : 2	14.09 ± 0.46
6	90	10	1 : 2	9.73 ± 0.45
7	70	30	1 : 3	12.30 ± 0.45
8	80	20	1 : 3	9.39 ± 0.49
9	90	10	1 : 3	6.49 ± 0.40

Tabla 19: *Contenido de Calcio por cada formulación de las bebidas funcionales.*

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

La tabla describe que, el contenido del tratamiento 1 (70% de pitahaya y 30% de cushuro) fue de 55.37 ± 0.26 mg por 100 g de producto. Este procedimiento tiene un mayor contenido de calcio en comparación con otros tratamientos. De manera global, las formulaciones que poseen mayor contenido de cushuro, son las que tienen mayor contenido de calcio, esto resulta congruente considerando la cantidad de calcio que posee el cushuro (147mg/100gr) y la cual aporta positivamente a la mezcla en la formulación de la bebida funcional. Sin duda alguna, el aporte de calcio en la bebida funcional es destacable, aun considerando que marcas comerciales como Frugos (néctar, ver anexo 2) no aportan en su composición algún contenido de calcio, convirtiéndolo en una alternativa de solución para incorporarlo dentro de la alimentación.

En la investigación realizada por Sáenz y Valladares (2021) se realizó una bebida elaborada a base de 15% de pulpa de cushuro, 25% de pulpa de carambola y 0.1% de espirulina diluida en agua (60%), su aporte en calcio fue de 136,0 mg/L (12.59mg/100gr) de calcio. Si comparamos este valor con el obtenido en esta investigación podemos observar que este es superior (55.67mg/100gr), lo cual resulta beneficioso puesto que, las bebidas comerciales y en específico los néctares no aportan ningún contenido de calcio. La variación en el contenido de calcio, entre ambas investigaciones se debe principalmente en el contenido de cushuro en la mezcla de la formulación de la bebida funcional.

Florez y otros, (2018), concluyeron en su investigación que la composición mineral de la bebida funcional a base de extracto de frijol rojo (10%) y extracto de guayaba (6%) hacen un valioso aporte, especialmente el contenido de potasio (800mg/100gr) y calcio (96mg/100gr), valores que son ligeramente superior al reportado en la presente investigación, no obstante Florez y otros (2018) obtuvieron una menor preferencia en el atributo aroma en su bebida funcional, es por ello que, aprovechando las características del cushuro como son el de no poseer aroma desagradable y poseer sabor neutro, es posible incluir formulaciones en la bebida funcional con una mayor concentración de cushuro, de tal manera que se logre incrementar el contenido de calcio en la mezcla, dado que el aporte de calcio del cushuro ayuda a mantener los músculos y la masa muscular y estabilidad del estómago humano.

Se ha reportado que, cada 100 gramos de cushuro seco contienen 25,4 gramos de proteína, 62,4 gramos de carbohidratos, 0,80 gramos de lípidos, 6,30 gramos de agua, 5,10 gramos de ceniza, 258 mg de fósforo, 1076 gramos de calcio, 17 gramos de hierro y 10 mg de vitamina A. En base a esta información, se ha demostrado que cushuro es un nutriente valioso que aporta significativamente nutrientes como calcio, que otros productos como las bebidas y néctares no aportan, su incorporación sin duda lo convierte en una alternativa de solución para fortificar alimentos y lograr obtener bebidas funcionales (Ugaz, 2014 citado por (Adrian, 2018)

Así mismo, es importante destacar que la pitahaya (la fruta del dragón)

también aporta un contenido de calcio (16.1 mg/100gr, según caracterización de materia prima), las cuales si bien es cierto, resulta ser inferior al aporte del cushuro, resultan ser destacados ya que la pitahaya amarilla tiene propiedades medicinales y nutricionales muy beneficiosas para el organismo, como fósforo, calcio, vitamina C y fibras que fortalecen huesos y dientes (propiedades que otras frutas no poseen) , por lo que están recomendadas para niños y jóvenes (Iman y Zapata, 2021).

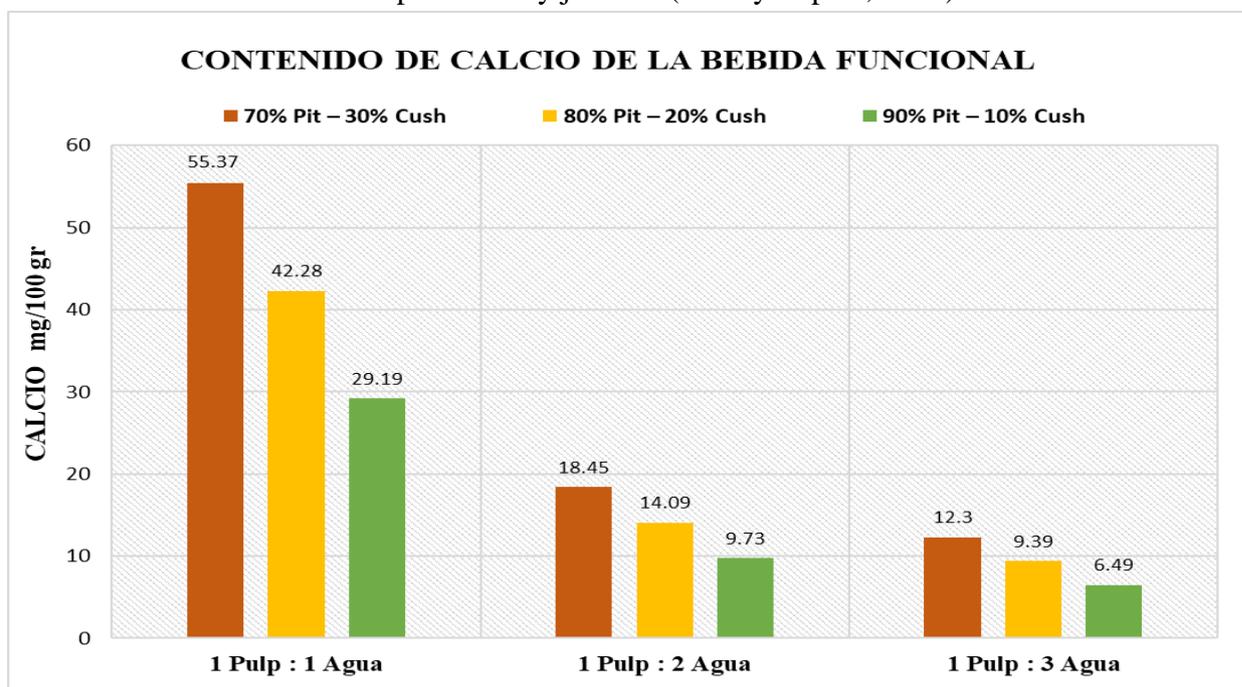


Figura 12: *Contenido de calcio(mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.*

La gráfica 12, establece visualmente que la bebida funcional con 70% de pitahaya y 30% de cushuro presentó el mayor contenido de calcio en comparación con las otras formulaciones, además el contenido de calcio es similar en relación a las mismas formulaciones pero en distintas diluciones, esto debido a que el contenido de agua no altera el contenido de nutrientes en la composición del producto, no obstante este factor resultaría fundamental en la evaluación del atributo sensorial, no obstante, desde un punto de vista nutritivo, el tratamiento 1 resulta ser el óptimo considerando su mayor aporte de calcio, cabe mencionar que este contenido se relaciona con una mayor presencia de cushuro dentro de la formulación en relación a todas las formulaciones (70% pitahaya y 30% cushuro).

Los resultados mostraron que las proporciones de calcio en las formulaciones aumentaron debido a la adición de cushuro, esto se debe a que el cushuro es un alimento importante para mejorar la nutrición escolar (Adrian, 2018). Así se corrobora, en el trabajo de investigación de Miguel (2020) en donde se proporciona un análisis ambiental detallado de la producción de productos para el desayuno a base de cushuro, un alga andina conocida por su enorme valor nutricional, especialmente su alto contenido en hierro, calcio y fibra.

La Tabla de Composición de Alimentos nos da referencia que, cada 100 gramos de Nostoc deshidratado contienen 242 kcal de energía, 29 gramos de proteína, 147 mg de calcio y 83,6 mg de hierro (INS, 2017), a partir de estos datos se demuestra el potencial latente y recurso de la biota acuática altoandina, cabe destacar que el uso de algas en la dieta determina en qué medida este recurso natural constituye una fuente de proteínas de calidad y económica en comparación con las fuentes animales tradicionales comúnmente utilizadas.

Por otro lado, el tratamiento que poseen el menor contenido de calcio es el conformado por 90% pitahaya y 10% cushuro y el mismo comportamiento se detecta para los 3 tipos de diluciones, en donde se obtuvo valores de contenido de calcio de 29.12mg/100gr, 29.39mg/100gr y 29.36mg/100gr respectivamente según las diluciones.

Como se identifica, el contenido de cushuro en la mezcla es el menor por lo que resulta factible asegurar que el contenido de calcio en la bebida funcional, está directamente relacionado con el contenido de cushuro, no obstante, es fundamental afirmar si este es efecto resulta significativamente estadístico.

En la investigación realizada por Paitan, Marmolejo, Marmolejo, Sotelo, y Cueva (2022) se realizó un néctar con guanábana y lactosuero, en donde se determinó 19.25mg/100gr de calcio, este valor resulta inferior a los obtenidos en esta investigación (Tabla 19), incluso para los tratamientos con valores menores de calcio, por lo cual resulta preciso resaltar el aporte en calcio favorable que se produce con la incorporación de cushuro en la mezcla de la formulación de las bebidas funcionales.

Tabla 20: Análisis de varianza para el contenido de Calcio (mg/100gr) de la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACION	1031.54	2	515.771	38877.24	0.0000
B:DILUCIÓN	0.0434667	2	0.0217333	1.64	0.3022
RESIDUOS	0.0530667	4	0.0132667		
TOTAL (CORREGIDO)	1031.64	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA favorece a explicar estadísticamente si la variabilidad del contenido de calcio de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones y diluciones de forma conjunta o independiente, en este caso el efecto A: %de Formulación es estadísticamente significativo al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0% y para el caso de las diluciones no se evidencia este efecto ya que no se evidenció diferencia significativa.

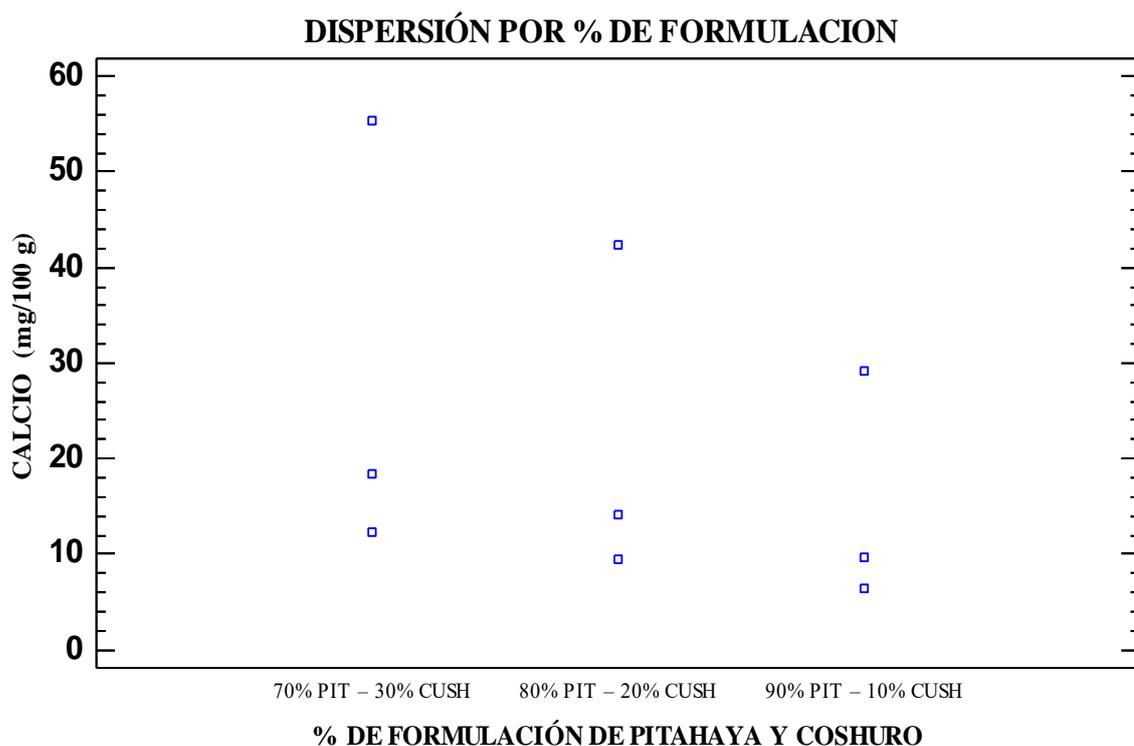


Figura 13: Gráfica de dispersión del contenido de Calcio (mg/100gr) por las Formulaciones de Pitahaya y Cushuro en las bebidas funcionales.

La Tabla 20 confirma que el contenido de calcio en la bebida funcional está relacionado directamente con la presencia de cushuro (%) en la mezcla, dado que este efecto es estadísticamente significativo. Definitivamente un incremento en el contenido de cushuro elevaría el contenido de calcio, lo cual resultaría beneficioso, no obstante, es fundamental evaluar los atributos sensoriales de este producto para complementar su aporte nutritivo. Marcas comerciales de néctares como Frugos del Valle (marca de Coca Cola) no poseen en su composición algún aporte de calcio, por lo que el obtener o elaborar bebidas que lo contengan resultan alternativas viables de fortificación de alimentos.

En el diagrama de dispersión (Figura 13) se aprecia el contenido de calcio en la bebida funcional (55.37; 18.45; 12.30; 42.28; 14.09; 9.39; 29.19; 9.73; 6.49 mg/100gr) para cada formulación (70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro). Cada punto representa el valor del contenido de calcio para cada una de las formulaciones, este orden que se muestra en cada punto es expresado en estado decreciente, lo que significa que el primer punto de las 3 formulaciones determino el valor de calcio (mg/100gr) más alto, este valor fue de 55.37 mg/100g, además tomando este valor como referencia con el último punto (6.49 mg/100g), se puede concluir que hay una disminución en el contenido de calcio de las bebidas funcionales cuando se agrega un 90% de Pitahaya y un 10% de Cushuro. Pese a esto, vale mencionar que en el contenido de calcio de la formulación de 70% Pitahaya – 30% Cushuro, como se muestra en la gráfica, presenta solo 1 punto, a diferencia de las otras dos formulaciones, esto se debe a que los valores de calcio obtenidos en presencia de las formulaciones son similares o cercanos.

Implementando el diagrama de dispersión, se puede ver el gran efecto del contenido de calcio en la bebida funcional y las formulaciones, sin embargo, es útil para ver si los pares de medias de las formulaciones y del contenido de calcio son significativamente diferentes entre sí. Para ello, probamos la Prueba de Rango Múltiple, determinando mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con una tasa de error del 5%.

Tabla 21: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Calcio (mg/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	13.2667	0.261111
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	26.2233	0.261111
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	12.9567	0.261111

* indica una diferencia significativa.

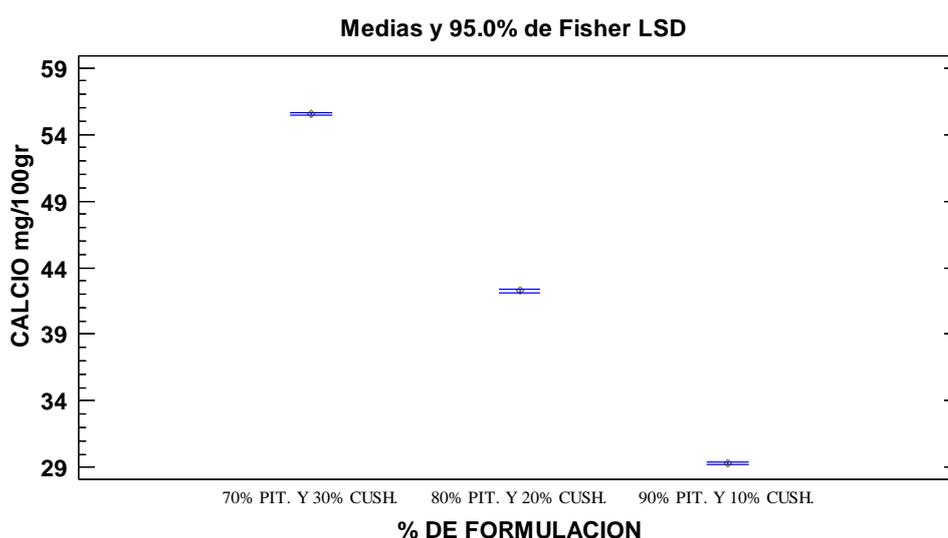


Figura 14: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Calcio (mg/100g) en la bebida funcional para las formulaciones.

En la Tabla 21 y la Figura 14 se muestra que, al comparar el contenido de calcio para las formulaciones, existen diferencias significativas entre las tres formulaciones: 70% Pitahaya – 30% Cushuro, 80% Pitahaya – 20% Cushuro, 90% Pitahaya – 10% Cushuro. El segundo par de medias tiene la menor diferencia, y es que se debe a los límites superior e inferior de concentración de cushuro en la formulación, esto indica que el contenido de calcio es mayor cuando aumentamos el contenido de cushuro y disminuimos el contenido de pitahaya. De esta manera, se concluye en cuanto a la formulación que proporcionó un mayor contenido de calcio fue el que contenía 70% Pitahaya – 30% Cushuro con un 55.37 mg/100g de contenido.

4.2.4. EVALUACIÓN DE FÓSFORO EN LA BEBIDA FUNCIONAL

El fósforo es uno de los minerales más importantes dentro de los micronutrientes. Una de las principales fuentes de fósforo son los alimentos y bebidas. Se ha evidenciado en el mercado, la carencia de productos como néctares, bebidas gasificadas, etc. que posean fósforo en su composición. En la tabla 22 se describen los valores obtenidos de fósforo presente en cada tratamiento de la bebida funcional elaborada a partir de cushuro y pitahaya, edulcorada con Stevia.

Tabla 22: Contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	FÓSFORO (mg/100gr)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	37.40 ± 0.45
2	80	20	1 : 1	33.60 ± 0.46
3	90	10	1 : 1	29.80 ± 0.52
4	70	30	1 : 2	12.46 ± 0.46
5	80	20	1 : 2	11.20 ± 0.43
6	90	10	1 : 2	9.93 ± 0.53
7	70	30	1 : 3	8.31 ± 0.52
8	80	20	1 : 3	7.47 ± 0.48
9	90	10	1 : 3	6.62 ± 0.50

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

Nuestro organismo necesita fósforo para producir energía y llevar a cabo diferentes procesos químicos, el calcio promueve el correcto funcionamiento de los músculos y nervios, además regula el ritmo cardiaco, el crecimiento y reparación de células y tejidos, por otro lado, el fósforo también se encarga de almacenar, utilizar energía de los alimentos y mantener el funcionamiento normal de los riñones. El consumo de fósforo al día es de 1250mg aprox. (consumo recomendado diario RDA) (Gal y Dahl, 2022).

En la tabla 22 se identifica que el mayor contenido de fósforo es de 37.40mg/100gr, siendo esto obtenido de la formulación compuesta por 70% de pitahaya y 30% de cushuro, si se compara con las demás

formulaciones se puede identificar valores similares con tratamientos de la misma formulación, pero en diferentes diluciones (1:1, 1:2 y 1:3), además los mayores valores de fósforo se observan en los tratamientos donde hay mayor contenido de cushuro.

Villar (2022), en su investigación desarrolló una bebida funcional a partir de 70% de cushuro y 30% de mandarina (F1), esta formulación no obtuvo diferencia significativa en relación a formulaciones como 50% de cushuro y 50% de mandarina (F2) además de 30% de cushuro y 70% de mandarina (F3), por lo que considerando el aporte nutricional del cushuro, optaron por elegir a la F1 como la óptima, la evaluación nutricional determinó que el contenido de fósforo es de 29,3mg por porción (21.49mg/100gr), si comparamos con lo obtenido en la presente investigación (37.45mg/100gr) podemos identificar la superioridad, lo cual resulta favorable y beneficioso, no obstante es preciso mencionar que la formulación óptima determinada por Villar (2022) utilizó 70% de cushuro mientras que en esta investigación el mayor contenido de fósforo se dio con 30% de cushuro, observándose una diferencia relevante, esto nos da como referencia que el complementos de la bebida funcional resulta importante, puesto que logra una mejor fijación y/o captación del fósforo en la bebida funcional.

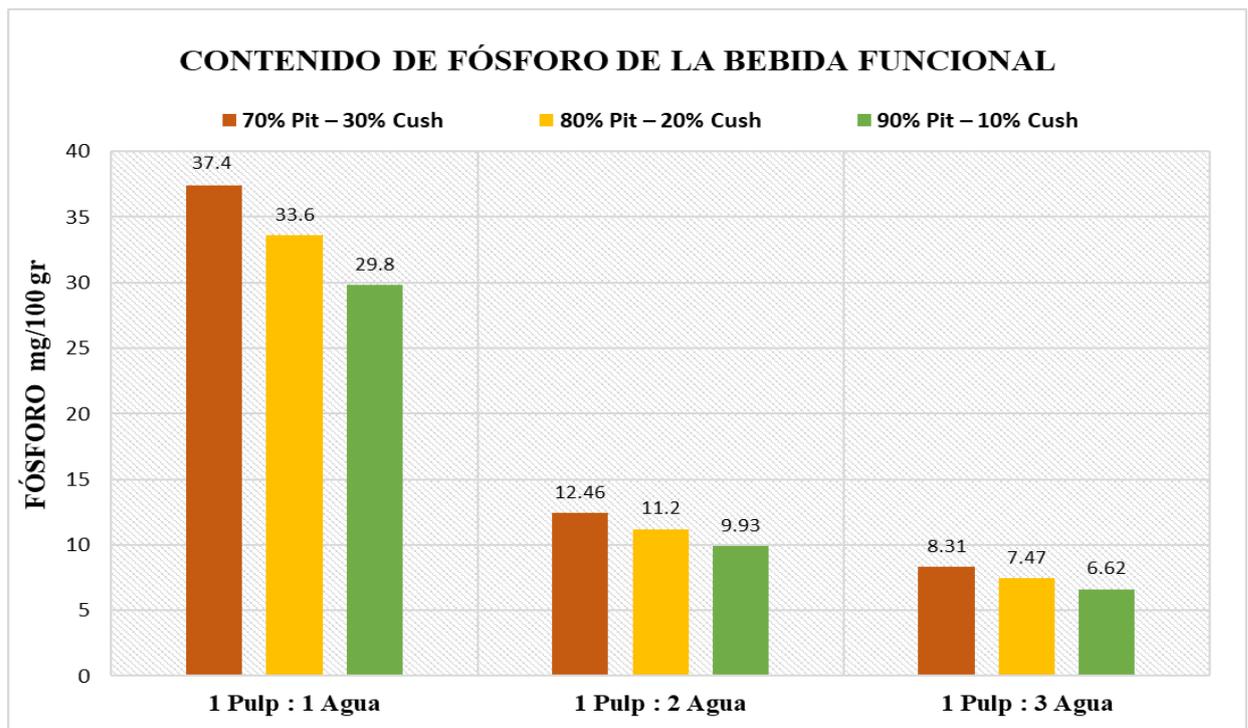


Figura 15: Contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

La figura 15 describe gráficamente el contenido de fósforo en los diversos tratamientos desarrollados. Se observa que cuanto mayor es el contenido de cushuro en la formulación, existe un mayor contenido de fósforo. Existe una mayor diferencia gráfica entre formulaciones que en diluciones. El mayor contenido de fósforo es de 37.40mg/100gr y el menor fue de 6.62 mg/100gr.

Sin duda alguna el % de cushuro en la formulación determina el contenido de fósforo en la bebida funcional, y es que el cushuro posee una fuente importante de minerales las cuales lo convierten en una fuente nutricional que debe estar presente en nuestra alimentación.

El cushuro posee alrededor de 64mg/100gr de fósforo lo cual lo convierte en una de las fuentes más importantes de fósforo para nuestro organismo, sumado a ello su versatilidad para ser consumido o incorporado como ingrediente, formando parte de una formulación.

Se han identificado investigaciones en donde se ha determinado un menor contenido de fósforo en bebidas funcionales elaboradas con productos naturales, es así que por ejemplo en una investigación se elaboró néctares de Aguamiel de Agave Americana que han reportado 33.28% de contenido de fósforo (como se citó en (Corona, 2021), un valor ligeramente inferior al reportado en la gráfica 15, siendo el superior 37.40mg/100gr (70% de pitahaya amarilla y 30% de cushuro), esto nos da referencia del gran aporte de fósforo que contribuye el cushuro en la formulación, inclusive superior a otras alternativas de fortificación de bebidas.

En la investigación ejecutada por Paitan, Marmolejo, Marmolejo, Sotelo, y Cueva (2022) se ejecutó un néctar elaborado con guanábana y lactosuero, en donde se obtuvo 28.55mg/100gr de fósforo, este valor resulta inferior en relación a los valores obtenidos en esta investigación (Tabla 22), incluso para los tratamientos con valores inferiores de fósforo, por lo cual resulta preciso resaltar el aporte en fósforo destacable que se produce con la incorporación de cushuro en la mezcla de la formulación de las bebidas funcionales.

Tabla 23: Análisis de varianza para el contenido de fósforo(mg/100gr) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	89.8722	2	44.9361	2683.64	0.0000
B:DILUCIÓN	0.0806889	2	0.0403444	2.41	0.2057
RESIDUOS	0.0669778	4	0.0167444		
TOTAL (CORREGIDO)	90.0198	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA favorece a explicar estadísticamente la variabilidad de los efectos A: Formulaciones y B: Diluciones, y determinar si alguno de ellos o ambos poseen efectos estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%. En la tabla 23 se aprecia que, sólo las FORMULACIONES presentan efecto estadísticamente significativo en el contenido de fósforo en la bebida funcional. Esto hace referencia que ante cualquier variación en la formulación (contenido de cushuro y pitahaya), el contenido de fósforo se verá influenciado significativamente. Además el componente dentro de la formulación que contribuye a un mayor contenido de fósforo es el cushuro, dado que una disminución en el contenido de cushuro genera una disminución en el contenido de fósforo (mg/100mg), y por el contrario, a medida que se incrementa su contenido dentro de la formulación, se incrementa el contenido de fósforo en la bebida funcional, en conclusión el contenido de cushuro tiene un efecto directamente proporcional al contenido de fósforo de la bebida elaborada con cushuro y pitahaya amarilla.

Es congruente el verificar que sólo el % en la formulación posea un efecto estadísticamente significativo dado que, la dilución de la formulación en agua, no presenta una mayor diferencia en cuanto a la composición, no obstante, este efecto (originado por la dilución) si podría representar un efecto significativo en las características sensoriales de la bebida funcional.

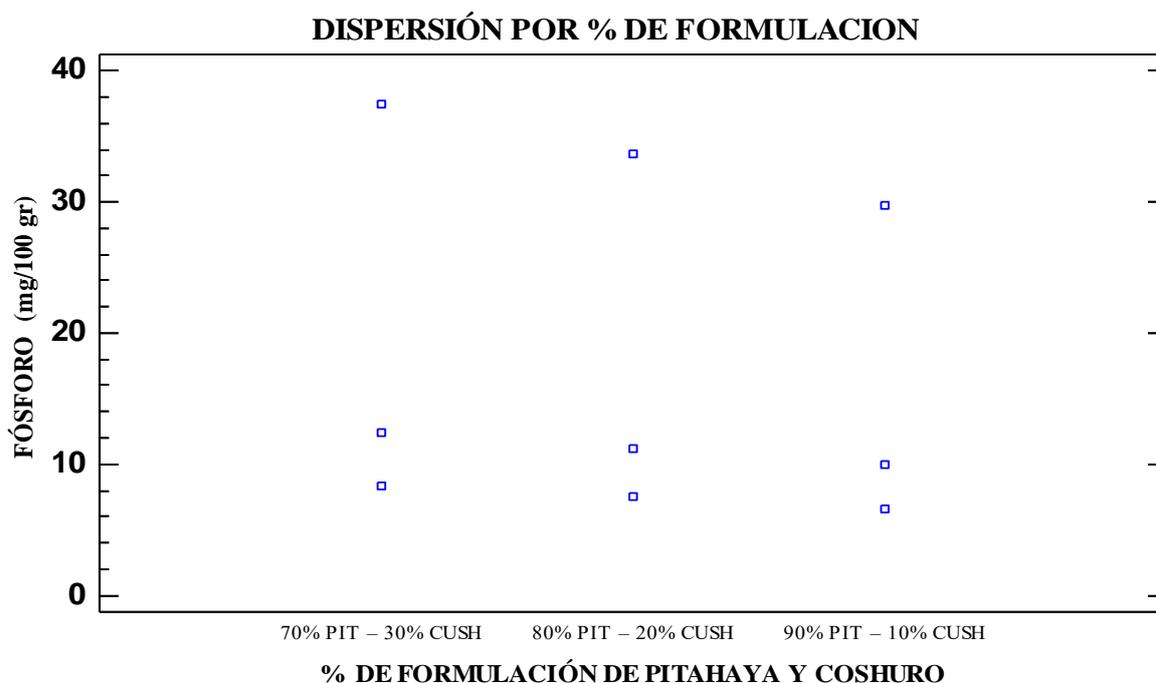
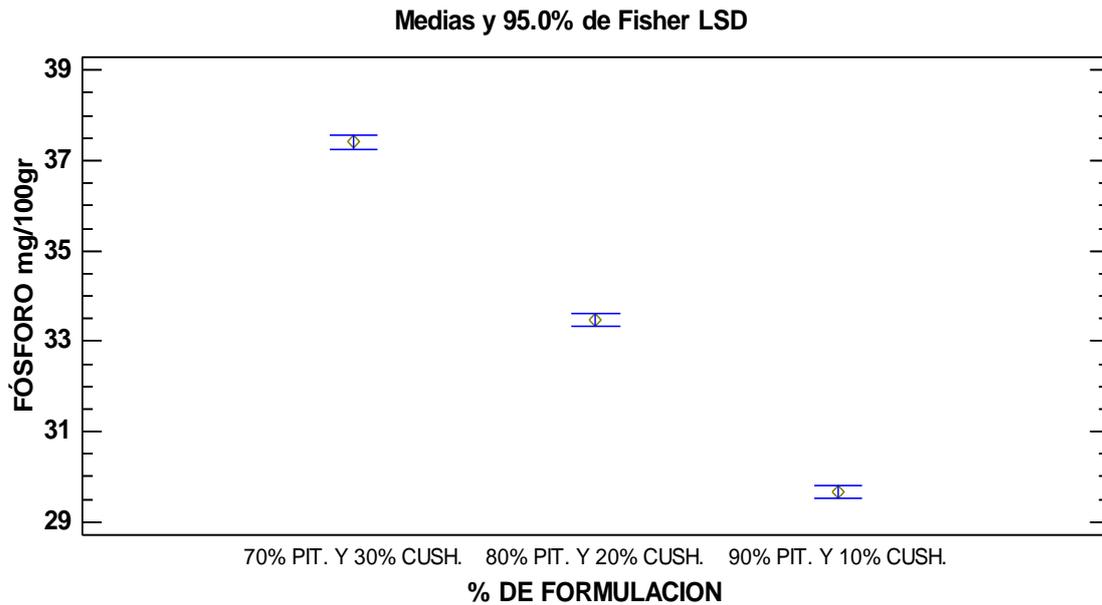


Figura 16: Gráfica de dispersión del contenido de fósforo (mg/100gr) en la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

La figura 16 muestra gráficamente la dispersión de los puntos obtenidos para cada valor del contenido de fósforo presente en los diferentes tratamientos de la bebida funcional. El mayor valor de fósforo está conformado por 70% de pitahaya amarilla y 30% de cushuro, mientras que a medida que se disminuye el contenido de cushuro, se aprecia un descenso del contenido de fósforo. Por otro lado, se aprecia agrupaciones de puntos en cada formulación, estos corresponden a los valores de contenido de fósforo por diluciones, estos se encuentran cercanos por lo que se puede representar el efecto no significativo de las diluciones en los tratamientos.

Tabla 24: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fósforo (mg/100g) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	3.94333	0.293346
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	7.74	0.293346
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	3.79667	0.293346



* indica una diferencia significativa.

Figura 17: *Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de fósforo (mg/100g) en bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.*

En relación a los tratamientos con diferentes % de FORMULACIÓN, se detecta en la tabla 24 y gráfica 17, que al contrastar las medias de cada tratamiento de las formulaciones (70%pitahaya amarilla y 30%cushuro, 80%pitahaya amarilla y 20%cushuro y 90%pitahaya amarilla y 10%cushuro) se aprecian diferencias significativas entre sí. El comportamiento que se aprecia en la figura 17, corrobora el efecto directamente proporcional que tiene el %d de cushuro y % de pitahaya (formulación) en el contenido de fósforo en la bebida funcional.

4.2.5. EVALUACIÓN DE HIERRO EN LA BEBIDA FUNCIONAL

El hierro sin duda alguna es uno de los componentes más importantes para nuestro cuerpo, puesto que ayuda a la fabricación de hemoglobina, la cual transporta el oxígeno a distintas partes del cuerpo. La ausencia de hierro en nuestro organismo se debe principalmente por la falta de ingesta de alimentos fortificados en este mineral, lo cual en el tiempo conlleva a padecer de anemia (citado por Sáenz y Valladares (2021).

Tabla 25: *Contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.*

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	HIERRO (mg/100gr)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	25.29 ± 0.38
2	80	20	1 : 1	16.96 ± 0.32
3	90	10	1 : 1	8.60 ± 0.41
4	70	30	1 : 2	8.43 ± 0.32
5	80	20	1 : 2	5.65 ± 0.31
6	90	10	1 : 2	2.87 ± 0.41
7	70	30	1 : 3	5.62 ± 0.41
8	80	20	1 : 3	3.77 ± 0.34
9	90	10	1 : 3	1.91 ± 0.43

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

La tabla 25 describe los contenidos de hierro (mg/100gr) para cada uno de los tratamientos de la bebida funcional edulcorada con Stevia. Se identifica que el mayor valor de hierro fue obtenido de la formulación compuesta por 70% de pitahaya y 30% de cushuro y a una dilución 1: (pulpa: agua), no obstante valores igual se identificaron para las otras 2 diluciones (1:2 y 1:3), siendo estos de 5.65mg/100gr y 5.62mg/100gr respectivamente.

Por otro lado, se ha identificado que el menor valor de hierro se obtuvo con los tratamientos que tenían en su formulación 90% de pitahaya

amarilla y 10% de cushuro, en este caso también se evidenciaron valores diferentes entre diluciones 1:1, 1:2 y 1:3, siendo estos de 8.60 mg/100gr, 2.87 mg/100gr y 1.91mg/100gr.

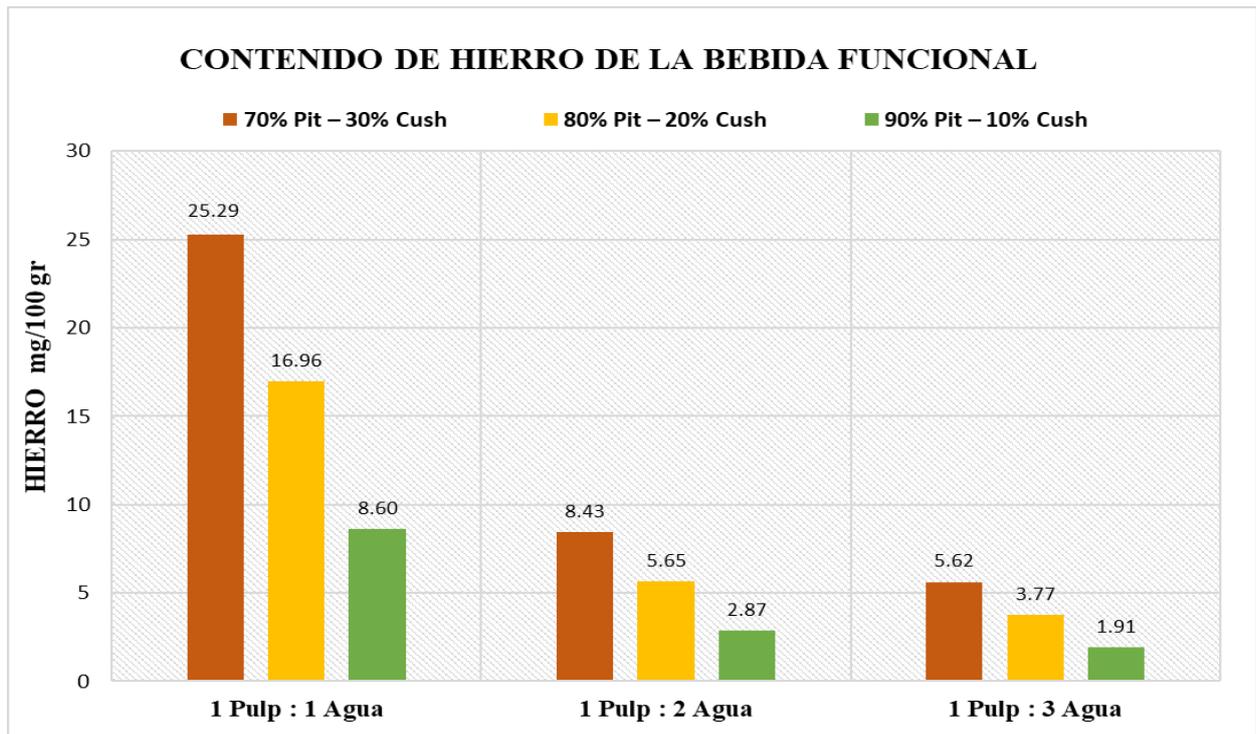


Figura 18: *Contenido de hierro (mg/100gr) de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.*

En la figura 18 se puede apreciar claramente el comportamiento e influencia de cushuro y pitahaya dentro de la FORMULACION, puesto que como se observa el mayor contenido de Hierro, se encuentra cuando la formulación está compuesta por 70% de pitahaya amarilla y 30% de cushuro, a diferencia de ello el contenido de Hierro se ve reducido considerablemente, cuando se elabora la bebida funcional con 80% de pitahaya amarilla y 20% de cushuro además de 90% de pitahaya amarilla y 10% de cushuro.

Asimismo, se puede identificar que si existe diferencia visual considerable entre las diluciones realizadas, en el caso para los 3 tipos de diluciones (1:1, 1:2 y 1:3), se obtuvieron valores diferentes, por lo cual se puede concluir que el contenido de hierro se ve influenciado directamente por el contenido de cushuro y pitahaya en la formulación.

Saenz y Valladares (2021) elaboraron en su investigación una bebida funcional a partir de 15% de cushuro, 25% de carambola 0.10% de

espirulina y 60% de agua, obteniendo un contenido de hierro de 8.4mg/100gr. Este valor resulta similar al reportado en los tratamientos detallados en la Tabla 25 para formulaciones que tienen dentro de la mezcla 10% de cushuro y 90% de pitahaya amarilla (y para las diluciones 1:1, 1:2 y 1:3), en ambos casos se destaca el aporte del contenido de hierro del cushuro en la mezcla de la bebida funcional.

Otra investigación, como la realizada por Copes (2022) en donde elaboró una bebida funcional a base de camu camu (1 pulpa:3 agua) y fortificada con 1.5ml, 2.1ml y 2.7ml de hierro, obtuvo como formulación óptima en base a la mayor aceptabilidad sensorial el tratamiento con 2.7ml de jarabe Feranin (hierro), su caracterización determinó un contenido de 18.18mg/100gr de hierro en la bebida funcional, este valor resulta inferior en comparación al mayor valor obtenido en la presente investigación (25.31mg/100gr), por lo cual podemos reafirmar el aporte en hierro que le transfiere la presencia de cushuro en un 30% en la mezcla de la bebida funcional, y el cual lo convierte en una excelente alternativa de producto a comercializar, dado el aporte nutricional que posee.

El hierro es sin duda alguna un mineral elemental en nuestro organismo, dado que lo necesitamos para transportar oxígeno a la hemoglobina y mioglobina, además de que el hierro es fundamental para el crecimiento y desarrollo, también de que se requiere para el funcionamiento de las células y tejidos vitales como las del cerebro (Copes, 2022).

El cushuro posee alrededor de 83,6 mg/100gr de hierro, un valor considerablemente alto en relación a alimentos como las espinacas (1,6mg/100gr), leche de vaca (0.1mg/100gr) e incluso el hígado (8mg/100gr) (como se citó en (Copes, 2022), por ello considerarlo como materia prima dentro de la formulación para la elaboración de bebidas funcionales lo hacen ideal, puesto que su alto contenido en hierro es transferida al producto final, no obstante, con la finalidad de determinar si el efecto del % de cushuro y % de pitahaya presente en la formulación posee un efecto estadísticamente significativo, así como el que produce las diluciones, es necesario comparar el análisis de varianza.

Tabla 26: Análisis de varianza para el contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACION	420.864	2	210.432	42848.19	0.0000
B:DILUCIÓN	0.148889	2	0.0744444	15.16	0.0136
RESIDUOS	0.0196444	4	0.00491111		
TOTAL (CORREGIDO)	421.033	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA permite explicar estadísticamente si la variabilidad del % de CUSHURO y % de PITAHAYA AMARILLA en la FORMULACION(%) de las bebidas funcionales así como el de las DILUCIONES, presentan algún efecto estadísticamente significativo, es así que, en la Tabla 26 se aprecia que solo el efecto A: % de Formulación tiene un efecto estadísticamente significativo al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%, mientras que la DILUCION, no presenta estadísticamente un efecto dentro de los tratamientos.

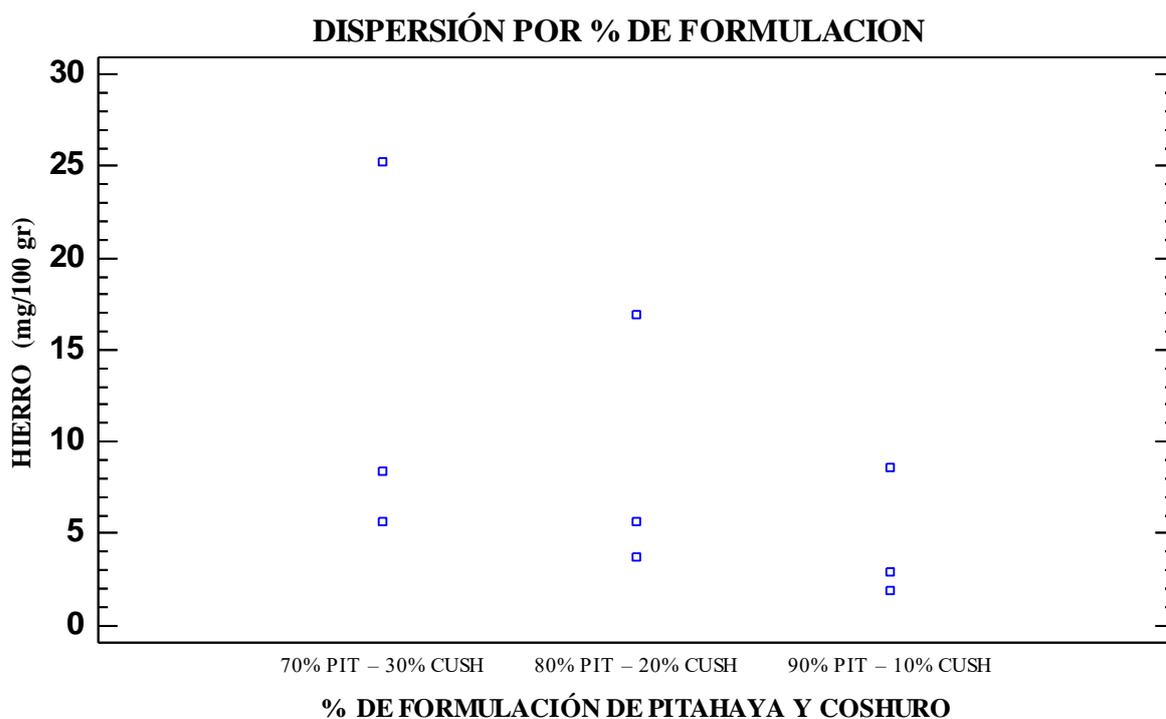


Figura 19: Gráfica de dispersión del contenido de Hierro (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

La Figura 19 expresa la dispersión de los valores del contenido de hierro (mg/100gr) de todos los tratamientos desarrollados. Visualmente se aprecia los puntos bien marcados con un sentido decreciente respecto a la variación del % de formulación, no obstante, para el caso de las diluciones 1:1, 1:2 y 1:3, estos se encuentran agrupados en un mismo punto, dado que presentan valores cercanos, esto es congruente considerando que el análisis de varianza determinó solo el efecto significativo para el % de Formulación.

La presencia del % de cushuro dentro de la formulación determina un incremento o descenso del contenido de hierro en la bebida funcional, esto debido al aporte en hierro que presenta además adicional a ello la mezcla con la pitahaya (el cual aporta vitamina C), lo convierte en un complemento ideal para facilitar la absorción del hierro en el organismo.

Una de las cualidades de la vitamina C es que también mejora la absorción del hierro presente en los alimentos de origen vegetal, como el cushuro, y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario para proteger al cuerpo contra las enfermedades (NIH, 2022).

La pitahaya amarilla posee alrededor de 4mg/100gr y 20mg/100gr de vitamina C, su composición destaca el contenido de vitamina C, vitamina que interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, además, favorece en la resistencia a las infecciones, absorción del hierro de los alimentos y tiene acción antioxidante (Verona, Urcina, y Paucar, 2020).

La NIH (2022) menciona que la dosis o cantidad promedio recomendada de hierro es de 11mg/día para adolescentes varones entre 14 y 18 años, y de 15mg/día para niñas de las mismas edades, por otro lado, para mujeres y varones adultos entre 19 a 50 años la dosis recomendada por día es de 18mg y 8 mg respectivamente

Tabla 27: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de hierro de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro y pitahaya amarilla edulcorada con Stevia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	8.47667	0.158867
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	16.75	0.158867
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	8.27333	0.158867

* indica una diferencia significativa.

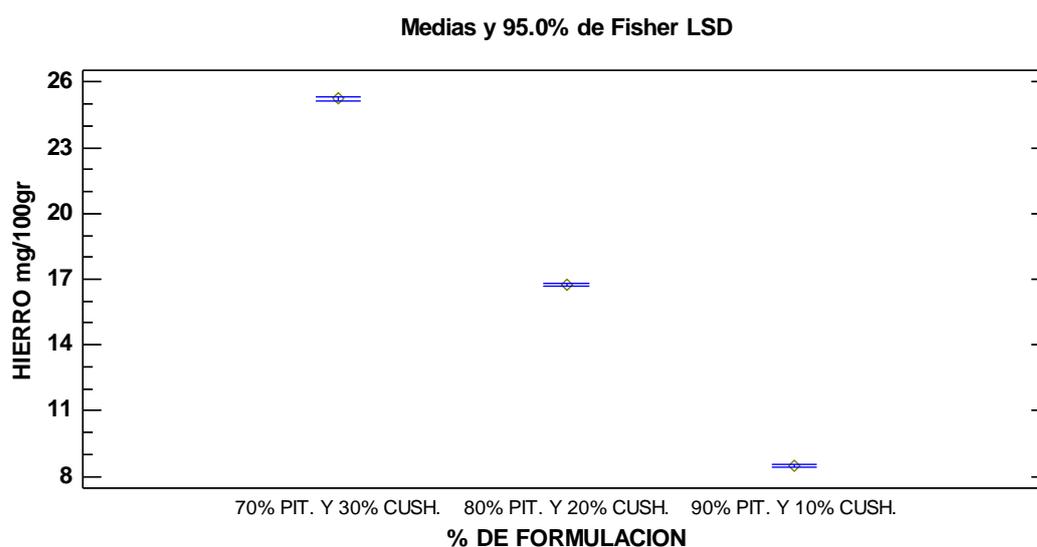


Figura 20: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de hierro de las bebidas funcionales elaboradas con cushuro y pitahaya amarilla edulcorada con Stevia.

Mediante la Tabla 27 y Figura 20, notamos que al comparar las medias de los valores de hierro (mg/100gr) con respecto a los % de FORMULACIÓN (%cushuro y % pitahaya amarilla) entre si, existen diferencias significativas entre los 3 tipos de formulaciones (70% pitahaya amarilla – 30% de cushuro, 80% pitahaya amarilla – 20% de cushuro y 90% de pitahaya y 10% de cushuro), siendo los puntos extremos los que poseen una mayor diferencia, adicional a ello se evidencia que se presenta un efecto directamente proporcional al contenido de cushuro en la formulación.

4.2.6. EVALUACIÓN DE MAGNESIO EN LA BEBIDA FUNCIONAL

En la Tabla 28 se detalla el contenido de magnesio (mg/100gr) en los diferentes tratamientos de las bebidas funcionales elaboradas.

Tabla 28: *Contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.*

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	MAGNESIO (mg/100gr)
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	34.95 ± 0.69
2	80	20	1 : 1	32.63 ± 0.35
3	90	10	1 : 1	30.32 ± 0.39
4	70	30	1 : 2	11.65 ± 0.35
5	80	20	1 : 2	10.88 ± 0.39
6	90	10	1 : 2	10.11 ± 0.38
7	70	30	1 : 3	7.77 ± 0.39
8	80	20	1 : 3	7.25 ± 0.37
9	90	10	1 : 3	6.74 ± 0.28

Nota. *Media de dos repeticiones + DS

El magnesio es uno de los minerales que el cuerpo necesita para mantenerse sano, este mineral es importante para muchos procesos que realiza el cuerpo. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea (NIH, 2020).

En la Tabla 28 se aprecia que el menor valor obtenido de magnesio está conformado por las formulaciones de 90% de pitahaya y 10% de cushuro con valores similares en las 3 diluciones (1:1, 1:2 y 1:3), siendo estos de 30.32mg/100gr, 10.11mg/100gr y 6.74mg/100gr respectivamente, es decir no se detecta variación en cuanto a la dilución de la pulpa en agua, pero si en los % de cushuro y % de pitahaya presentes en la formulación.

Por otro lado, se identificó que los mayores valores de magnesio obtenidos

en la bebida funcional fueron los que tenían en su composición 70% de pitahaya amarilla y 30% de cushuro y fueron similares entre si a pesar de ser tratados a diferentes diluciones (1:1, 1:2 y 1:3), siendo estos de 34.95mg/100gr, 11.65mg/100gr y 7.77mg/100gr respectivamente.

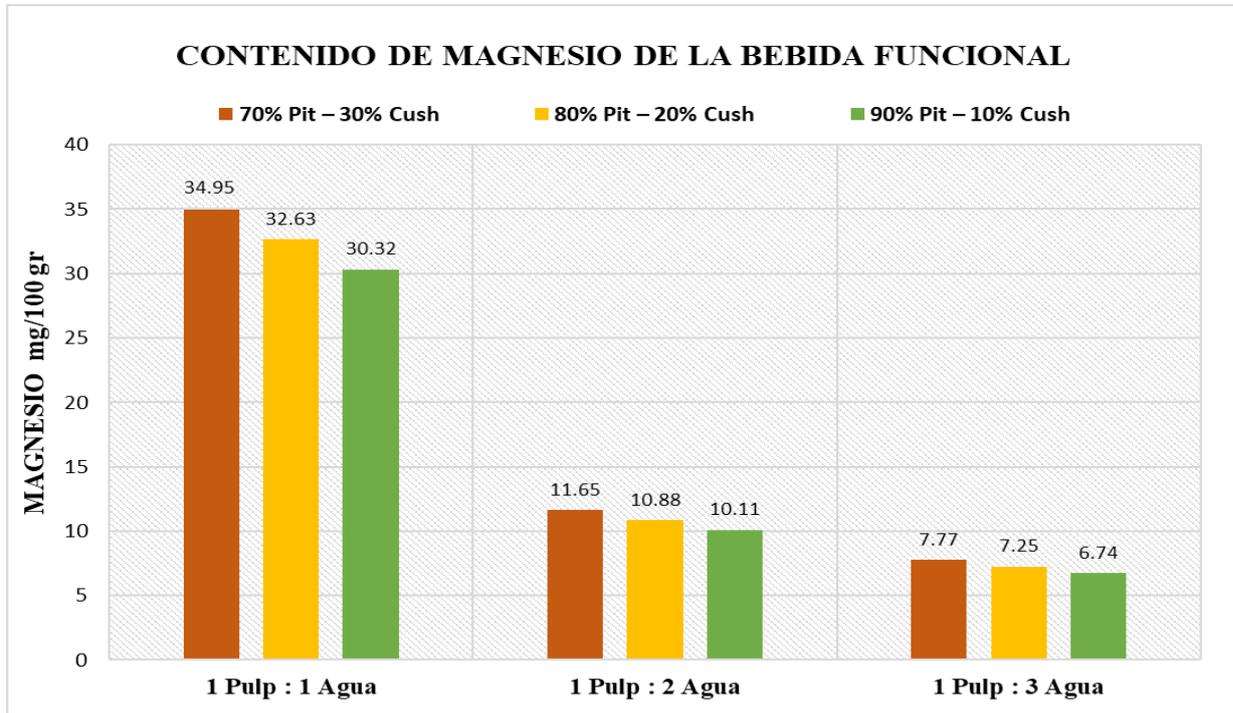


Figura 21: *Contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.*

Como se observa en la Figura 22, el % de Formulación es el que genera una variación y/o influencia en el contenido de magnesio (mg/100gr) de la bebida funcional, es así que para una misma dilución 1:1 y 70% de pitahaya – 30% de cushuro, se obtiene 34,95mg/100gr de magnesio, mientras que, para 90% de pitahaya – 10% de cushuro se obtiene 30.32mg/100gr.

Por otro lado, este mismo efecto no se evidencia respecto a una misma formulación y diferentes diluciones, puesto que, se presentan valores similares entre ellos, así es por ejemplo que, en la formulación de 90% de pitahaya y 10% de cushuro se obtiene para las diluciones de 1:1, 1:2 y 1:3 se obtienen valores de 30.32mg/100gr, 10.11mg/100gr y 6.74mg/100gr.

Resulta importante mencionar que la cantidad de magnesio que requerimos va a depender de la edad y sexo de la persona, se recomienda que para adolescentes varones y niñas entre 14 y 18 años de edad la dosis diaria

debe ser de 410mg y 360mg de magnesio respectivamente, mientras que, para hombres y mujeres mayores a 18 años de edad, la dosis recomendada es de 420mg y 320mg respectivamente (NIH, 2020).

El magnesio se encuentra naturalmente en diversos alimentos (espinaca, leche, yogurt, legumbres, etc.) o también en aquellos que son fortificados. La insuficiencia del consumo de magnesio de forma prolongada puede desencadenar algunos síntomas como pérdida del apetito, náuseas, vómitos, fatiga y debilitamiento, además la insuficiencia extrema de magnesio puede causar entumecimiento, hormigueo, calambres musculares, convulsiones, cambios de personalidad y anomalías en el ritmo cardíaco. Además, puede producir enfermedades como diabetes de tipo 2, presión alta, osteoporosis, migrañas, etc. (NIH, 2020).

Se ha reportado en una investigación en la que se elabora una bebida a partir de aguamiel de Agave Americana un contenido de magnesio de 7.41mg/100gr (como se citó en (Corona, 2021), si comparamos este resultado con los obtenidos en la Tabla 28, podremos resaltar el aporte de magnesio superior que proporciona la bebida funcional elaborada con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia, dado que todos los tratamientos resultan ser superiores al reportado en la bebida de aguamiel de Agave Americana.

En la investigación citada por Cornejo (2021), se enriqueció un néctar de durazno con calcio y magnesio (en conjunto 1.71%), obtenidos a partir de conchas de choro, los resultados determinaron un contenido de magnesio de 27.63mg/100gr, este valor también resulta inferior a los reportados en la presente investigación (Tabla 28), y permite inferir que la incorporación de una alga como el cushuro, permite fortificar un producto, dado que beneficiará nutricionalmente cuando sea consumido.

Los productos comerciales como bebidas o néctares, no poseen en su composición contenido de magnesio (VER ANEXO 2), por el contrario, son fuente de alto contenido de azúcares, por lo que la elaboración de bebidas funcionales a partir de cushuro, pitahaya y edulcorado con Stevia lo convierte en una opción factible de implementador, dadas las características nutricionales que posee.

Tabla 29: Análisis de varianza para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACION	29.0562	2	14.5281	615.60	0.0000
B:BLOQUE	0.0422	2	0.0211	0.89	0.4776
RESIDUOS	0.0944	4	0.0236		
TOTAL (CORREGIDO)	29.1928	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El ANOVA permite verificar que el % de formulación intervienen de forma estadísticamente significativa en el contenido de magnesio (mg/100gr) de las bebidas funcionales, con la ayuda de la tabla ANOVA se comprueba que el efecto A: % de formulación es estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

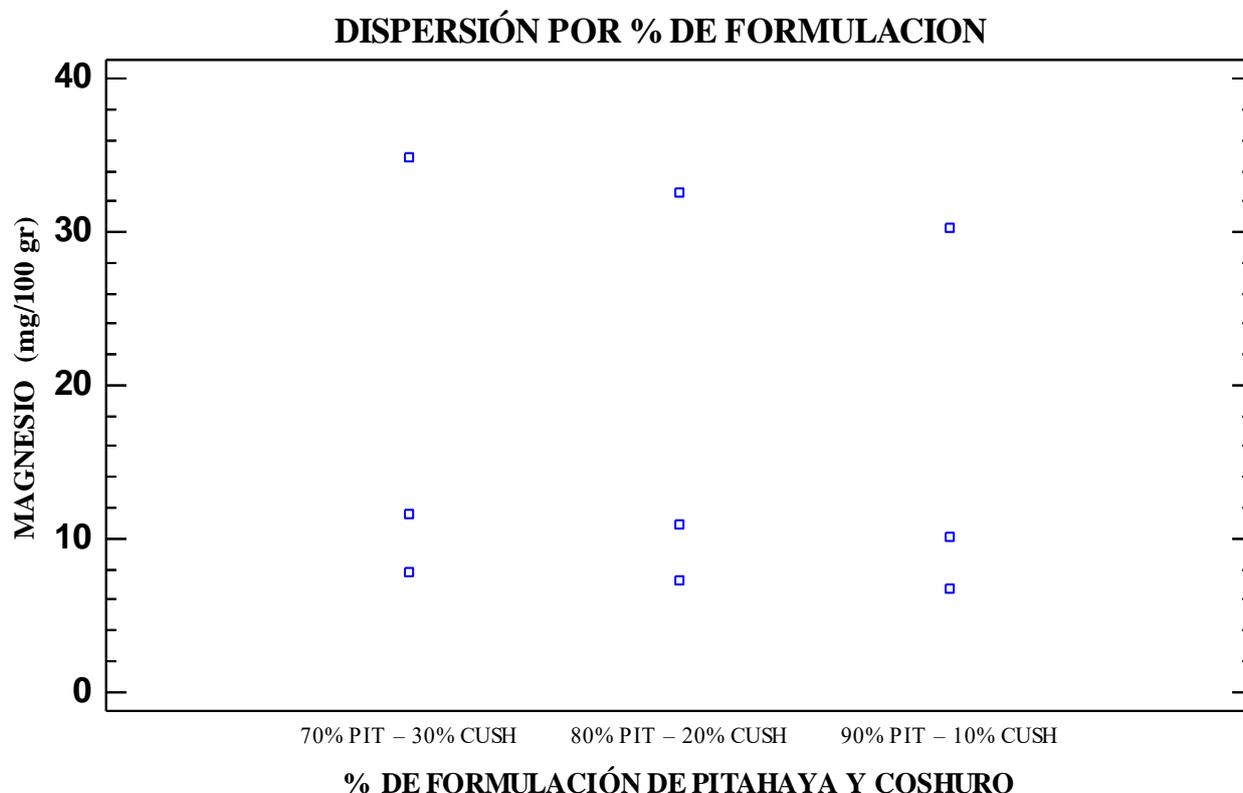


Figura 22: Gráfica de dispersión del contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

Gráficamente se observa en la figura 22 que el % de cushuro y % de pitahaya amarilla presente en la FORMULACION, influye significativamente en el contenido de magnesio (mg/100gr) en la bebida funcional, siendo esta influencia más notoria cuando el % de formulación varia de 90% pitahaya – 10% de cushuro a 70% pitahaya – 30% cushuro, obteniéndose para una dilución de 1:1 contenido de magnesio de 30.32mg/100gr y 34.95mg/100gr respectivamente, además cabe mencionar que para una misma formulación, pero diferentes diluciones se evidencia valores similares o cercanos, comprobando de esta manera el efecto no significativo estadísticamente que posee la dilución en los tratamientos.

La Prueba de Múltiples Rangos, mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, con un riesgo de error del 5%, permitió evaluar la influencia significativa que el % de Formulación tienen sobre el contenido de magnesio (mg/100gr) en la bebida funcional de cushuro con pitahaya, al determinar que pares de medias de la formulación, presentan diferencia significativa.

Tabla 30: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
70% PIT. Y 30% CUSH. - 80% PIT. Y 20% CUSH.	*	2.29	0.348258
70% PIT. Y 30% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	4.4	0.348258
80% PIT. Y 20% CUSH. - 90% PIT. Y 10% CUSH.	*	2.11	0.348258

* indica una diferencia significativa

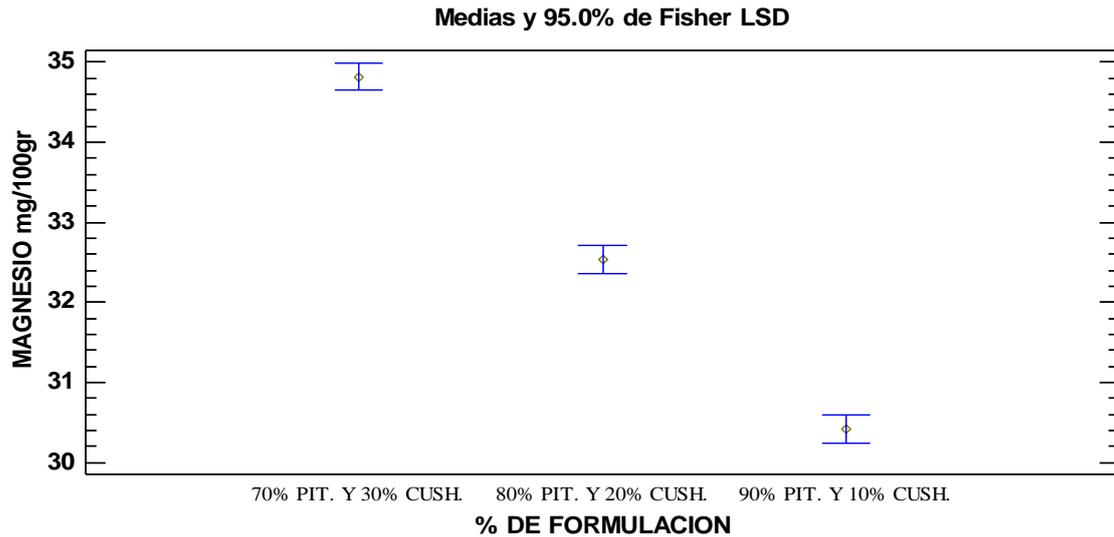


Figura 23: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Magnesio (mg/100gr) en las bebidas funcionales elaboradas con cushuro, pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia.

La grafica de medias del contenido de magnesio en las bebidas funcionales, comprueba que el % de cushuro y pitahaya presente en la formulación, afecta significativamente en la variabilidad del contenido de magnesio de las bebidas funcionales, y con ayuda de la Prueba de Múltiples Rangos LSD se determinó que todas las combinaciones de % de cushuro y % de pitahaya (90% pitahaya – 10% cushuro, 80% pitahaya – 20% de cushuro y 70% de pitahaya – 30% de cushuro) presentan diferencias significativas en el contenido de magnesio (mg/100gr).

Por consiguiente, se concluye que los pares de formulaciones que otorgan una mayor diferencia en el contenido de magnesio, son 90% pitahaya – 10% cushuro y 70% de pitahaya – 30% de cushuro, con valores de magnesio de similares y/o cercanos para 1 mismo tratamiento de dilución.

4.5. ANALISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Tabla 31: Resultados generales del análisis sensorial de la bebida funcional elaborada con pitahaya amarilla, cushuro y Stevia.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION	PARÁMETROS SENSORIALES PROMEDIO				
	% PITAHAYA	% CUSHURO		SABOR	COLOR	OLOR	CONSISTENCIA	INTENCION DE COMPRA
1	70	30	1 : 1	5.78	5.90	6.00	6.03	5.5
2	80	20	1 : 1	5.22	4.78	5.53	5.25	4.5
3	90	10	1 : 1	4.28	4.03	4.81	4.31	4.0
4	70	30	1 : 2	6.03	6.22	6.22	6.31	6.1
5	80	20	1 : 2	5.41	5.22	5.69	5.78	4.9
6	90	10	1 : 2	4.63	4.13	5.00	4.97	4.2
7	70	30	1 : 3	6.59	6.53	6.34	6.78	7.2
8	80	20	1 : 3	5.59	5.50	5.84	5.88	5.2
9	90	10	1 : 3	5.06	4.53	5.34	5.09	4.3

4.5.1. SABOR

El sabor es uno de los atributos sensoriales más determinante a la hora de elegir un producto, en la presente investigación se realizó el análisis sensorial en 100 panelistas mediante una prueba de escala hedónica de 9 puntos con el fin de determinar si el % de Formulación y Dilución, influye en el sabor de las bebidas funcionales, los puntajes promedios para el Sabor de las galletas de los 9 tratamientos a base de cushuro y pitahaya amarilla y edulcorada con Stevia. A continuación, se muestra la Tabla 32 con los valores obtenidos para los 9 tratamientos desarrollados entre los panelistas evaluados.

Tabla 32: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de SABOR de bebidas funcionales elaborados con cushuro, pitahaya y edulcorada con Stevia.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	SABOR*
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	5.78
2	80	20	1 : 1	5.22
3	90	10	1 : 1	4.28
4	70	30	1 : 2	6.03
5	80	20	1 : 2	5.41
6	90	10	1 : 2	4.63
7	70	30	1 : 3	6.59
8	80	20	1 : 3	5.59
9	90	10	1 : 3	5.06

Nota. *Media de 100 repeticiones + DS

En la tabla 32 se puede observar los puntajes promedios de la evaluación sensorial de las bebidas funcionales de pitahaya y cushuro para diferentes tratamientos. Para evaluar las características de sabor se muestran los valores de puntaje promedio para cada tratamiento, se identifica que la Formulación 7, conformada por 70% de pitahaya - 30% de cushuro y en

una dilución 1:3, presentó valores más altos de puntuación (6.59) y la Formulación 3 hecha con 90% de pitahaya - 10% de cushuro y en dilución 1:1, tuvo valores más bajos en promedio (4.28).

Por tanto, debemos tener en cuenta que la percepción del sabor ocurre no solo cuando probamos un producto con la lengua, porque las papilas gustativas de la lengua solo pueden juzgar lo dulce, ácido, salado y amargo de la comida, por lo que es necesario juzgar el sabor de un producto con la interacción del olfato y el gusto. Además, el sabor también está influenciado por las propiedades sensoriales del color y la textura (Rosero, 2020). Esto se vio reflejado, puesto que al ser la principal característica evoca diferentes reacciones y genera la impresión más representativa en los alimentos, dando así una distinción de un producto con otro y generando sensación de satisfacción al probarlo como fue el caso de la formulación 7.

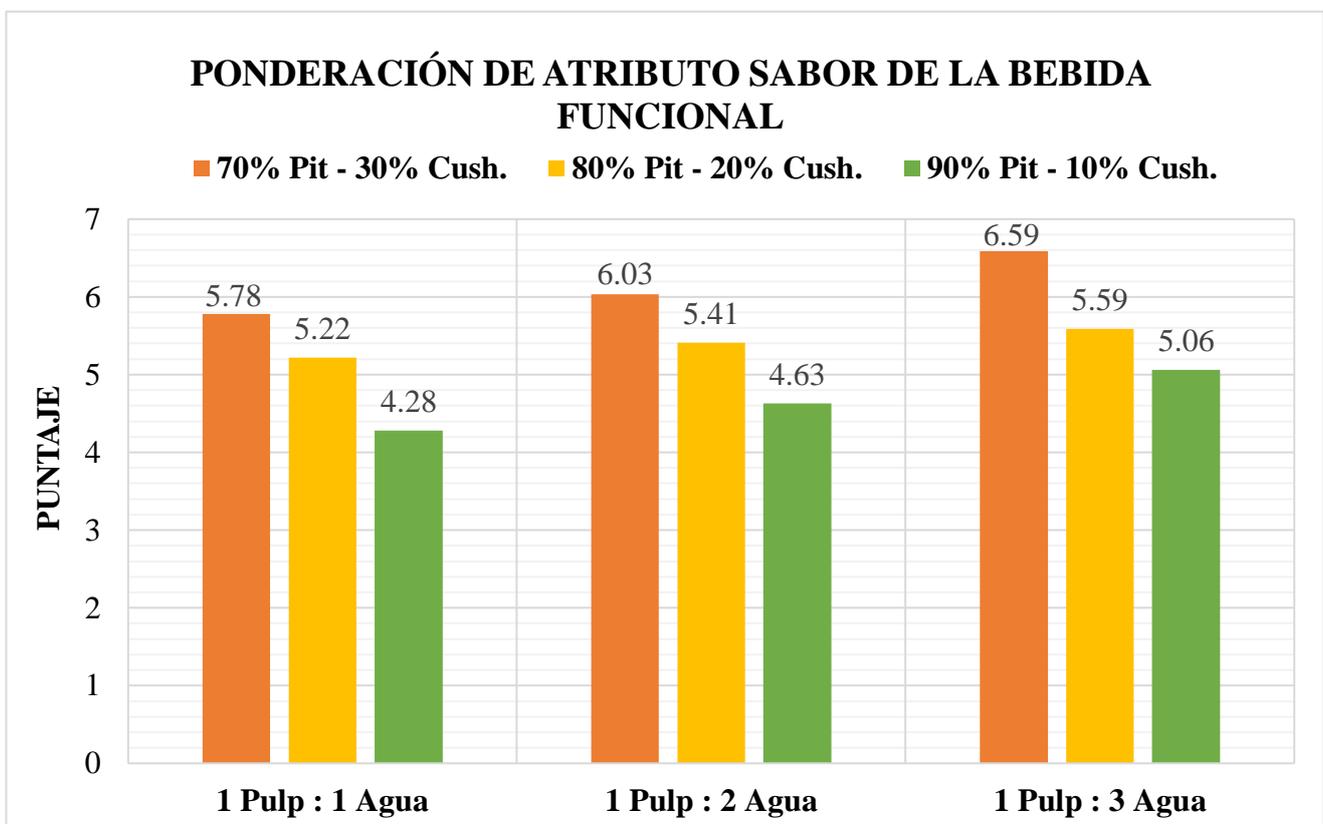


Figura 24: Puntaje promedio para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.

Como se muestra en la gráfica de la Figura 24, la puntuación más alta en sabor fue la bebida funcional hecha con el 70% de pitahaya y el 30% de cushuro, que obtuvo una puntuación de 6.59 (en una dilución de 1:3) y fue descrita como "me gusta moderadamente", mientras que la bebida funcional con 90% de pitahaya y 10% de cushuro presentó la puntuación más baja con una puntuación media de 4.28 (en dilución 1:1) se describió como "me gusta levemente", La figura 24 describe visualmente también que los mejores puntajes se evidencian para diluciones mayores en agua, y esto debido a que al producirse una mayor dilución, es el sabor generado de la mezcla del cushuro y pitahaya amarilla, no se percibe en la misma medida a la que es diluida en misma cantidad de pulpa y agua.

Tabla 33: Análisis de varianza para el atributo sensorial Sabor de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFEKTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	3.27109	2	1.63554	94.12	0.0004
B:DILUCIÓN	0.648289	2	0.324144	18.65	0.0094
RESIDUOS	0.0695111	4	0.0173778		
TOTAL (CORREGIDO)	3.98889	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA contribuye a explicar estadísticamente si la variabilidad de los valores de puntuación del atributo sensorial "Sabor" de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones y a las diluciones, observándose en la Tabla 33 que ambos efectos de las variables independientes son estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

De manera general, se obtienen resultados positivos respecto a la aceptabilidad del sabor aun considerando la presencia de cushuro en los tratamientos, por lo que se puede inferir que este no es percibido o no influye en el sabor de la bebida funcional.

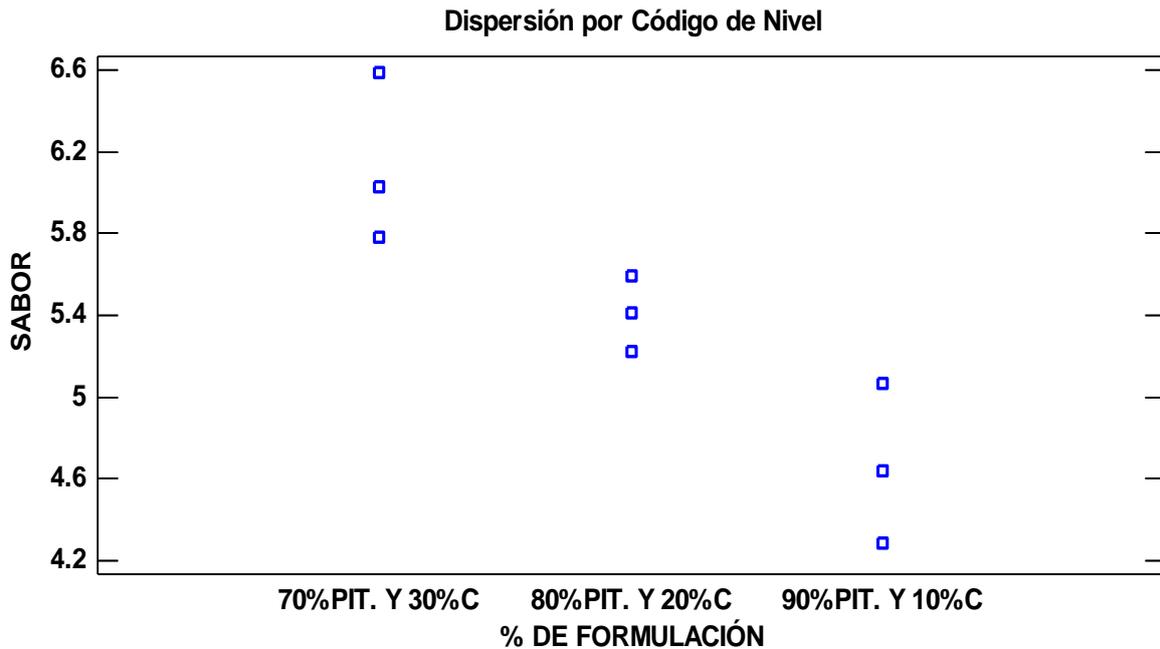


Figura 25: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

Gráficamente se puede observar que al agregar de 10% a 30% de cushuro, existe un incremento en el puntaje promedio para el sabor de las bebidas funcionales, este efecto se evidencia para las 3 diluciones.

En la investigación realizada por Ramos (2022), donde elaboraron una bebida con alga de *Nostoc Sphaericum* (cushuro) determinaron una aceptación de sabor del 37.7% (muy satisfecho), cuando se empleó 15% de cushuro, por otro lado, si comparamos esta información con la obtenida en la presente investigación (Tabla 33) donde se identificaron mejores puntuaciones promedio (5.78, 6.03 y 6.59) para formulaciones con mayor contenido de cushuro (30%) y teniendo similares y/o cercanas puntuaciones promedio en los 3 tipos de diluciones (1:1, 1:2 y 1:3).

Como se aprecia en la Figura 25 y Tabla 33 ANOVA, existe relación entre % de formulación y la dilución, por lo que la variabilidad en las puntuaciones de sabor de las bebidas funcionales es explicable, es decir, se puede demostrar que la dilución y la adición del contenido de las formulaciones mejora o declina el puntaje promedio para el atributo sabor de las bebidas funcionales.

Es preciso indicar que no se ha evidencia ningún puntaje promedio por debajo de los 4 puntos, por lo que se puede inferir que las bebidas funcionales en sus diferentes tratamientos tuvieron una calificación mínima de “Me gusta levemente” y en ningún caso una calificación de desagrado.

Además, es importante señalar que la prueba de rangos múltiples de LSD si encontró pares de medias significativamente diferentes, ya que el % de formulación y las diluciones fueron significativos.

Tabla 34: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
70%PIT. Y 30%C - 80%PIT. Y 20%C	*	0.726667	0.298842
70%PIT. Y 30%C - 90%PIT. Y 10%C	*	1.47667	0.298842
80%PIT. Y 20%C - 90%PIT. Y 10%C	*	0.75	0.298842

* indica una diferencia significativa

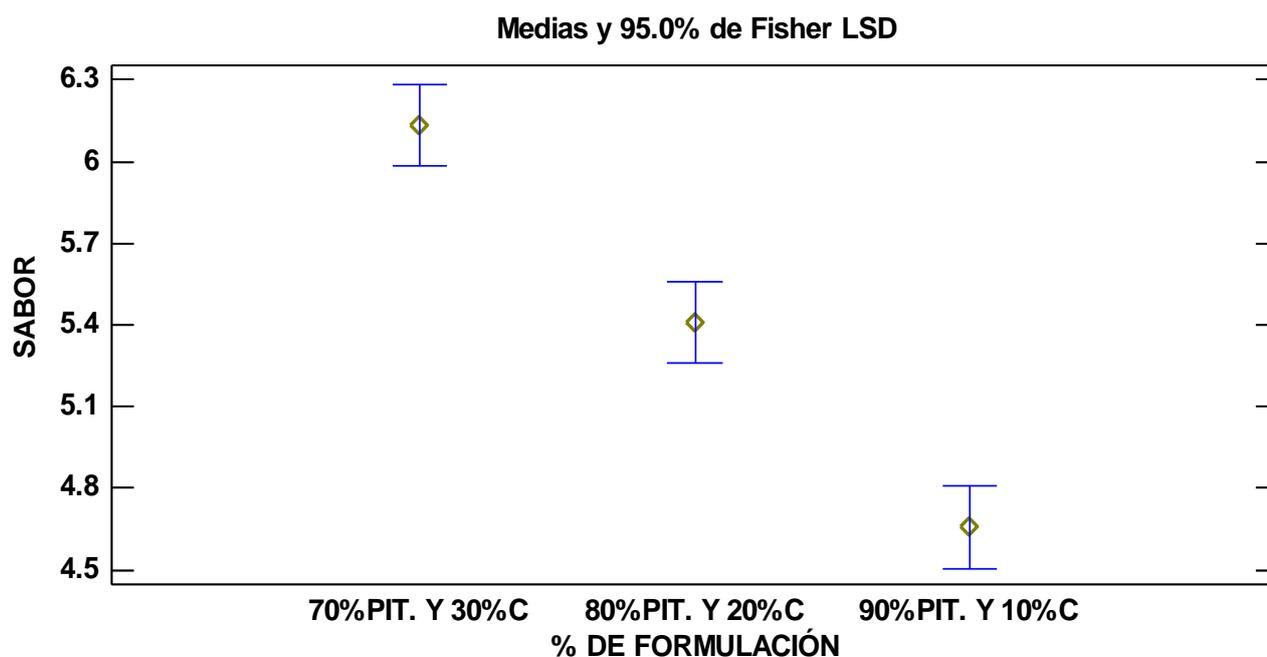


Figura 26: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

En la Tabla 34 se muestra que hay diferencias significativas entre los pares medios en términos de las formulaciones para las bebidas funcionales, es decir, la diferencia de puntuación media que existe entre ellos es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa.

Además, como se muestra en la Figura 26, la formulación de la bebida funcional con 70% pitahaya y 30% cushuro obtuvo la calificación más alta (y por cada dilución) otorgada por los panelistas en cuanto al sabor.

Tabla 35: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1:01 - 1:02		-0.263333	0.298842
1:01 - 1:03	*	-0.653333	0.298842
1:02 - 1:03	*	-0.39	0.298842

* indica una diferencia significativa.

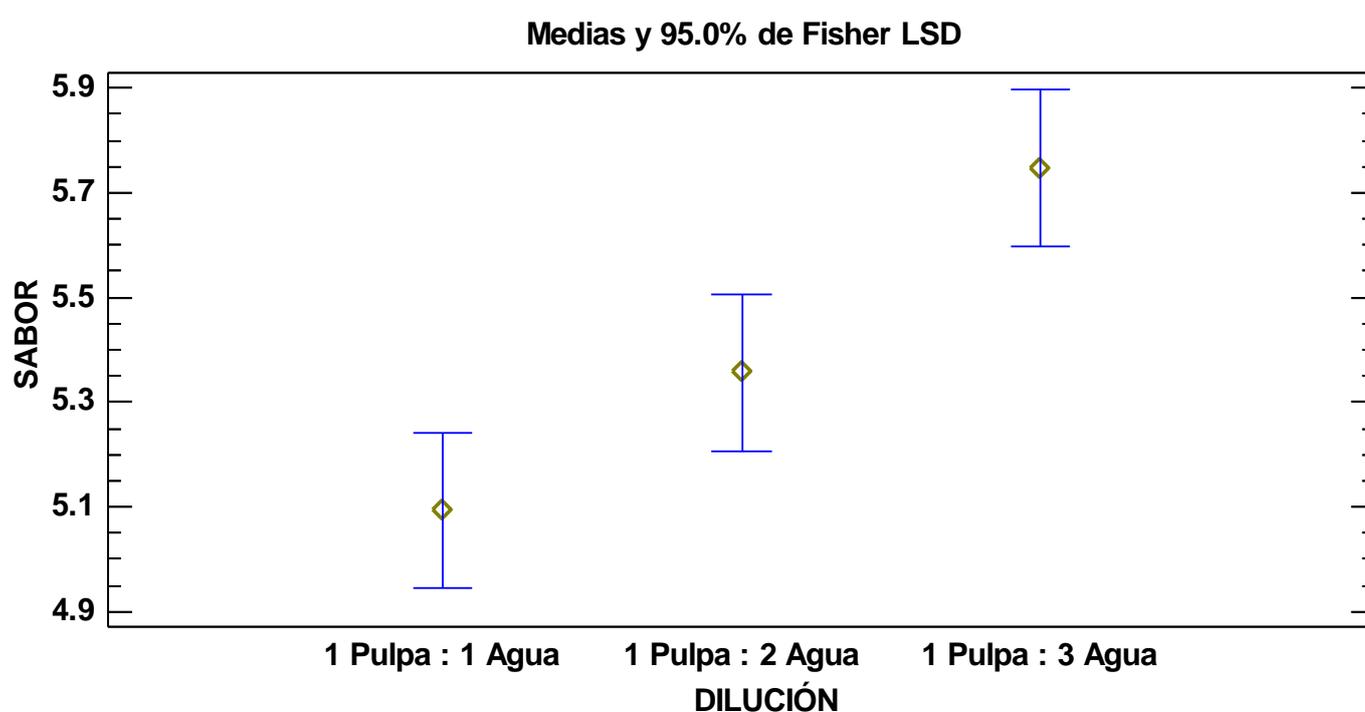


Figura 27: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Sabor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.

En la Tabla 35 se muestra que hay diferencias significativas entre los pares medios para el caso de las disoluciones para las bebidas funcionales, la diferencia significativa se aprecia directamente en 2 pares de diluciones, en 1:1 con 1:3 y 1:2 con 1:3.

Además, como se muestra en la Figura 27, la disolución 1 de pulpa y 3 de agua para la bebida funcional obtuvo la calificación más alta otorgada por los panelistas en cuanto al sabor.

4.5.2. COLOR

El color es un atributo sensorial importante, dado que es una de las primeras características que el consumidor detecta. Su aspecto visual inclusive puede determinar la aceptación o rechazo de un producto, por ello resulta importante analizar dentro de los 9 tratamientos desarrollados, cual es el que los panelistas prefieren.

Tabla 36: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de COLOR de superficie.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	COLOR*
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	5.9
2	80	20	1 : 1	4.78
3	90	10	1 : 1	4.03
4	70	30	1 : 2	6.22
5	80	20	1 : 2	5.22
6	90	10	1 : 2	4.13
7	70	30	1 : 3	6.53
8	80	20	1 : 3	5.5
9	90	10	1 : 3	4.53

Nota. *Media de 100 repeticiones + DS

En la tabla 36 se puede observar la evaluación sensorial de las bebidas funcionales elaboradas con pitahaya y cushuro para diferentes tratamientos. Para evaluar las características de color se muestran los valores calculados para cada tratamiento, teniendo la Formulación 7, conformada por el 70% de pitahaya y el 30% de cushuro, presentó valores de puntuación más altos y la Formulación 3 conformada por 90% de pitahaya y 10% de cushuro, tuvo valores más bajos en promedio.

Para ello debemos tener en cuenta que, para el cushuro el cambio de color se debe a la presencia de algunos de sus pigmentos naturales, como la clorofila, que le da un aspecto verde, mientras que el color azul se debe a la presencia de ficocianina, que interviene en la fotosíntesis. También se ha observado que cushuro tiene un color marrón causado por la ficoeritrina, un pigmento rojo que, cuando se mezcla con los otros pigmentos mencionados, produce este color (Sáenz y Valladares, 2021).

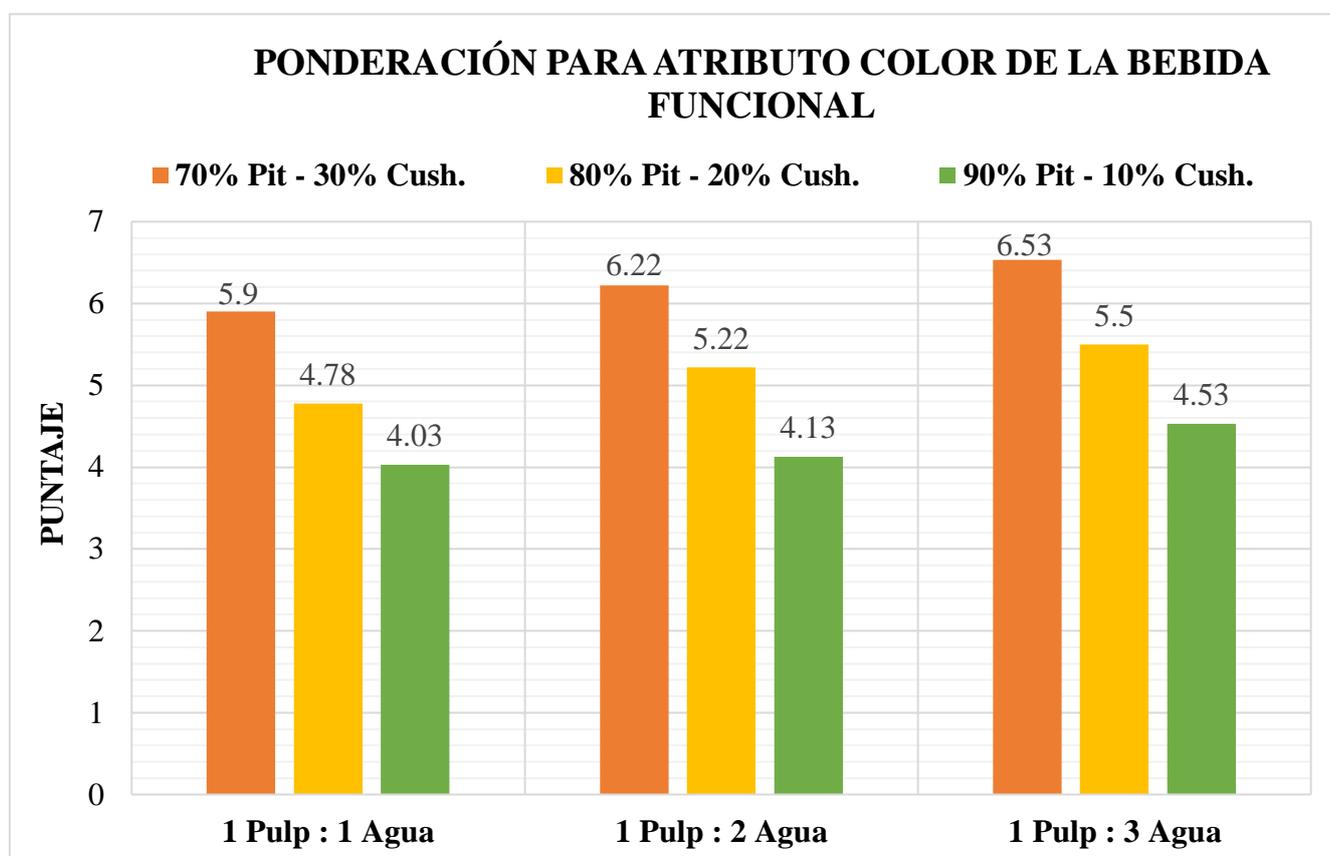


Figura 28: Puntaje promedio para el atributo sensorial Color las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.

Como se muestra en la gráfica, la puntuación más alta en sabor fue la bebida funcional hecha con el 70% de pitahaya y el 30% de cushuro y a una dilución de 1 pulpa: 3 agua, que obtuvo una puntuación de 6.53 y fue descrita como "me gusta moderadamente", mientras que la bebida funcional con 90% de pitahaya y 10% de cushuro y dilución 1 pulpa : 1 agua, presentó la puntuación más baja con una puntuación media de 4.03 se describió como "me gusta levemente".

Tabla 37: Análisis de varianza para el atributo sensorial Color de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	5.92669	2	2.96334	387.65	0.0000
B:DILUCIÓN	0.571356	2	0.285678	37.37	0.0026
RESIDUOS	0.0305778	4	0.00764444		
TOTAL (CORREGIDO)	6.52862	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

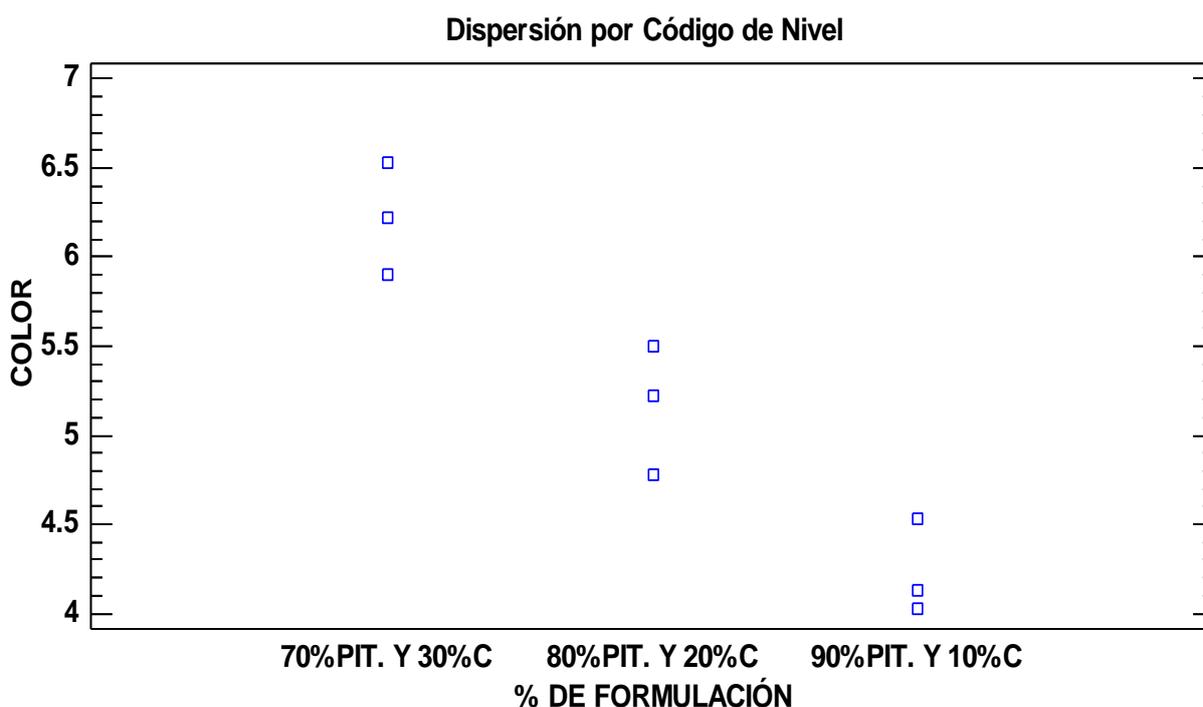


Figura 29: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación

La tabla 37 ANOVA contribuye a explicar estadísticamente si la variabilidad de los valores del atributo sensorial Color de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones y a las diluciones, siendo así que ambas de las variables independientes son estadísticamente significativas al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

Como se ve en el gráfico (Figura 29) y de la tabla 37 ANOVA, si existe relación entre % de formulación y la dilución, por lo que la variabilidad en las puntuaciones de color de las bebidas funcionales tiene un efecto en ellas, es decir, se puede demostrar que la dilución y la adición del contenido de las formulaciones mejora o desagrada el atributo de color de las bebidas funcionales.

En ninguno de los casos (9 tratamientos), se obtuvo un valor por debajo de los 4 puntos, por lo que podemos concluir que las bebidas funcionales no presentaron desagrado desde el atributo sensorial de color.

Con base en el diagrama de dispersión de los datos del % de formulación en las bebidas funcionales (Figura 29), que agrupa las 3 diferentes formulaciones, se observó una mayor dispersión para la formulación de 70% de pitahaya y 30% de cushuro, lo que indica que para estas formulaciones los panelistas estimaron puntuaciones más dispersas. Además, presenta puntuaciones más altas y decrecientes a medida que se disminuye el contenido de cushuro en la formulación, lo cual resulta favorable puesto que permitiría fortificar la bebida con un más alto % de cushuro (30%), y el cual permitiría tener mayores contenidos de nutrientes.

Con la gráfica de dispersión se observa que al agregar de 10% a 30% de cushuro, existe una gran diferencia en el puntaje promedio para el color. Cuando la cantidad de adición es del 20 % de cushuro y dilución 1 pulpa : 2 agua, se otorga a las bebidas funcionales la segunda mejor puntuación de 6.22.

Adicional a ello, es preciso indicar que la prueba de rangos múltiples de LSD si determinó pares de medias significativamente diferentes, ya que se identificaron pares del % de formulación y diluciones que fueron significativos.

Tabla 38: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70%PIT. Y 30%C - 80%PIT. Y 20%C	*	1.05	0.198206
70%PIT. Y 30%C - 90%PIT. Y 10%C	*	1.98667	0.198206
80%PIT. Y 20%C - 90%PIT. Y 10%C	*	0.936667	0.198206

* indica una diferencia significativa.

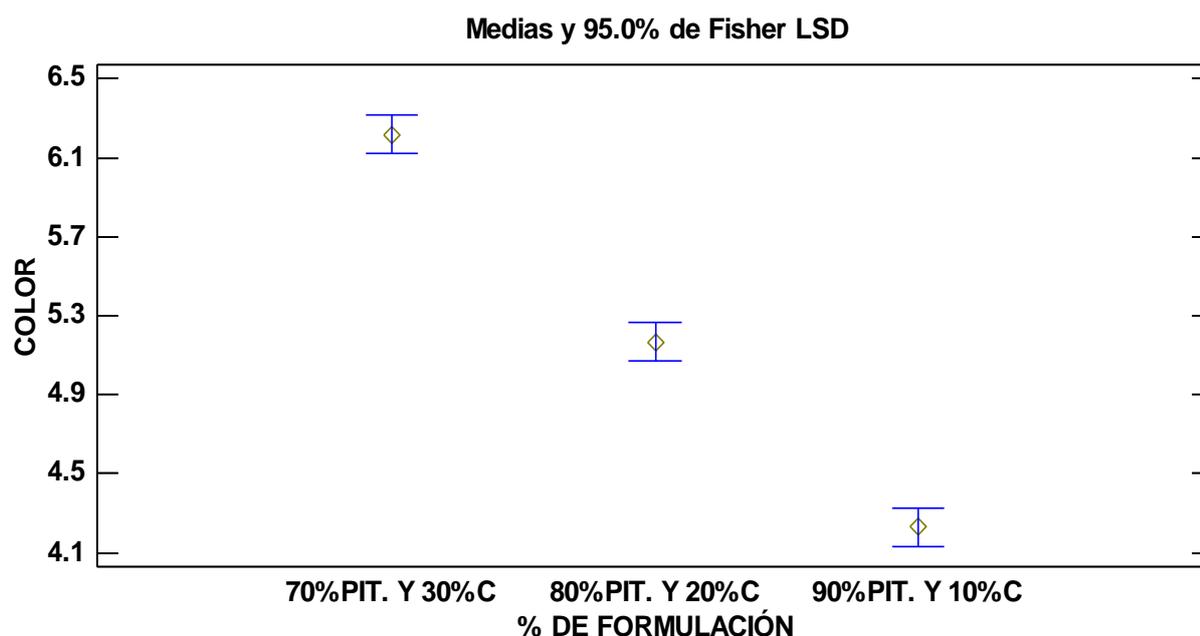


Figura 30: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

En la Tabla 38 se muestra que hay diferencias significativas entre los pares de medias en términos de las formulaciones para las bebidas funcionales, es decir, la diferencia de puntuación media que existe entre ellos es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa.

Además, como se muestra en la Figura 30, la formulación de la bebida funcional con 70% pitahaya y 30% cushuro obtuvo la calificación más alta otorgada por los panelistas en cuanto al sabor.

En el gráfico, la formulación 90% pitahaya y 10% cushuro, y en los 3 tipos de diluciones, de las bebidas funcionales es el menos preferido entre los

panelistas en términos de color con la puntuación media más baja. La formulación 70% pitahaya y 30% cushuro a para las bebidas funcionales recibieron una puntuación promedio de 6.22 independientemente del % de formulación, lo que indica que los panelistas calificaron el sabor agradable de las bebidas funcionales como levemente.

Tabla 39: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1:01 - 1:02	*	-0.286667	0.198206
1:01 - 1:03	*	-0.616667	0.198206
1:02 - 1:03	*	-0.33	0.198206

* indica una diferencia significativa.

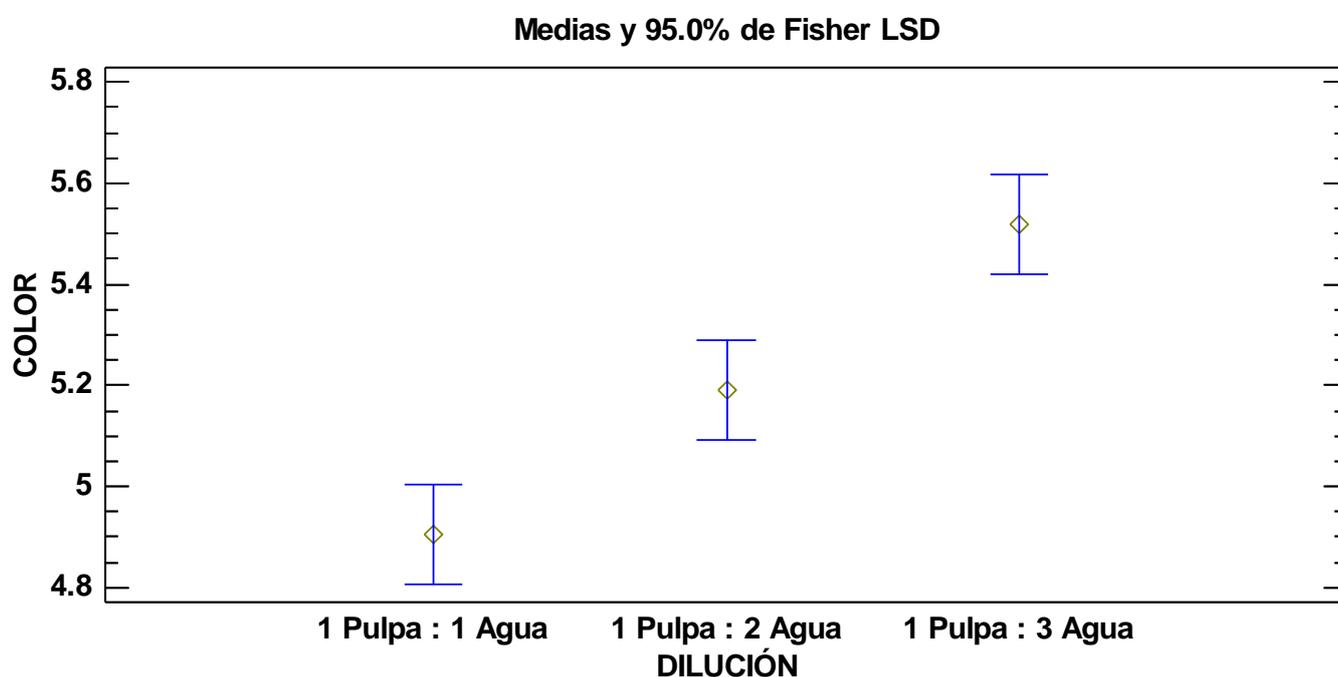


Figura 31: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Color de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.

En la Tabla 39 se muestra las diferencias significativas entre los pares de medias en términos de las disoluciones para las bebidas funcionales, es decir, la diferencia de puntuación media que existe entre ellos es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa, y esta se da entre los 3 tipos de diluciones.

Como se muestra en la Figura 31, la disolución 1 de pulpa y 3 de agua para la bebida funcional obtuvo la calificación más alta otorgada por los panelistas en cuanto al color.

En el gráfico, la dilución 1 de pulpa y 1 de agua las bebidas funcionales es el menos preferido entre los panelistas en términos de olor con la puntuación media más baja. La dilución 1 de pulpa y 3 de agua para las bebidas funcionales recibieron una puntuación promedio de 5.52 independientemente del % de formulación, lo que indica que los panelistas calificaron el olor agradable de las bebidas funcionales como levemente.

4.5.3. OLOR

Se observa la Tabla 40 con los valores obtenidos para las 9 formulaciones desarrollados entre los panelistas evaluados.

Tabla 40: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de OLOR de la bebida funcional de pitahaya con cushuro.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	OLOR*
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	6
2	80	20	1 : 1	5.53
3	90	10	1 : 1	4.81
4	70	30	1 : 2	6.22
5	80	20	1 : 2	5.69
6	90	10	1 : 2	5
7	70	30	1 : 3	6.34
8	80	20	1 : 3	5.84
9	90	10	1 : 3	5.34

Nota. *Media de 100 repeticiones + DS

En esta tabla 40 se puede observar la evaluación sensorial de las bebidas funcionales de pitahaya y cushuro para diferentes tratamientos. Para evaluar las características de olor se muestran los valores calculados para cada tratamiento, teniendo la Formulación 7 que hecha por el 70% de pitahaya y el 30% de cushuro, presentó valores más altos y la Formulación 3 hecha con 90% de pitahaya y 10% de cushuro, tuvo valores más bajos en promedio.

Por ello, esta característica está estrechamente relacionada con la calidad y frescura de los alimentos. El olor de diferentes alimentos se percibe de forma diferente debido a las sustancias volátiles que se liberan y recogen por la nariz. Por lo tanto, es importante evitar confundir el olor con otros motivos. Contaminación del olor, los alimentos deben almacenarse en recipientes herméticamente cerrados. En la evaluación sensorial es importante que no haya contaminación cruzada.

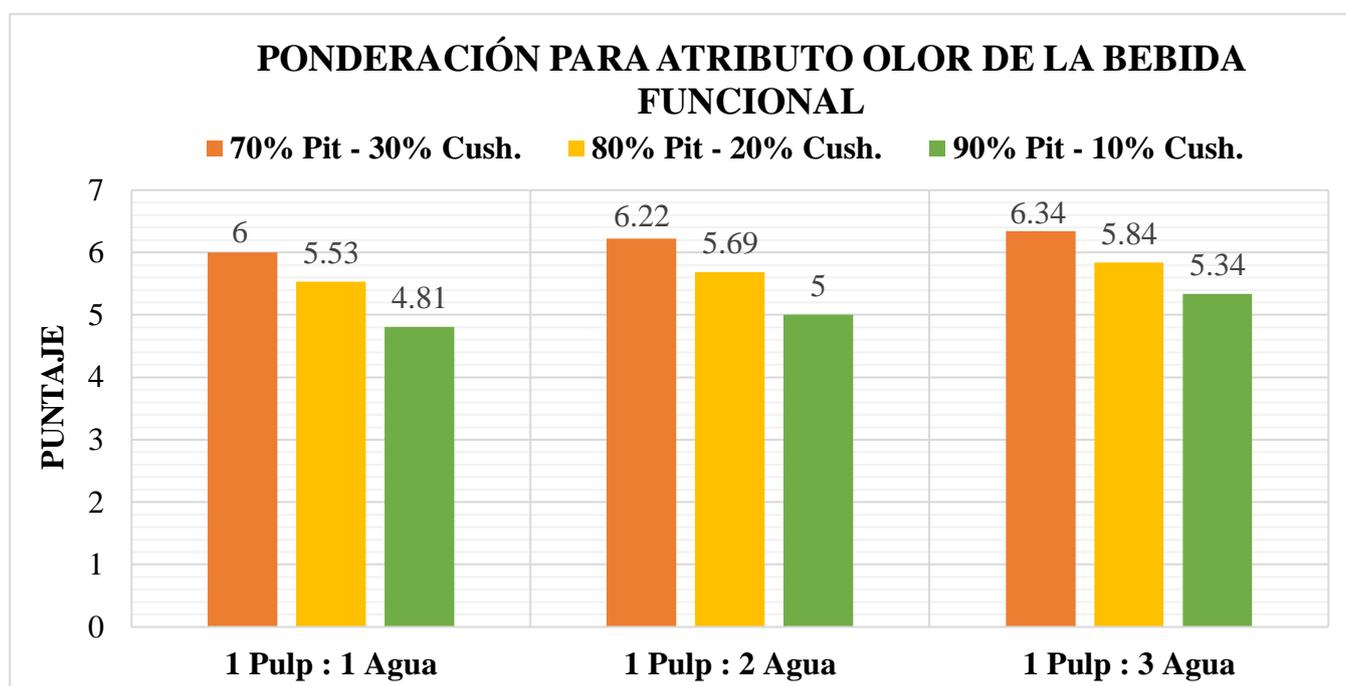


Figura 32: Puntaje promedio para el atributo sensorial Olor las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro.

Como se muestra en la gráfica, la puntuación más alta en sabor fue la bebida funcional hecha con el 70% de pitahaya y el 30% de cushuro, que obtuvo una puntuación de 6.34 y fue descrita como "me gusta moderadamente", mientras que la bebida funcional con 90% de pitahaya y

10% de cushuro presento la puntuación más baja con una puntuación media de 4.81 se describió como "me gusta levemente".

Tabla 41: Análisis de varianza para el atributo sensorial Olor de una bebida funcional a base de pitahaya y cushuro en diferentes formulaciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	1.94736	2	0.973678	198.94	0.0001
B:BLOQUE	0.232156	2	0.116078	23.72	0.0060
RESIDUOS	0.0195778	4	0.00489444		
TOTAL (CORREGIDO)	2.19909	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA contribuye a explicar estadísticamente si la variabilidad de los valores del atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones y a las disoluciones, siendo así que ambas variables independientes son estadísticamente significativas al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

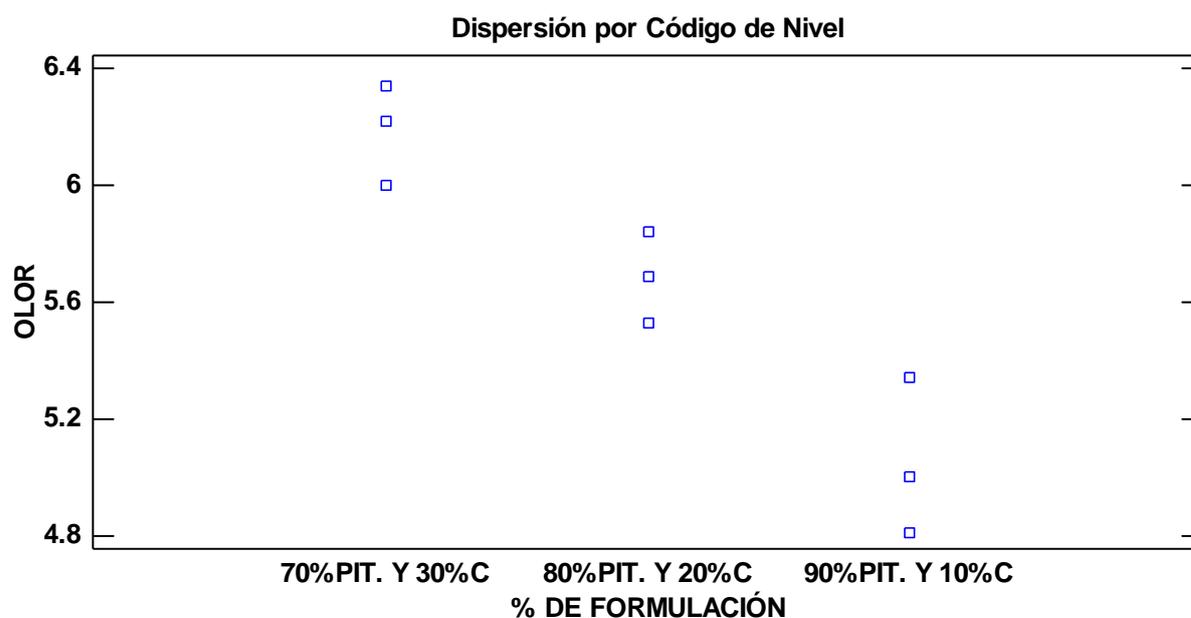


Figura 33: Gráfica de dispersión de atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

Con base en el diagrama de dispersión de los datos del % de formulación en las bebidas funcionales (Figura 33), que agrupa las 3 diferentes formulaciones, se observó una mayor dispersión para la formulación de 70% de pitahaya y 30% de cushuro, lo que indica que para estas formulaciones los panelistas estimaron puntuaciones disipadas.

Tabla 42: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70%PIT. Y 30%C - 80%PIT. Y 20%C	*	0.5	0.158598
70%PIT. Y 30%C - 90%PIT. Y 10%C	*	1.13667	0.158598
80%PIT. Y 20%C - 90%PIT. Y 10%C	*	0.636667	0.158598

* indica una diferencia significativa.

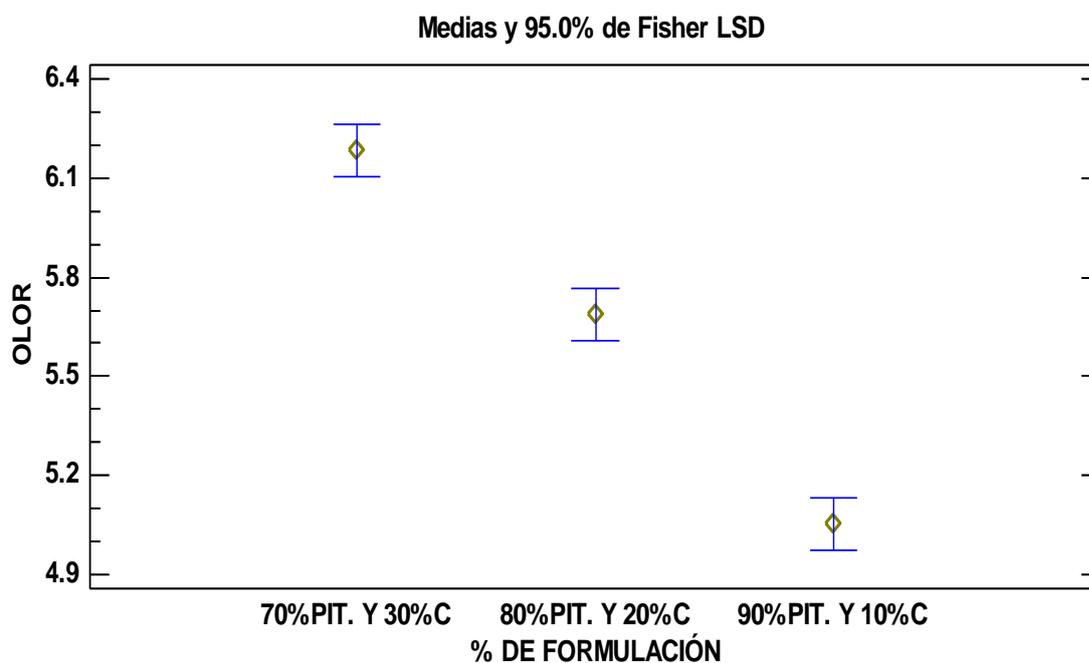


Figura 34: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Formulación.

En la Tabla 42 se muestra que si hay diferencias significativas entre los pares de medias (para los 3 tipos de formulaciones) en términos de las formulaciones para las bebidas funcionales, es decir, la diferencia de puntuación media que existe entre ellos es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa.

Sin embargo, como se muestra en la Figura 34, la formulación de la bebida funcional con 70% pitahaya y 30% cushuro obtuvo la calificación más alta otorgada por los panelistas en cuanto al olor.

Como se puede ver en el gráfico de la media de Fisher, la formulación 90% pitahaya y 10% cushuro las bebidas funcionales es el menos preferido entre los panelistas en términos de olor con la puntuación media más baja. La formulación 70% pitahaya y 30% cushuro (en dilución 1:3) para las bebidas funcionales recibieron una puntuación promedio de 6.34, lo que indica que los panelistas calificaron el olor agradable de las bebidas funcionales como levemente. Además no se identificaron valores por debajo de los 4 puntos, lo cual confirmaría la aceptabilidad del producto para el atributo Olor.

Tabla 43: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro s por Dilución.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1:01 - 1:02	*	-0.19	0.158598
1:01 - 1:03	*	-0.393333	0.158598
1:02 - 1:03	*	-0.203333	0.158598

* indica una diferencia significativa

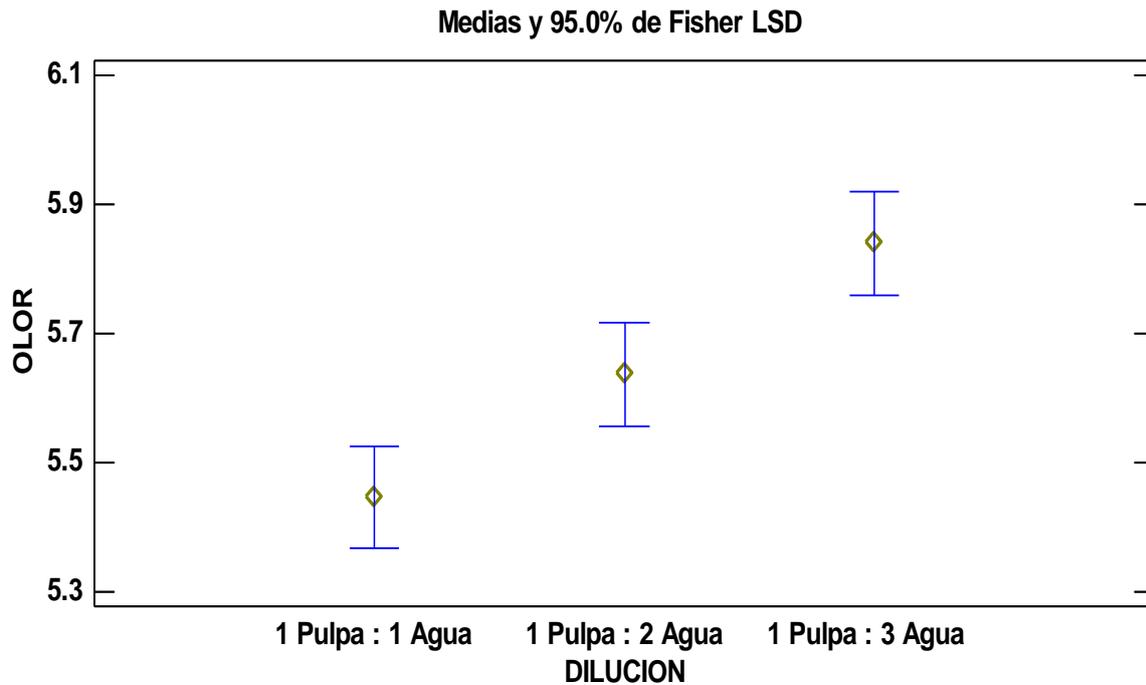


Figura 35: Medias y Prueba de Fisher LSD para el atributo sensorial Olor de las bebidas funcionales a base de pitahaya y cushuro por Dilución.

En la Tabla 43 se muestra que, si hay diferencias significativas entre los pares medios en términos de las disoluciones para las bebidas funcionales, es decir, la diferencia de puntuación media que existe entre ellos no es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa.

Además, como se muestra en la Figura 36, la disolución 1 de pulpa y 3 de agua para la bebida funcional obtuvo la calificación más alta otorgada por los panelistas en cuanto al olor.

Como se puede ver en el gráfico de la media de Fisher, la dilución 1 de pulpa y 1 de agua las bebidas funcionales es el menos preferido entre los panelistas en términos de olor con la puntuación media más baja (4.82).

4.5.4. CONSISTENCIA

La consistencia de una bebida es una de las características que permite medir el grado de aceptabilidad del producto, y puede definir la compra o no de este.

La consistencia puede verse influenciado por el contenido de cushuro y pitahaya en la mezcla además de la dilución que presenta, a su vez este factor resulta determinante en las características sensoriales del producto.

Tabla 44: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro, edulcorada con Stevia.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	CONSISTENCIA
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	6.03
2	80	20	1 : 1	5.25
3	90	10	1 : 1	4.31
4	70	30	1 : 2	6.31
5	80	20	1 : 2	5.78
6	90	10	1 : 2	4.97
7	70	30	1 : 3	6.78
8	80	20	1 : 3	5.88
9	90	10	1 : 3	5.09

Nota. *Media de 100 repeticiones + DS

La Tabla 44 muestra los puntajes promedios otorgados por los panelistas para cada tratamiento desarrollado, se logra identificar que el mayor puntaje se ha otorgado al tratamiento 7 (70% pitahaya - 30% cushuro, y una dilución 1 pulpa : 3 agua), puesto que, se obtuvo un puntaje promedio de 6.78, valor que corrobora el agrado del grupo de panelistas, así mismo es preciso indicar que se identifican los mayores puntajes para la formulación conformada por 70% pitahaya y 30% cushuro, y para el caso

de las diluciones se detecta una mayor puntuación para tratamientos con mayor dilución en agua. El cushuro presenta una consistencia gelatinosa, el cual confiere a la bebida funcional, por lo que resulta factible la preferencia de los panelistas para tratamientos con diluciones en agua más altas, no obstante, en ninguno de los tratamientos se detectó puntajes promedios por debajo de 4, por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos fueron aceptados por los panelistas para el atributo de consistencia de la bebida funcional.

Un néctar comercial posee una consistencia espesa, por lo que resulta verídico obtener puntajes que no sean inferiores a 4pts de un total de 9pts, puesto que, el cushuro le proporciona a la bebida funcional una consistencia espesa, característica que contribuye a la aceptabilidad de la consistencia de la bebida funcional elaborada con cushuro y pitahaya.

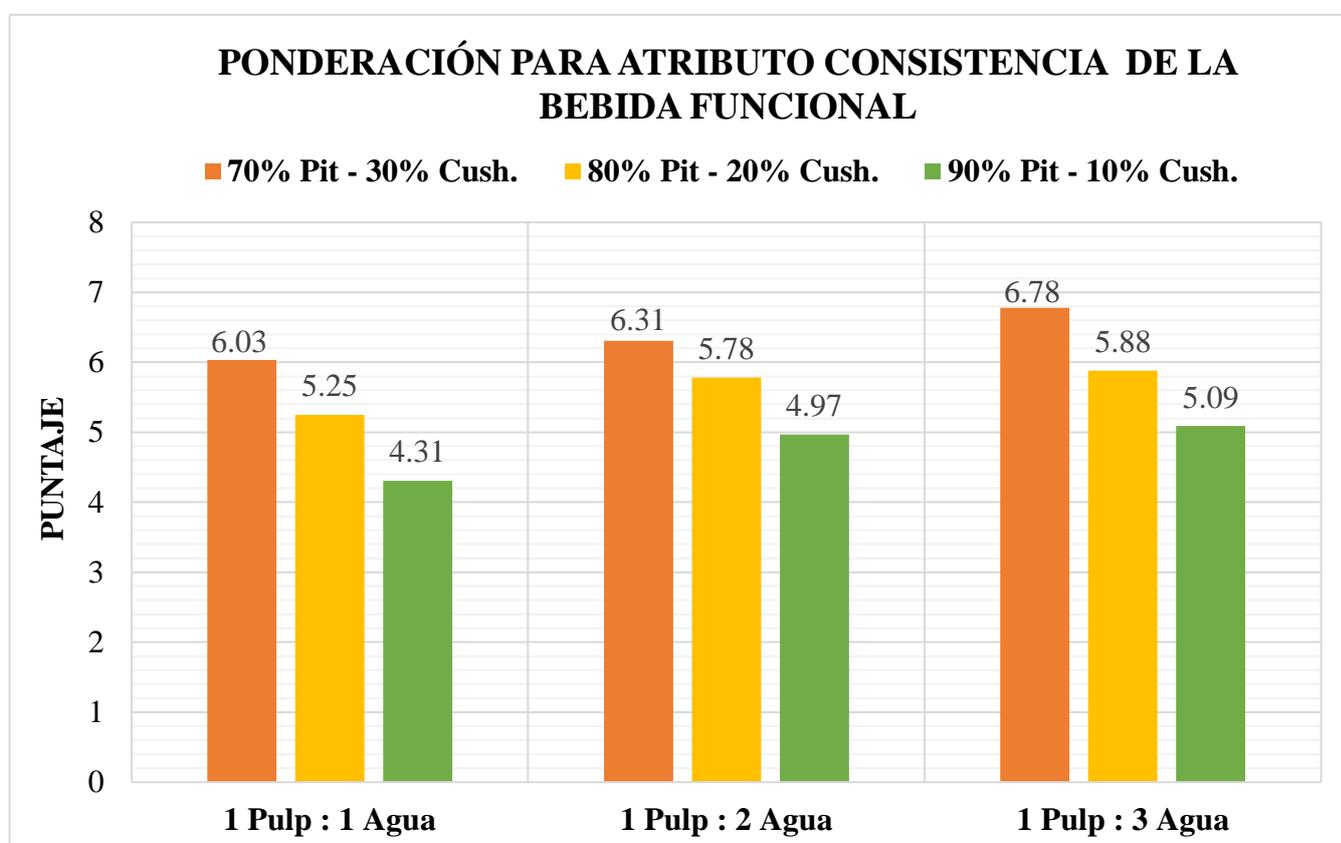


Figura 36: Diagrama de puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

En la figura 36, se aprecia visualmente la tendencia decreciente del puntaje para el atributo de consistencia a medida que se disminuye el contenido de cushuro en la formulación, es decir se obtienen puntajes más altos cuando la mezcla posee 70% de pitahaya y 30% de cushuro, mientras que, para el factor de dilución, se ve la influencia de un mayor puntaje para la consistencia de la bebida, en tratamientos con mayor dilución 1 pulpa: 3 agua.

En las industrias de néctar se utiliza como espesante el CMC, Carboximetilcelulosa (CMC) el cual es el principal derivado de la celulosa, es un estabilizador que se utiliza en distintos productos alimenticios para dar la sensación y textura de espesor ayudando a mantener la humedad.

Es así que, a diferencia de la bebida funcional, esta posee un espesante natural y el cual además es parte de la materia prima, por lo que se estarían reduciendo los gastos en insumos.

El cushuro (*Nostoc sphaericum*) es un alga esférica gelatinosa que contiene innumerables compuestos químicos altamente nutritivos, especialmente rico en hierro y proteína. Los hidrocoloides, como el cushuro, poseen propiedades gelificantes, espesantes, emulsionantes, estabilizantes y organolépticas, entre otras, útiles para lograr determinadas características en los productos finales (Corpus A. , y otros, 2021).

Tabla 45: Análisis de varianza de los puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	3.76647	2	1.88323	130.03	0.0002
B:DILUCIÓN	0.8114	2	0.4057	28.01	0.0044
RESIDUOS	0.0579333	4	0.0144833		
TOTAL (CORREGIDO)	4.6358	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

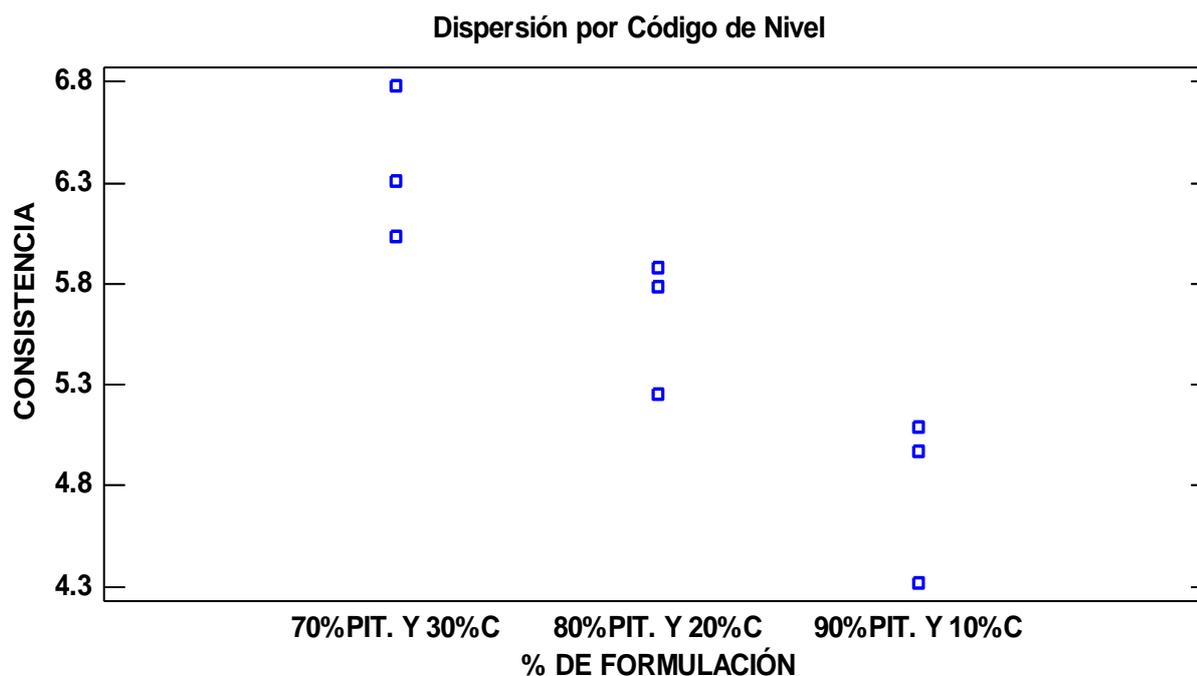


Figura 37: *Gráfica de dispersión de los puntajes promedios para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.*

La tabla 45 ANOVA, explica estadísticamente si la variabilidad de los valores del atributo sensorial de Consistencia de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones y a las diluciones en forma conjunta o únicamente uno de ellos, es así que en la tabla 45 se determinó que ambas variables independientes (% de formulación y dilución) son estadísticamente significativas al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

El diagrama de dispersión en base a los % de formulación en las bebidas funcionales (Figura 37), muestra la agrupación de las 3 diferentes diluciones por cada tipo de formulación, se observó una mayor dispersión para la formulación de 70% de pitahaya - 30% de cushuro y la formulación compuesta por 90% pitahaya – 10% de cushuro, lo que indica que se obtuvo una mayor preferencia en cuanto al atributo de consistencia para la formulación que contenía mayor % de cushuro dentro de los tratamientos y este presenta además un efecto estadísticamente significativo.

Tabla 46: Prueba de Múltiples Rangos LSD para. el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70%PIT. Y 30%C - 80%PIT. Y 20%C	*	0.736667	0.272822
70%PIT. Y 30%C - 90%PIT. Y 10%C	*	1.583333	0.272822
80%PIT. Y 20%C - 90%PIT. Y 10%C	*	0.846667	0.272822

* indica una diferencia significativa.

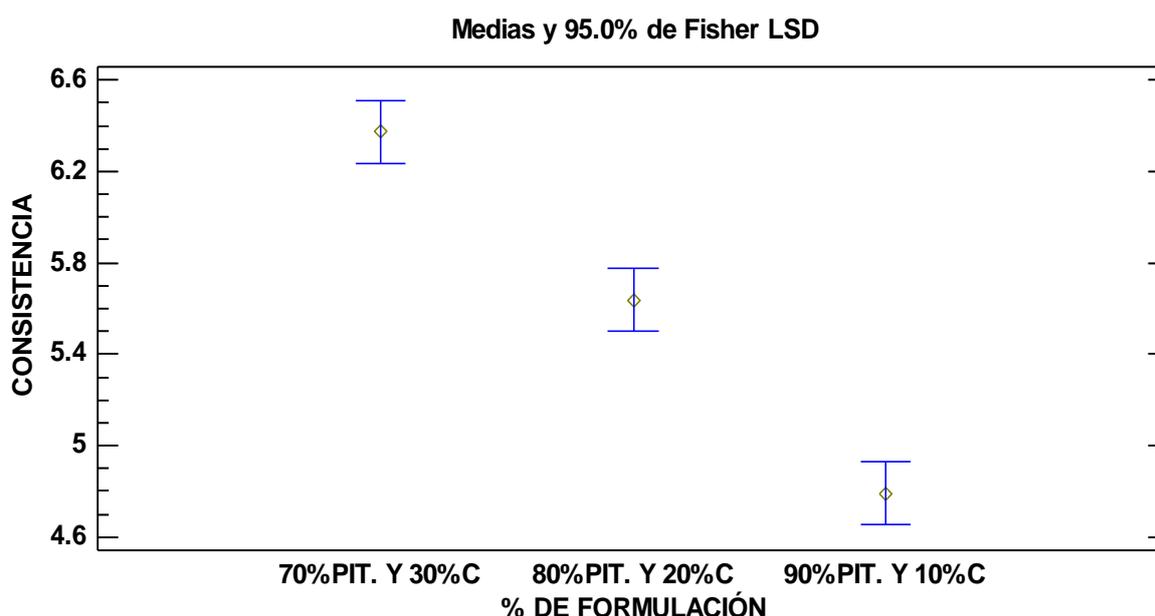


Figura 38: Medias y Prueba de Fisher LSD para. el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

En la Tabla 46 y en la figura 38 se identifican los pares de medias de las Formulaciones que presentan diferencia significativa entre ellas, es así que se aprecia en la tabla 46 que todas las combinaciones de los tratamientos de las formulaciones presentan diferencia significativa, por lo que se puede afirmar que los panelistas perciben las diferentes concentraciones de (% cushuro y % de pitahaya) variantes en la mezcla y por ello determinan diferentes puntuaciones a ellas. Se percibe un mayor puntaje promedio cuando el tratamiento presenta un mayor % de cushuro, es decir el puntaje tiene una relación directa con el % de cushuro y % de pitahaya presente en la mezcla.

Tabla 47: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1:01 - 1:02	*	-0.49	0.272822
1:01 - 1:03	*	-0.72	0.272822
1:02 - 1:03		-0.23	0.272822

* indica una diferencia significativa.

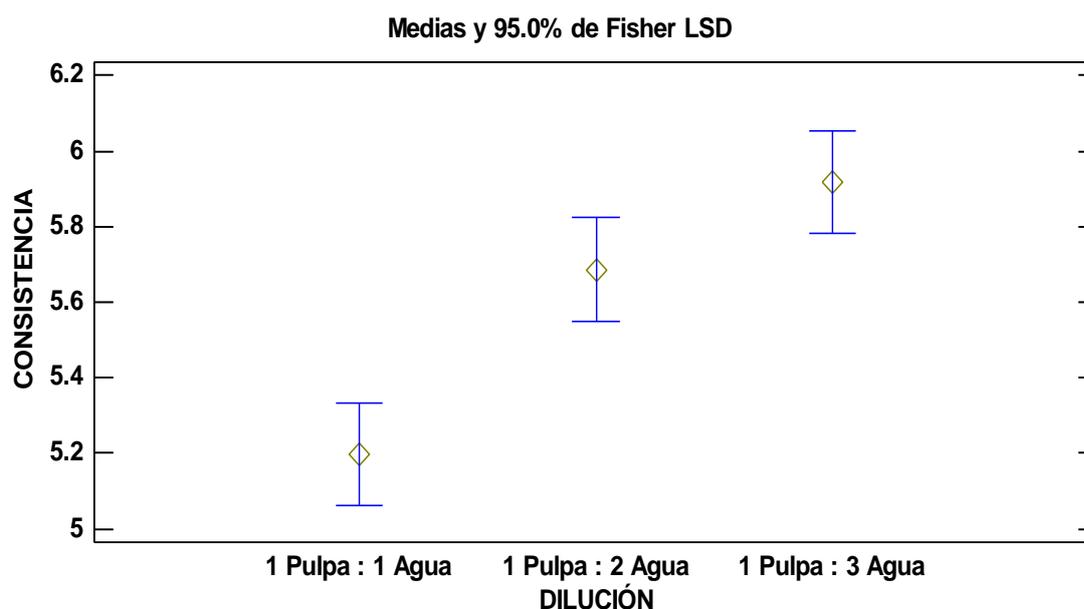


Figura 39: Medias y Prueba de Fisher LSD el atributo sensorial de CONSISTENCIA de la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

Se observa en la Tabla 47 y en la figura 39 los pares de medias de las diluciones que presentan diferencia significativa entre ellas, es así que se identifica en la tabla 47 que las diluciones 1:1 – 1:3 y 1:1 – 1:2 presentan diferencia significativa, por lo que se puede afirmar que los panelistas perciben las diferentes en consistencia de estos tratamientos de manera significativa. Se percibe además en la figura 39 un mayor puntaje promedio cuando el tratamiento presenta una mayor dilución en agua, es decir el puntaje tiene una relación directa con la dilución, cuanto mas diluido está la mezcla de la bebida funcional, mayor puntaje se le otorgó al tratamiento.

4.5.5. INTENCIÓN DE COMPRA

La aceptabilidad general de un producto en sus diferentes atributos como los sensoriales van a determinar la intención de compra de los panelistas y en consecuencia la factibilidad de crecimiento del producto ante un ingreso al mercado. Es por ello que, con la finalidad, de identificar cual es la intención de compra de cada uno de los tratamientos y así mismo realizar un análisis de ello, en la Tabla 48 se describen los promedios de intención de compra de acuerdo a los diferentes tratamientos realizados.

Tabla 48: % de intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

TRATAMIENTOS	FORMULACION		DILUCION (PULPA:AGUA)	INTENCIÓN DE COMPRA
	% PITAHAYA	% CUSHURO		
1	70	30	1 : 1	5.5
2	80	20	1 : 1	4.5
3	90	10	1 : 1	4.0
4	70	30	1 : 2	6.1
5	80	20	1 : 2	4.9
6	90	10	1 : 2	4.2
7	70	30	1 : 3	7.3
8	80	20	1 : 3	5.2
9	90	10	1 : 3	4.3

Nota. *Media de 100 repeticiones + DS

Los tratamientos con menor puntaje de intención de compra fueron los conformados por 90% de pitahaya y 10% de cushuro dentro de su formulación y estas a su vez en los 3 tipos de diluciones (1:1, 1:2 y 1:3), dentro de las cuales la dilución 1:1 (Tratamiento 3) se identificó como el tratamiento de menor valor, es preciso indicar que en ninguno de los casos se identificó un puntaje de intención de compra inferior al 4, incluso solo 3 tratamiento recibieron puntuaciones por debajo de 50%, es decir, el 67%

de los tratamientos poseen un puntaje de intención de compra favorable.

Por otro lado, el mayor puntaje de intención de compra se identifica en el tratamiento 7, el cual está elaborado con 70% de pitahaya 30% de cushuro y una dilución de 1 pulpa: 3 agua.

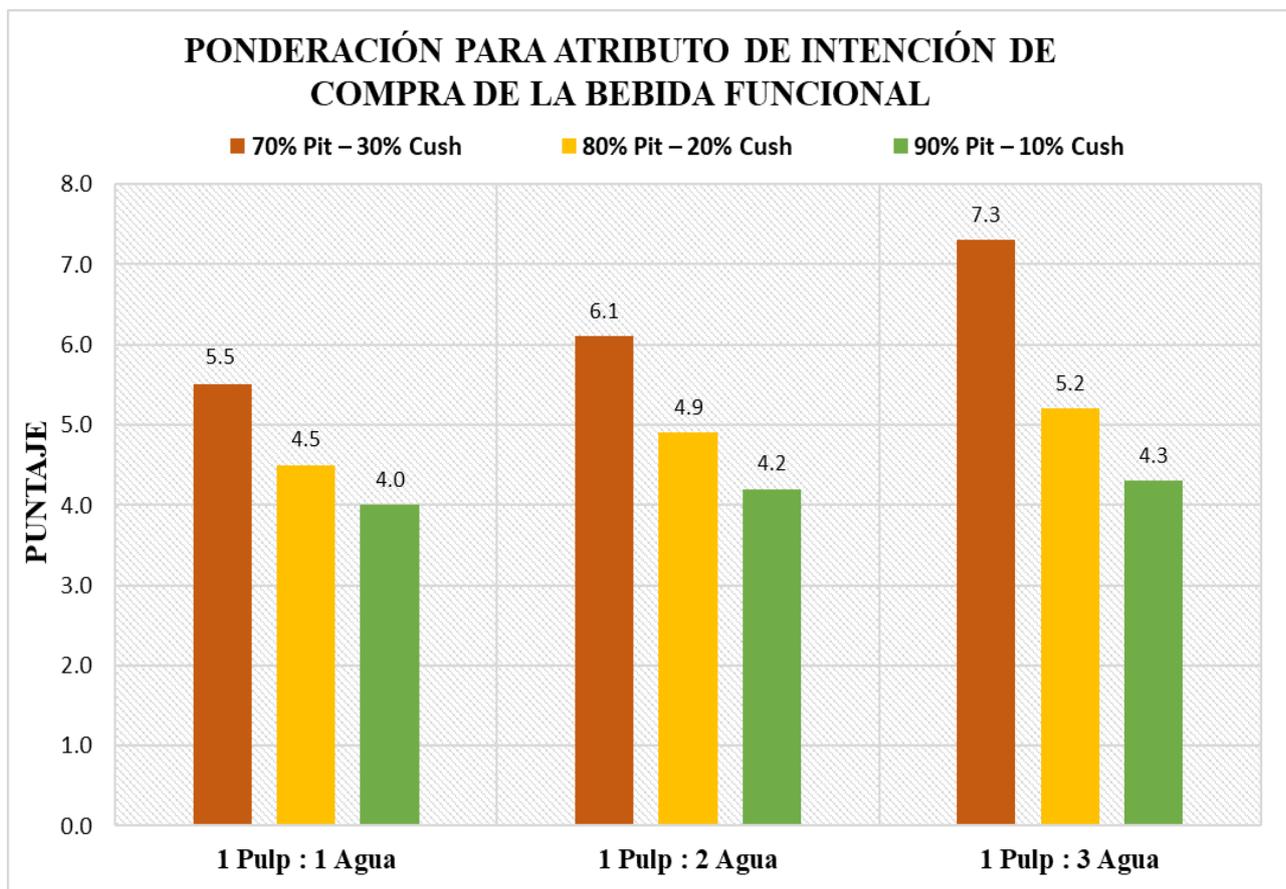


Figura 40: Diagrama de intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

En la figura 40 se aprecia gráficamente a través de diagrama de barras, que para cada tipo de dilución se percibe una tendencia decreciente del % de intención de compra a medida que se disminuye el % de cushuro en la mezcla, este comportamiento se identifica en las 3 diluciones, por lo que se puede confirmar el efecto directamente proporcional del % de cushuro dentro de la formulación.

Por otro lado, dentro de los 3 tipos de diluciones, se aprecia mayores puntaje de intención de compra para los tratamientos con mayor dilución, es decir 1 pulpa: 3 agua. No obstante, es imperativo determinar si el efecto que producen ambas variables independientes es estadísticamente significativo o no.

Tabla 49: Análisis de varianza para % de Intención de Compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:% DE FORMULACIÓN	824.027	2	412.013	22.07	0.0069
B:DILUCIÓN	178.747	2	89.3733	4.79	0.0868
RESIDUOS	74.6667	4	18.6667		
TOTAL (CORREGIDO)	1077.44	8			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

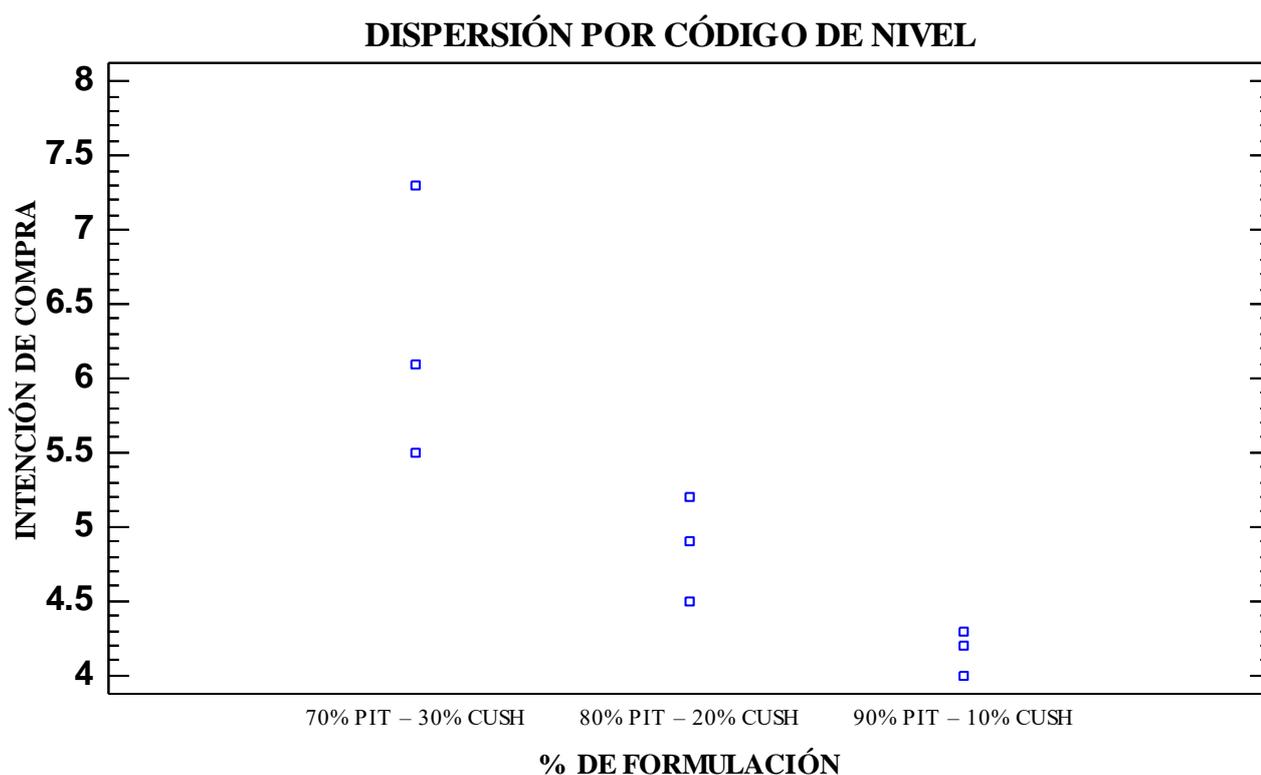


Figura 41: Gráfica de dispersión del % de intención de compra para la bebida funcional de pitahaya con cushuro y edulcorada con Stevia.

La tabla 49 ANOVA, explica estadísticamente si la variabilidad de los valores de % de intención de compra de las bebidas funcionales se debe a las formulaciones (%), dado que son estadísticamente significativas al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

Se observa en el diagrama de dispersión en base a los % de formulación en las bebidas funcionales (Figura 41), se observa la agrupación de las 3 diferentes diluciones por cada tipo de formulación, no se observa una

dispersión considerable respecto a dilución, lo cual corrobora su efecto no significativo, no obstante si se detecta y observa la variación en cuanto al puntaje de intención de compra entre una formulación y otra, principalmente se aprecia la mayor variación entre los puntos extremos del % de formulación (70% de pitahaya – 30% de cushuro y 90% de pitahaya – 10% de cushuro).

Tabla 50: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el puntaje de Intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
70%PIT. Y 30%C - 80%PIT. Y 20%C	*	15.1333	9.79441
70%PIT. Y 30%C - 90%PIT. Y 10%C	*	23.0667	9.79441
80%PIT. Y 20%C - 90%PIT. Y 10%C		7.93333	9.79441

* indica una diferencia significativa.

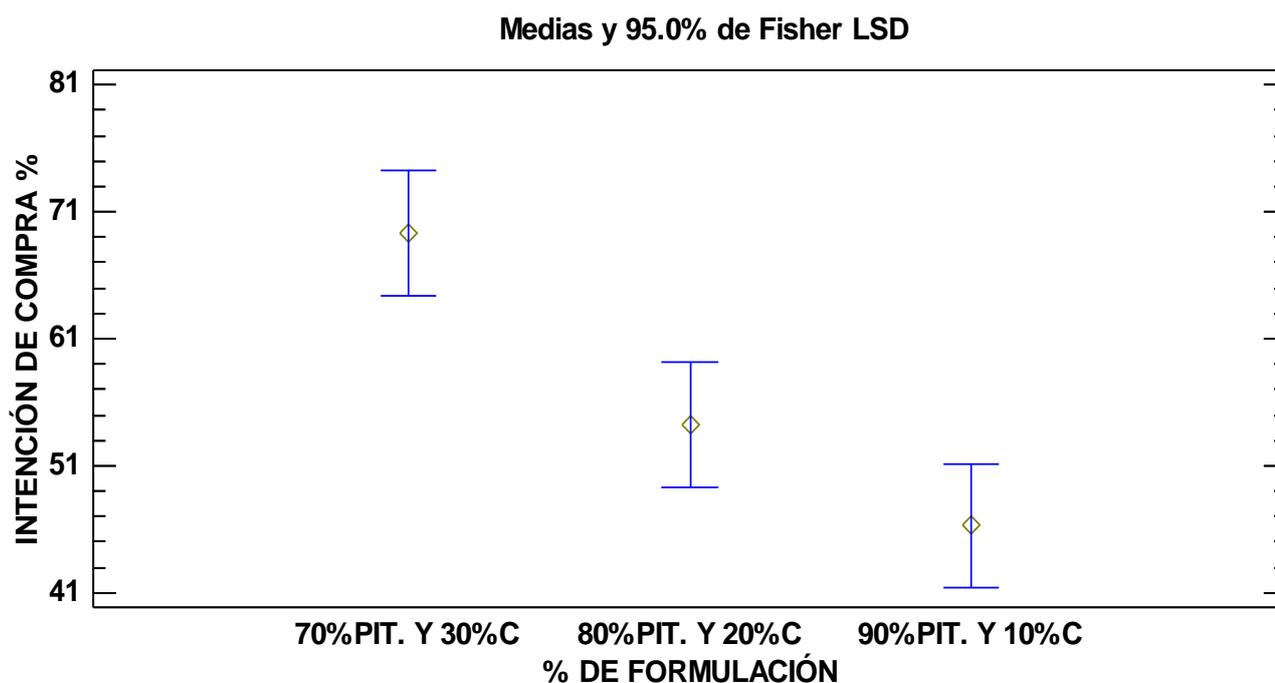


Figura 42: Medias y Prueba de Fisher LSD para el % de Intención de compra de la bebida funcional elaborada con pitahaya, cushuro y edulcorada con Stevia.

En la Tabla 50 y en la Figura 42 se identifican los pares de medias de las Formulaciones que presentan diferencia significativa entre ellas, es así que se aprecia en la tabla 50 que 2 de las combinaciones de los tratamientos de las formulaciones presentan diferencia significativa (70% de pitahaya - 30% de cushuro y 80% de pitahaya - 20% de cushuro), por lo que se puede afirmar que los panelistas perciben las diferentes concentraciones de (% cushuro y % de pitahaya) variantes en la mezcla y por ello determinan diferentes % de intención de compra a ellas. Se percibe un mayor puntaje promedio cuando el tratamiento presenta un mayor % de cushuro, es decir el puntaje tiene una relación directa con el % de cushuro y % de pitahaya presente en la mezcla. Así vez se observa un efecto directamente proporcional entre el aumento del puntaje de intención de compra en relación al aumento del % de cushuro presente en la formulación.

4.6. ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

La determinación del mejor tratamiento de la BEBIDA FUNCIONAL con 3 tipos de formulaciones (90% de pitahaya – 10% de cushuro, 80% de pitahaya – 20% de cushuro y 70% de pitahaya y 30% de cushuro) además de 3 tipos de diluciones pulpa : agua (1:1, 1:2 y 1:3) y a su vez edulcorada con Stevia, se realizó mediante el método de ponderación de factores ver Anexo 3, en donde se asigna un peso a cada análisis funcional y sensorial de acuerdo a su relevancia, obteniendo así que el mejor tratamiento es la bebida funcional elaborada con 70% de pitahaya y 30% de cushuro en una dilución 1 agua:3agua (TRATAMIENTO 7).

4.7. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL

La vida útil de un producto alimenticio representa el tiempo durante el cual se mantiene la calidad del producto en diversos aspectos tales como: aspectos físicos, químicos, microbiológicos, nutricionales y de seguridad. Además, el tiempo posterior a ello representaría la pérdida de estas características y cualidades, es decir cuando cualquiera de estos parámetros se vuelve inaceptable, la vida útil del producto termina. Se realizó la evaluación de vida útil de la formulación óptima.

Se utilizaron propiedades sensoriales para evaluar la vida útil de la bebida funcional: sabor, color, olor y aceptabilidad general, esta evaluación duró 15 días.

4.7.1. ATRIBUTOS SENSORIALES

A. SABOR

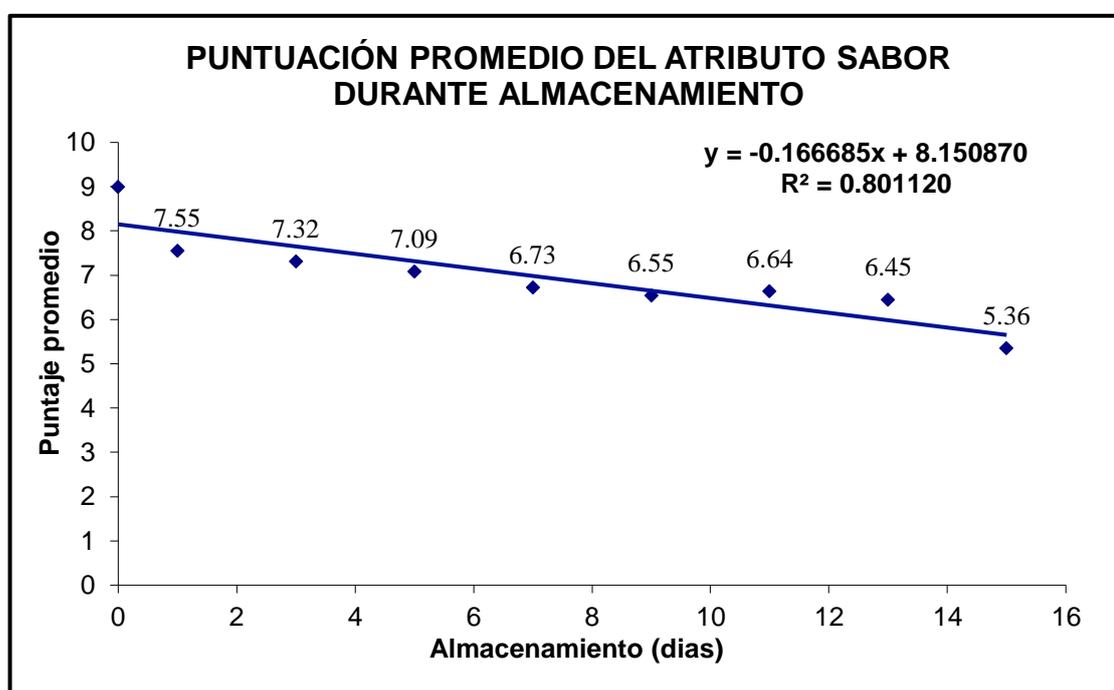


Figura 43: Evaluación de la vida útil respecto al Sabor de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 13 días

En la Figura 43 se puede observar que en el primer día de la elaboración de la bebida funciona los panelistas calificaron con respecto al sabor un puntaje promedio de 9, lo cual significa “Me gusta extremadamente” en base a la escala hedónica de 9 puntos, este puntaje nos indica que la bebida funcional presenta un sabor característico de las frutas empleadas en la elaboración de

la bebida funcional (La formulación óptima está compuesta por 70% de pitahaya y 30% de cushuro en una dilución 1agua:3agua)

Sin embargo, al finalizar los 15 días de almacenamiento se calificó con un puntaje de 5.36, “No me gusta ni me disgusta”; debido a que los panelistas percibieron los cambios durante este periodo de almacenamiento debido a la volatilización de los carbonilos y carboxilos que se encuentran en la bebida funcional, evidenciándose de esta manera un descenso notorio. El intercepto y pendiente además de un límite de aceptabilidad de 6pts de la ecuación permiten identificar que el tiempo de vida útil de la bebida funcional respecto a la puntuación del atributo del sabor es de 13 días.

Cabe mencionar que la puntuación obtenida a los 15 días de almacenamiento, no es específicamente negativa dado que no representa desagrado en su totalidad hacia el panelista, no obstante, esta cantidad de días es limite puesto que posterior a ella, la puntuación desciende (Ver Tabla 56 en Anexo 4).

B. COLOR

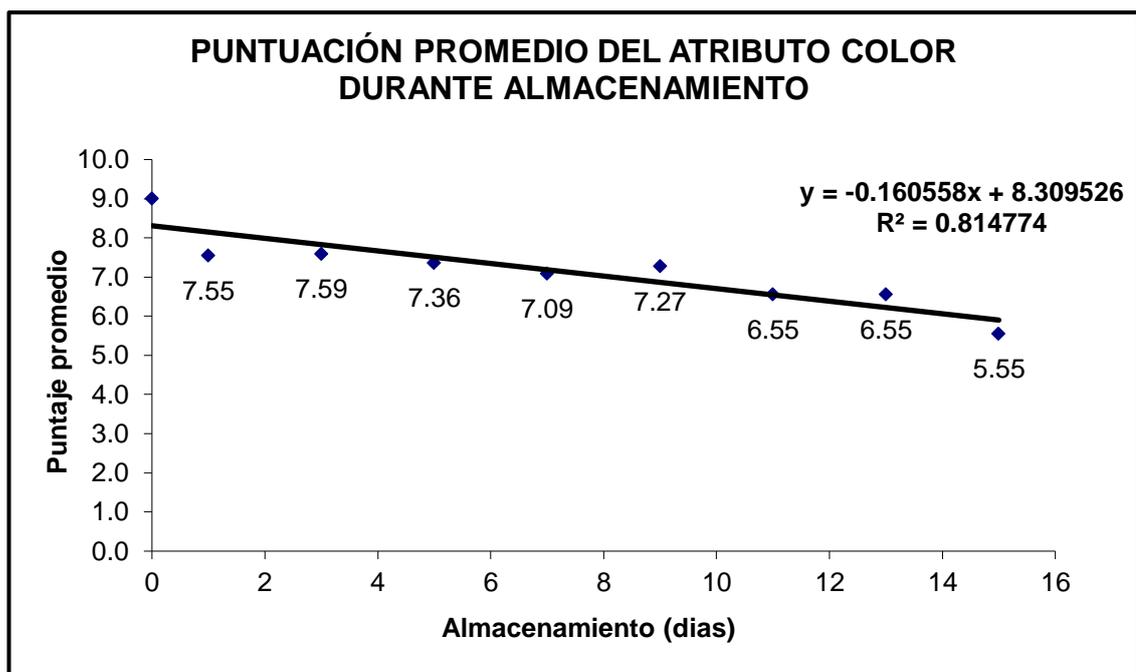


Figura 44: Evaluación de la vida útil respecto al Color de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 14 días

En la Figura 44 se puede identificar que, se obtuvo en promedio el día 0 una puntuación de 9pts, es decir, el primer día de la elaboración de la bebida funcional los panelistas calificaron con respecto al atributo color un puntaje de “Me gusta extremadamente” en base a la escala hedónica de 9 puntos. Cabe mencionar que la formulación óptima esta compuesta por 70% de pitahaya y 30% de cushuro en una dilución 1agua:3agua, tanto el color que le confiere el cushuro como la pitahaya a la bebida funcional resulta del agrado de los panelistas al obtener la mayor puntuación.

Conforme avanzan los días de almacenamiento se observa una disminución en el puntaje del atributo color, es así que al finalizar los 15 días de almacenamiento se calificó con un puntaje de 5.55, “No me gusta ni me disgusta”; por lo que se puede inferir que los panelistas percibieron los cambios durante este periodo de almacenamiento debido los pigmentos provenientes de la pitahaya y cushuro que se encuentran en la bebida , ya que estos se oxidan por la interacción de la luz y oxígeno, ocasionando cambios en el color de la bebida funcional, y estos a su vez no resultan ser del agrado de los panelistas..

No obstante, es importante señalar que la puntuación obtenida a los 15 días de almacenamiento (5.55pts), no es específicamente desaprobada dado que no representa un desagrado en su totalidad del panelista por el atributo color, no obstante, esta cantidad de días es limite puesto que posterior a ella, la puntuación desciende (Ver Tabla 58 en Anexo 4).

El intercepto y pendiente además de un límite de aceptabilidad de 6pts de la ecuación permiten identificar que el tiempo de vida útil de la bebida funcional respecto a la puntuación del atributo del color es de 14 días, es decir hasta este plazo de tiempo se mantiene una aceptación sensorial para el atributo color.

C. OLOR

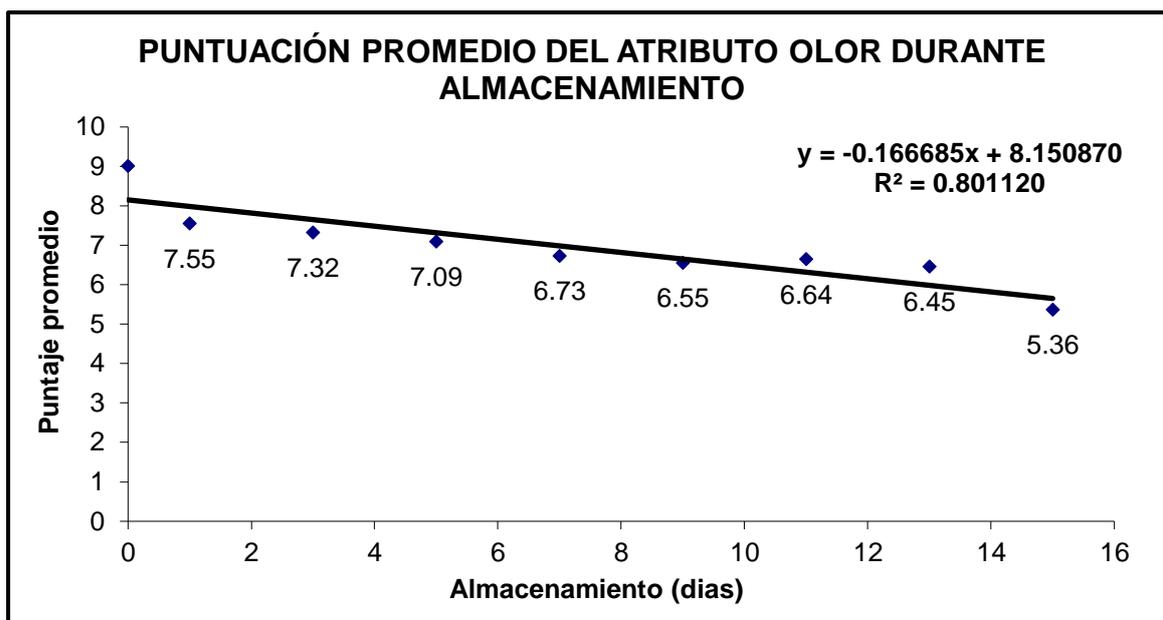


Figura 45: Evaluación de la vida útil respecto al Olor de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 14 días

La Figura 45 detalla los puntajes promedios obtenidos para el atributo olor de la bebida funcional, durante días de almacenamiento. Se observa el descenso de la puntuación con el pasar de los días, teniendo un puntaje de 5.36 al pasar los 14 días de almacenamiento, es decir una ponderación de “No me gusta ni me disgusta”; por lo que se puede afirmar el cambio o variación de aroma que se produce u origina en la bebida funcional con el pasar de los días de almacenamiento y el cual es detectado por los panelistas. Evidenciándose de esta manera un descenso notorio con el avance del almacenamiento de la bebida funcional.

Las puntuaciones proyectadas o calculadas se describen en la Tabla 60 de Anexo 4, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la puntuación para el atributo olor de manera extrapolada. El intercepto, pendiente y un límite de aceptabilidad de 6pts de la ecuación, permiten identificar que el tiempo de vida útil de la bebida funcional respecto a la puntuación del atributo del olor es de 14 días, es decir hasta este plazo de tiempo se mantiene una aceptación sensorial para el atributo olor y el cual es aceptado por los panelistas.

D. ACEPTABILIDAD GENERAL

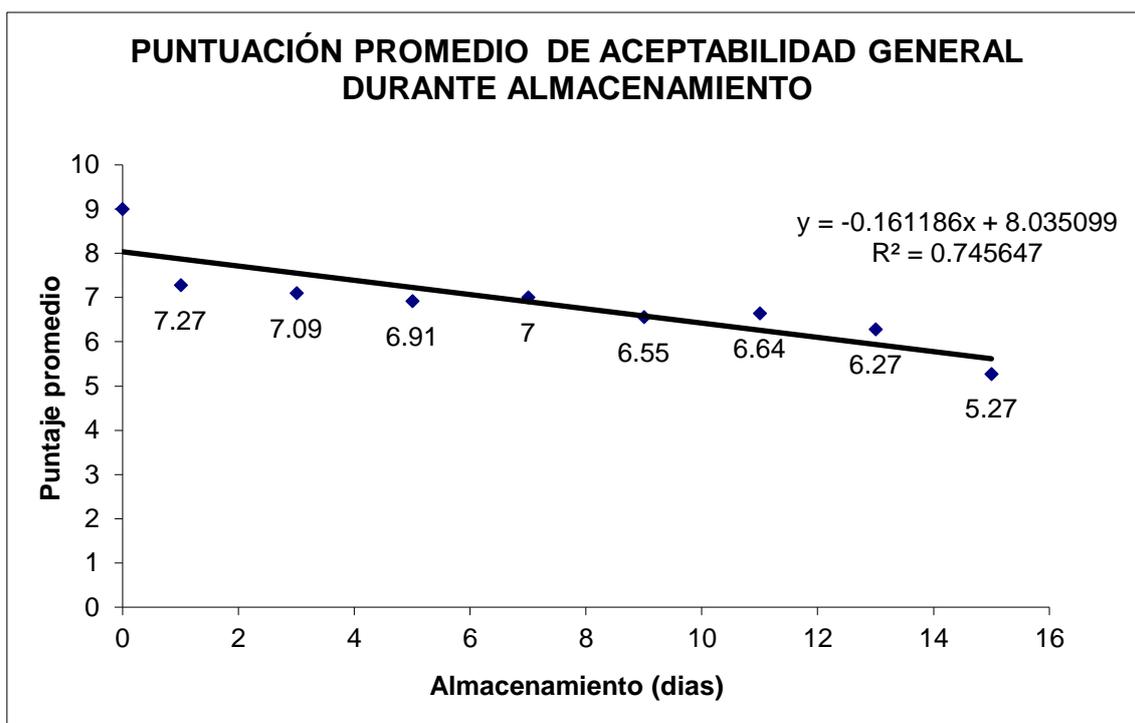


Figura 46: Evaluación de la vida útil respecto a la Aceptabilidad General de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 14 días

Se puede identificar en la Figura 46 el descenso de la puntuación de la bebida funcional para el atributo de aceptabilidad general con el pasar de los días de almacenamiento. Los panelistas calificaron inicialmente respecto a la aceptabilidad general un puntaje de 9, esto refieren una ponderación de “Me gusta extremadamente” en base a la escala hedónica de 9 puntos, este puntaje nos indica que la bebida funcional presenta un color uniforme, olor y sabor semejante a las materias primas utilizadas en la elaboración y estas a su vez son agradables y aceptadas para los panelistas.

Al finalizar los 15 días de almacenamiento se calificó la aceptabilidad general con un puntaje de 5.27, “No me gusta ni me disgusta”; debido a que los panelistas percibieron los cambios durante este periodo de almacenamiento en el cual están involucrados el olor, color y sabor de esta bebida funcional, evidenciándose de esta manera un descenso no tan pronunciado a corto tiempo, por tanto, indicaría que se mantiene la aceptabilidad general durante los 15 días de almacenamiento.

La evaluación de la vida útil respecto a los atributos sensoriales desarrollados, basados en puntajes (entre 1 y 9) que se brindaron por los panelistas para cada atributo puede ser comparado con la investigación realizada por Contreras y Purisaca (2018) dada la evaluación de vida útil de una bebida funcional elaborada con yacón, piña y edulcorado con Stevia, puesto que, a los 15 días de almacenamiento tuvo un puntaje de 5.6 con respecto a color; 5.6 con respecto al olor; 5.4 para el sabor; y finalmente con un 5.3 en el aspecto general. Estos valores fueron similares a los puntajes brindados por los panelistas para los atributos sensoriales. Por tanto, el tiempo de vida útil fue determinado en función al análisis sensorial (olor, color, sabor y aspecto general), en el cual fue de 14 días.

4.7.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

A. % DE ACIDEZ

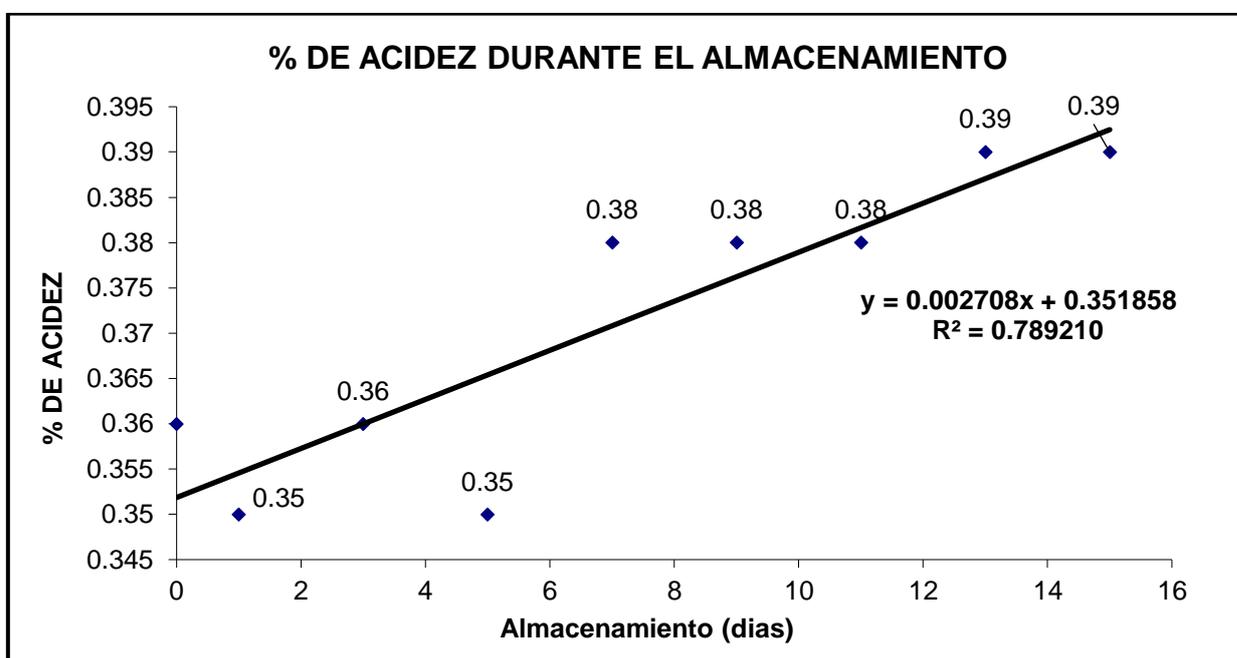


Figura 47: Evaluación de la vida útil respecto al % de acidez de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 18 días

Se puede identificar en la Figura 47 el contenido de acidez (%) de la bebida funcional a través de los días de almacenamiento, inicialmente (Día 0) se obtiene 0.36% de acidez, y al pasar los días de almacenamiento se detecta 3 puntos constantes, entre los días 7 y 11 y posterior a ello se observa incrementos leves en el % de acidez.

Al finalizar los 15 días de almacenamiento se obtuvo 0.39 % de acidez, detectándose un incremento en el contenido de acidez, esto debido al resultado de procesos fermentativos de los azúcares y compuestos alcohólicos, debido a la acción de microorganismo presentes en la bebida funcional. Se detecta además un tiempo estimado de vida útil de 18 días, considerando la pendiente, intercepto y un límite de aceptabilidad de 0.4, tiempo en el cual se mantiene las características fisicoquímicas y de acidez adecuados para la bebida funcional. El % de acidez en el néctar o bebida funcional depende del tipo de fruta, no obstante, se recomienda un grado de acidez expresado en pH de 3.3 a 3.8 para garantizar su duración y lograr un buen equilibrio entre el dulzor y la acidez de la bebida funcional, en casos particulares se puede salir de este límite, dependiendo de la materia prima que se esté empleando.

B. pH

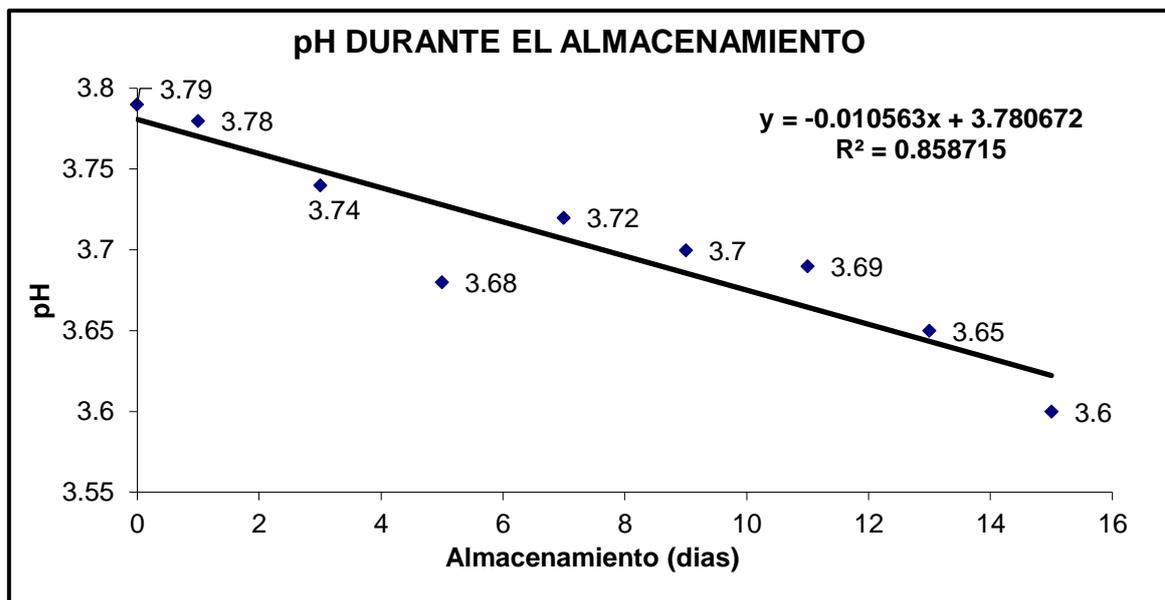


Figura 48: Evaluación de la vida útil respecto al pH de la Bebida Funcional.

VIDA ÚTIL: 12 días

Se puede observar en la Figura 48 el valor de pH de la bebida funcional a través de los días de almacenamiento, inicialmente (Día 0) se obtuvo 3.79 de pH, y al pasar los días de almacenamiento se detecta un descenso en el contenido de pH de la bebida funcional, hasta llegar al día 15 con 3,6 de pH.

El pH es una medida de la acidez, los valores de pH en los alimentos son inferiores a 7 y mientras más se aproximan a 0 son más ácidos son. En general los néctares tienen un pH entre 3.36 – 3.73, el obtener pH bajos favorece la destrucción de los microorganismos, no obstante, esta no puede ser menor a 3.36 dado que el atributo sensorial de sabor se va a ver directamente relacionado.

Se detecta además un tiempo estimado de vida útil de 12 días, considerando la pendiente, intercepto y un límite de aceptabilidad de 3.65, tiempo en el cual se mantiene las características fisicoquímicas y de pH óptimos adecuados para la bebida funcional y las aceptadas además por el grupo de panelistas. Los valores proyectados o calculados se describen en la Tabla 66 de Anexo 4, con la finalidad de evaluar el comportamiento del valor de pH de manera extrapolada.

En conclusión, se estima un tiempo de vida útil de 13 días para la bebida funcional con mejor tratamiento (70% de pitahaya – 30% de cushuro y dilución 1:3), considerando los atributos sensoriales y fisicoquímicos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la pitahaya amarilla (por cada 100gr) está compuesta fisicoquímicamente por 50Kcal de energía, 0.5g de proteína, 3.3g de fibra dietética, 97.31mg de polifenoles, 28mg de magnesio, 16.10mg de calcio, 26mg de fósforo y 0.3mg de hierro, destacando su contenido en polifenoles totales.
- Se identificó que el cushuro (por cada 100gr) está compuesto fisicoquímicamente por: 242Kcal de energía, 1.15g de proteína, 5.48mg de polifenoles, 147mg de calcio, 64mg de fósforo y 83.6mg de hierro, destacando su contenido en hierro
- Se desarrollaron 9 tratamientos de la bebida funcional con la interacción de 3 formulaciones (90%pitahaya-10% cushuro, 80%pitahaya-20%cushuro y 70%pitahaya – 30%cushuro) y 3 diluciones pulpa:agua (1:1, 1:2 y 1:3).
- Se halló diferencia significativa en el contenido de proteína ($p<0.05$), el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T1 (70%pitahaya – 30%cushuro y dilución 1:1) con 0.7gr/100g de producto, el contenido de polifenoles totales también resultó significativo ($p<0.05$), el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T6 (90%pitahaya – 10%cushuro y dilución 1:2) con 88.33mgGAE/100gr,
- Se estableció que el contenido de minerales Ca, P, Fe y Mg presenta diferencia estadística significativa (principalmente respecto al % de formulación) siendo los mayores valores: 55.67mg/100gr (F7), 37.45mg/100gr (F7), 25.31mg/100gr (F4) y 34.95mg/100gr (F1) respectivamente.
- Se determinó diferencia significativa en todos los atributos sensoriales: sabor color, olor, consistencia e intención de compra, todos ellos con mayor puntuación en la F7 (70%pitahaya – 30%cushuro y dilución 1:3)
- La elección de la mejor formulación determinó que el óptimo tratamiento está conformado por 70%de cushuro-30%de pitahaya y dilución 1 pulpa :3 agua (F7),
- Se ha determinado que la mejor formulación (F7), con el cual se obtiene características fisicoquímicas considerablemente significativas y la aceptabilidad sensorial de los panelistas, está conformada (cada 100gr) por: 0.69g de proteína,

69.71mg GAE de polifenoles, 34.63mg de magnesio, 55.67mg de calcio, 37.45mg de fósforo y 25.11mg de hierro.

- La evaluación de vida útil de la mejor formulación, respecto a los parámetros sensoriales y fisicoquímicos de la bebida funcional, estableció 13 días como el tiempo máximo en el cual la bebida funcional mantiene sus cualidades y aceptabilidad sensorial.

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Evaluar fisicoquímicamente y sensorialmente la bebida funcional con rangos mayores de % de cushuro presente en la formulación (40% -50%), dado que se han obtenido resultados favorables con un 30% de cushuro presente en la mezcla.
- Realizar una investigación considerando el reemplazo de la pitahaya amarilla por arándano considerando el aporte en antioxidantes que aporta este.
- Establecer un estudio comparativo de bebida funcional con pitahaya roja, con la finalidad de identificar si se presenta diferencia estadísticamente significativa en relación a la pitahaya amarilla.
- Elaborar un estudio de mercado de la bebida funcional con la finalidad de identificar la factibilidad del producto en el mercado o incorporación en programas de alimentos del estado como Qaliwarma.
- Investigar el efecto en características fisicoquímicas y sensoriales de la incorporación de cushuro como harina dentro de la formulación,
- Determinar la factibilidad de incluir dentro de la mezcla productos como cáscara de piña, permitiendo dar así un valor agregado a un residuo agroindustrial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano, W. (2018). *Conocimiento y aceptabilidad de platos a base de nostoc "cushuro" como alternativa alimentaria en agentes comunitarios de salud en el distrito de pueblo libre, 2018*, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Alba S. (2010). *Stevia: historia, virtudes y aplicaciones de la planta dulce que lo cura todo*. (4ª ed.). Ediciones Obelisco S.L.
- Aldave, A. (2015). Conoce el «Cushuro», el alimento más nutritivo del mundo y está en Áncash. *Chimboteonline.com*. Obtenido de <http://www.chimbotenlinea.com/locales/12/09/2016/conoce-el-cushuro-el-alimento-mas-nutritivo-del-mundo-y-esta-en-ancash>
- Altuna, J., et al. (2018). Yellow pitaya (*hylocereus megalanthus*) fatty acids composition from ecuadorian amazonia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11, 218-221.
- Andina: Agencia peruana de noticias. (2020). Coronavirus: conoce los beneficios nutritivos del cushuro, el súper alimento andino.
- Andrade, R.; Martins, A.; Silva, M. (2007). Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da Pitaya Vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29, 183-186.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist. Ed. 19.
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical.
- Ávila, R., y González, C. (2011). La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. *Scielo*, 15(60).
- Bauer, R. 2003. A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. *Cactaceae Systematics Initiatives*, 17, 3-63.
- Bjørklund, G. y Chirumbolo, S. (2017). Role of oxidative stress and antioxidants in daily nutrition and human health. *Nutrition*, 33, 311-321.

- Centro nacional de alimentación y nutrición. (2017). Estado nutricional en el Perú. Obtenido de
- https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia_poblacion/Estado_Nutricional_Peru_2011.pdf
- Chavez, L. (2014). *Composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso de Nostoc sphaericum (laguna Cushurococha – Juní* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Chuquimia, et. al., (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y la cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoidicos de cuatro especies vegetales de la región andina de Bolivia. *Revista Boliviana de Derecho*, 25, 76–82.
- Contreras, E., y Purisaca, J. (2018). *Elaboración y evaluación de bebida funcional a partir de yacon (Smallanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) endulzado con stevia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- Corpus, A., et. al. (2021). Cushuro (Nostoc sphaericum): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroindustrial Science*, 11(2), 231 – 238.
- Corzo, et al. (2016). Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas. *OmniaScience*, 35-66.
- Delgado, D. (2015). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de Pitahaya en la Parroquia Sangay, Cantón Palora, provincia de Morona Santiago y su comercialización en el distrito Metropolitano de Quito. Tesis de Titulación*. Universidad Politécnica Salesiana (Tesis de pregrado). Quito, Ecuador.
- Diaz, B. y Espinoza, I. (2022). *Elaboración de cookies con chips de cushuro (Nostoc Sphaericum) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Peru.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*, 8, 15-37.

- Esquivel, P.; Araya, Q. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 113-129.
- Fernández, W. y Suyón, G. (2018). Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de Recuay (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Gantar, M. (2008). Microalgae and Cyanobacteria: *Food for Thought*. *Phycological Society of America*, 44, 260-268.
- Gilabert, J. y Encinas, T. (2014). De la stevia al E-960: un dulce camino. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 6, 305-311.
- ICBF – Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018). TCAC: Tabla de Composición de Alimentos Colombianos. Recuperado de https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_web.pdf
- Kazemi, A., et al. (2019). Effect of probiotic and prebiotic vs placebo on psychological outcomes in patients with major depressive disorder: a randomized clinical trial. *Clinical Nutrition*, 38, 522-528.
- Khuituan, P., et al. (2019). Prebiotic oligosaccharides from dragon fruits alter gut motility in mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 114, 108821.
- Lemus, R., et. al. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132, 1121–1132.
- Londoño, L., y Alberto, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Corporación Universitaria Lasallista.
- Magalhães, D., et al. (2019). Changes in the physical and physico-chemical characteristics of red-pulp dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 253, 180-186.

- Martínez, M., et. al., (2017). Influencia de la época del año sobre la calidad físico-química de la leche en una provincia de la región occidental de Cuba. *Rev. Salud Animal*, 39(3), 1 – 5.
- Mercado, E. (2018). Pitaya-Hylocereus undatus (Haw). *Exotic Fruits*, 339-349.
- Moncayo, A. (2017). *Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la cianobacteria Nostoc sp. recolectada en el páramo de Papallacta*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Morales, J., et. al., (2015). Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. CIA. Periodística Esto S.A DE C.V. México.
- Obregón, A. (2020). *Componentes de frutos nativos como fuente potencial de nutrientes en el requerimiento nutricional óptimo de grupos vulnerables* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Ochoa, C. et al. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (Hylocereus spp). *Scientia Agropecuaria*, 3, 279-289.
- Ortiz, B. y Anzola, C. (2018). Estudio del efecto fisiológico del consumo de arepas enriquecidas con pectina extraída de la cáscara de curuba (Passiflora tripartita var. mollissima). *Revista Colombiana de Química*, 47, 5-11.
- Palomino, D. (2016). El Llullucha: un poderoso alimento apurimeño echado al olvido. *Cultura Gastronómica de América*.
- Parra, M. (2010). *Tamizaje Fotoquímico y determinación de la actividad laxante de tallos y semillas de Pitahaya* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Ponce, E. (2014). Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.
- Ramos, R. (2007). *Estudio químico - bromatológico de algunas variedades de Yacón (Smallanthus sonchifolius) de la provincia de Sandia – Puno* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

- Reháková, K., et. al. (2007). Morphological and molecular characterization of selected desert soil cyanobacteria: three species new to science including Mojaviapulchra gen. et sp. nov. *Phycologia*, 46, 481-502.
- Rolim, P. (2015). Development of prebiotic food products and health benefits. *Food Science and Technology (Campinas)*, 35, 3-10.
- Rosales, N. (2013) *Componente Nutricional De Algas*. Universidad de Zulia. Venezuela.
- Salvador, R., Sotelo, M., y Paucar, L. (2014). Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, 5, 157 – 163.
- Sotomayor, A., et al. (2019). Evaluación fisicoquímica de fruta de pitahaya Selenicereus megalanthus en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10, 89-96.
- Simonsohn, B. (2011). Descubre la Stevia: la alternativa más poderosa al azúcar y los edulcorantes. Ediciones Obelisco S.L.
- Tze, N., et al. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*, 21, 675-682.
- Ugás, R. (2014). *Viejas y nuevas verduras para diversificar tu alimentación y nutrirte mejor* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Utset, E. Z. (2020). Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados. Editorial Universitaria (Cuba).
- Verona, A.; Urcia, J.; Paucar, L. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439 – 453.
- Warusavitharana, A., et al. (2017). Performance of dragon fruit (Hylocerus undatus) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka. *Acta Horticulturae*, 1178, 31-34.

- Yong-Heng, Y., et. al., (2014). Base substitution mutations in uridinediphosphate-dependent glycosyltransferase 76G1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A Mutations in UGT76G1 A key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiol Biochem*, 220-225.
- Yoo, H., et al. (2012). Plant cell wall polysaccharides as potential resources for the development of novel prebiotics. *Biomolecules & Therapeutics*, 20, 371-379.
- Zorrilla, A.; Eirez, M.; Izquierdo, M. (2004). Papel de los radicales libres sobre el ADN: carcinogénesis y terapia antioxidante. *Revista Cubana de Investigación Biomédica*, 23 (1), 51-57.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Evaluación sensorial de la bebida funcional a base de pitahaya amarilla y cushuro

Nombres y apellidos:

Evalúe en las muestras los atributos de las bebidas, referido a valoración de atributos la aceptación general y deseo de compra.

Inicie evaluando el color, luego el olor y finalmente el sabor.

A continuación, mostramos la escala hedónica:

1	2	3	4	5
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me gusta levemente	No me gusta ni me disgusta
6	7	8	9	
Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente	

Se le solicita marcar con un aspa (X) según la escala, donde usted cree que corresponde el número.

A. Valoración de atributos

Bebida funcional:

Atributo \ Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional:

Atributo \ Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional:

Atributo \ Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

A. Aspecto general

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Código									
Bebida funcional.....									
Bebida funcional.....									
Bebida funcional.....									

B. Deseo de compra

Según su opinión sobre estos estilos de bebida, selecciona una escala bajo tu posición si encuentras estos modelos a la venta.

1	2	3	4	5
Con Certeza no lo compraría	Posiblemente no lo compraría	Tal vez Sí/No compraría	Posiblemente lo compraría	Con Certeza lo compraría

Se le solicita marcar con un aspa (X) según la escala, donde usted cree que corresponde el número.

Escala	1	2	3	4	5
Código					
Bebida funcional.....					
Bebida funcional.....					
Bebida funcional.....					

Anexo 2. Tabla nutricional de néctar FRUGOS DEL VALLE.

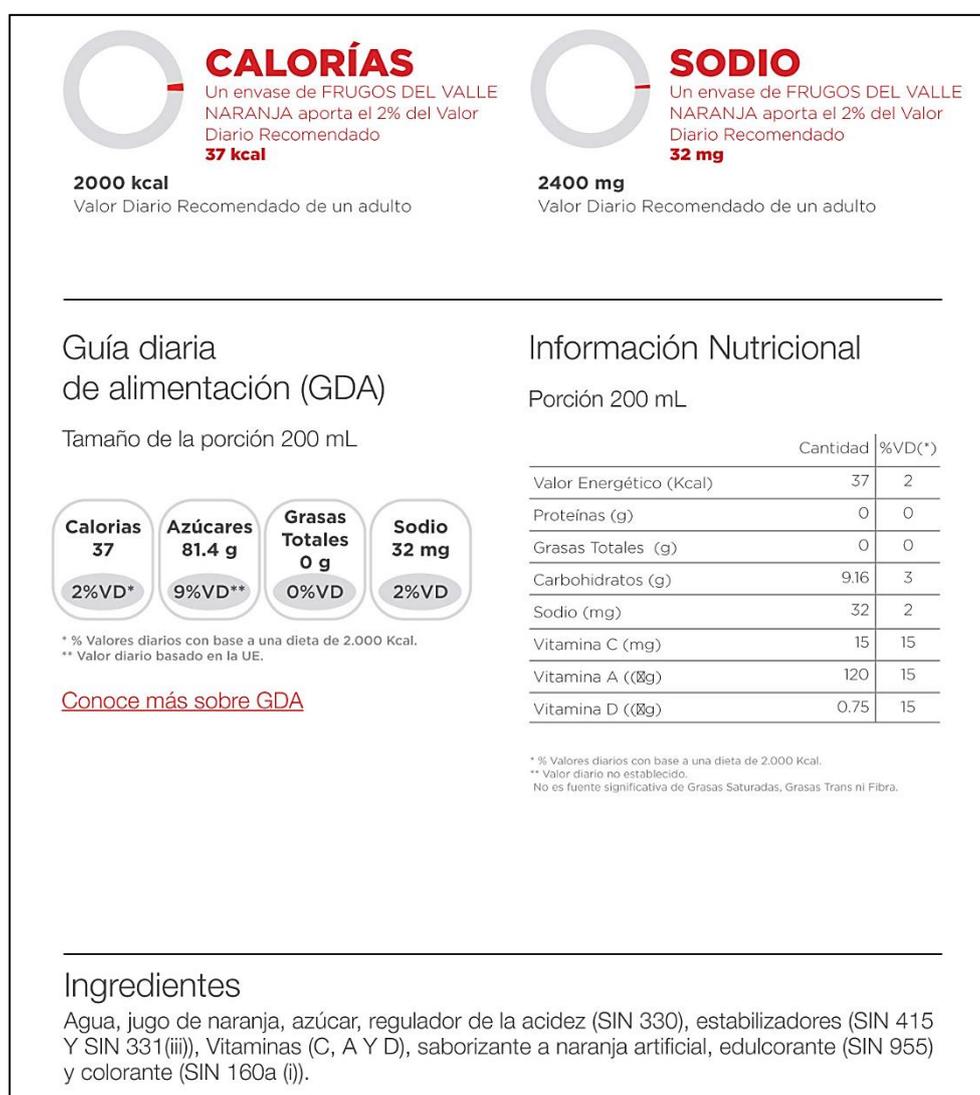


Figura 49: Tabla nutricional de Frugos del Valle (marca comercial).

Anexo 3. Elección de mejor tratamiento

**ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO DE BEBIDA FUNCIONAL –
MÉTODO DE PONDERACIÓN DE FACTORES**

Tabla 51. Escala de valoración de acuerdo a la importancia de cada análisis

ANALISIS	PREFERENCIA
FISICOQUÍMICO	7
SENSORIAL	3

Tabla 52. Pesos (%) correspondientes a cada análisis

ANALISIS	PESO %
PROTEINA	12.28
POLIFENOLES	12.28
CALCIO	12.28
FÓSFORO	12.28
HIERRO	12.28
MAGNESIO	12.28
SABOR	5.26
COLOR	5.26
OLOR	5.26
CONSISTENCIA	5.26
INTENCIÓN DE COMPRA	5.26
TOTAL	100.00

*Nota: Los pesos (%) correspondientes a cada análisis se obtienen a partir de la siguiente matriz presentada en la siguiente tabla.

Tabla 53. Matriz para obtención de peso relativo

x/j	PROTEINA	POLIFENOLES	CALCIO	FÓSFORO	HIERRO	MAGNESIO	SABOR	COLOR	Σx_j	$\Sigma x_j/n$	Peso Relativo	Peso %
PROTEINA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
POLIFENOLES	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
CALCIO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
FÓSFORO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
HIERRO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
MAGNESIO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	10.67	0.97	0.12	12.28
SABOR	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	4.57	0.42	0.05	5.26
COLOR	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	4.57	0.42	0.05	5.26
OLOR	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	4.57	0.42	0.05	5.26
CONSISTENCIA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	4.57	0.42	0.05	5.26
INT. DE COMPRA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	4.57	0.42	0.05	5.26
									$\Sigma(\Sigma x_j)/n$	7.90	1.00	100

Tabla 54. Elección del mejor Tratamiento mediante el Método de Ponderación de Factores

ANALISIS	70%PIT - 30%CUS y 1:1	80%PIT - 20%CUS y 1:1	90%PIT - 10%CUS y 1:1	70%PIT - 30%CUS y 1:2	80%PIT - 20%CUS y 1:2	90%PIT - 10%CUS y 1:2	70%PIT - 30%CUS y 1:3	80%PIT - 20%CUS y 1:3	90%PIT - 10%CUS y 1:2
PROTEINA	12.28								
POLIFENOLES						12.28			
CALCIO							12.28		
FÓSFORO							12.28		
HIERRO				12.28					
MAGNESIO	12.28								
SABOR							5.26		
COLOR							5.26		
OLOR							5.26		
CONSISTENCIA							5.26		
INTENCION DE COMPRA							5.26		
TOTAL	24.56	0.00	0.00	12.28	0.00	12.28	50.88	0.00	0.00

PIT: Pitahaya, CUS: Cushuro

Anexo 4. Evaluación de la vida útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro.

Tabla 55. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Sabor.

Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x ²	y ²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
0	9	0	81.00	0	-90	2.0344	8100	4.1389642	-183.1
1	7.55	1	57.00	7.55	-89	0.5844	7921	0.3415753	-52.0155556
3	7.32	9	53.58	21.96	-87	0.3544	7569	0.1256309	-30.8366667
5	7.09	25	50.27	35.45	-85	0.1244	7225	0.0154864	-10.5777778
7	6.73	49	45.29	47.11	-83	-0.2356	6889	0.0554864	19.5511111
9	6.55	81	42.90	58.95	-81	-0.4156	6561	0.1726864	33.66
11	6.64	121	44.09	73.04	-79	-0.3256	6241	0.1059864	25.7188889
13	6.45	169	41.60	83.85	-77	-0.5156	5929	0.2657975	39.6977778
15	5.36	225	28.73	80.4	-75	-1.6056	5625	2.5778086	120.416667
SUMA	64	62.69	680	444.4701	408.31	-746	62060	7.79942222	-37.4855556
PROMEDIO	7	6.966					Sxx	Syy	Sxy

Tabla 56. Puntaje promedio para el atributo Sabor calculado en días de almacenamiento y límites de control.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	9	8.035099	8.759549814	7.310648186	6
1	7.27	7.873913	8.593810184	7.154015816	6
3	7.09	7.551541	8.262330923	6.840751077	6
5	6.91	7.229169	7.930851663	6.527486337	6
7	7	6.906797	7.599372402	6.214221598	6
9	6.55	6.584425	7.267893142	5.900956858	6
11	6.64	6.262053	6.936413881	5.587692119	6
13	6.27	5.939681	6.604934621	5.274427379	6
15	5.27	5.617309	6.27345536	4.96116264	6
17		5.294937	5.9419761	4.6478979	6
19		4.972565	5.610496839	4.334633161	6
21		4.650193	5.279017579	4.021368421	6
23		4.327821	4.947538318	3.708103682	6
25		4.005449	4.616059058	3.394838942	6
27		3.683077	4.284579797	3.081574203	6
29		3.360705	3.953100537	2.768309463	6
31		3.038333	3.621621276	2.455044724	6
33		2.715961	3.290142016	2.141779984	6
35		2.393589	2.958662755	1.828515245	6

DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO, PARA ATRIBUTO SABOR

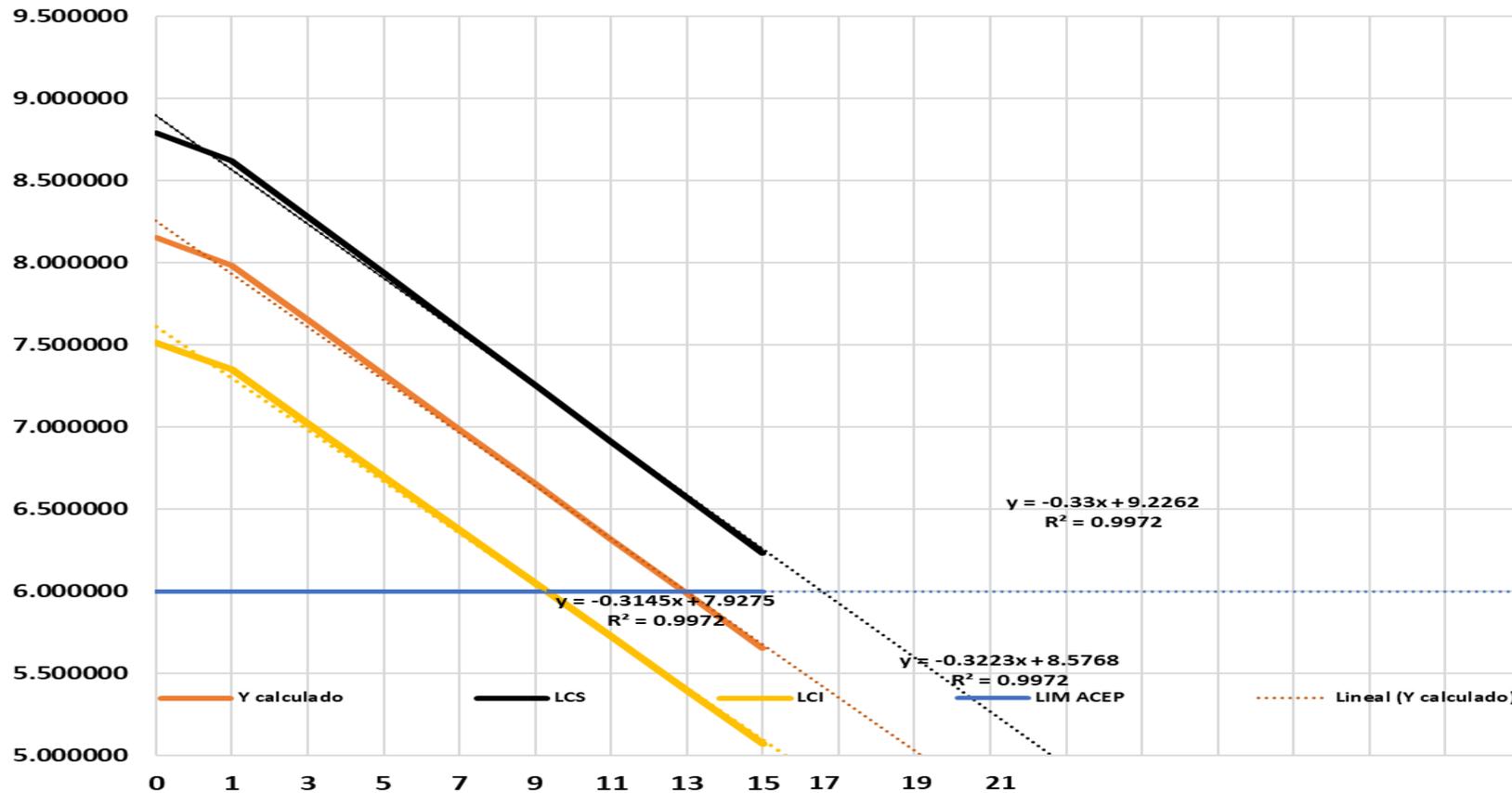


Figura 49: Grafica de la vida útil respecto al atributo de sabor de la Bebida Funcional.

Tabla 57. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Color.

	Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x²	y²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp)²	(Y-YP)²	(X-XP)(Y-YP)
	0	9.0	0	81.00	0	-90	1.8322	8100	3.3570383	-164.9
	1	7.55	1	57.00	7.55	-89	0.3822	7921	0.1460938	-34.0177778
	3	7.59	9	57.61	22.77	-87	0.4222	7569	0.1782716	-36.7333333
	5	7.36	25	54.17	36.8	-85	0.1922	7225	0.0369494	-16.3388889
	7	7.09	49	50.27	49.63	-83	-0.0778	6889	0.0060494	6.45555556
	9	7.27	81	52.85	65.43	-81	0.1022	6561	0.0104494	-8.28
	11	6.55	121	42.90	72.05	-79	-0.6178	6241	0.3816494	48.8044444
	13	6.55	169	42.90	85.15	-77	-0.6178	5929	0.3816494	47.5688889
	15	5.55	225	30.80	83.25	-75	-1.6178	5625	2.6172049	121.333333
SUMA	64	64.51	680	469.5087	422.63	-746		62060	7.11535556	-36.1077778
PROMEDIO	7	7.168						Sxx	Syy	Sxy

Tabla 58. Puntaje promedio para el atributo Color calculado en días de almacenamiento y límites de control.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	9.0	8.309526	8.898635387	7.720416613	6
1	7.55	8.148968	8.734374463	7.563561537	6
3	7.59	7.827852	8.405852615	7.249851385	6
5	7.36	7.506736	8.077330767	6.936141233	6
7	7.09	7.185620	7.748808919	6.622431081	6
9	7.27	6.864504	7.420287071	6.308720929	6
11	6.55	6.543388	7.091765223	5.995010777	6
13	6.55	6.222272	6.763243375	5.681300625	6
15	5.55	5.901156	6.434721527	5.367590473	6
17		5.580040	6.106199679	5.053880321	6
19		5.258924	5.77767783	4.74017017	6
21		4.937808	5.449155982	4.426460018	6
23		4.616692	5.120634134	4.112749866	6
25		4.295576	4.792112286	3.799039714	6
27		3.974460	4.463590438	3.485329562	6
29		3.653344	4.13506859	3.17161941	6
31		3.332228	3.806546742	2.857909258	6
33		3.011112	3.478024894	2.544199106	6
35		2.689996	3.149503046	2.230488954	6

**DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO,
PARA ATRIBUTO COLOR**

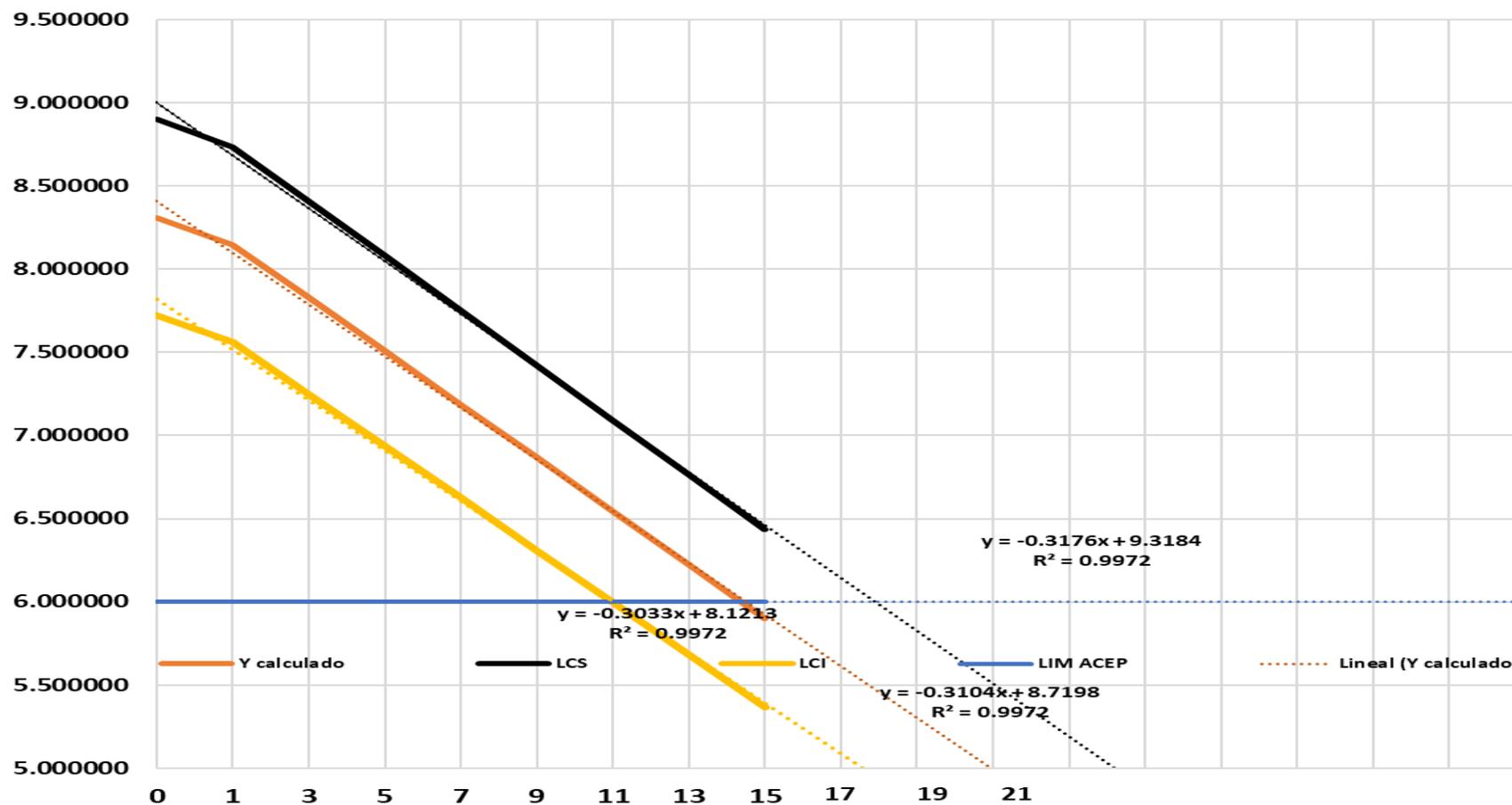


Figura 50: *Grafica de la vida útil respecto al atributo de color de la Bebida Funcional.*

Tabla 59. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Olor.

Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x ²	y ²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
0	9	0	81.00	0	-90	1.9644	8100	3.8590420	-176.8
1	7.09	1	50.27	7.09	-89	0.0544	7921	0.0029642	-4.84555556
3	7.95	9	63.20	23.85	-87	0.9144	7569	0.8362086	-79.5566667
5	6.82	25	46.51	34.1	-85	-0.2156	7225	0.0464642	18.3222222
7	6.91	49	47.75	48.37	-83	-0.1256	6889	0.0157642	10.4211111
9	6.82	81	46.51	61.38	-81	-0.2156	6561	0.0464642	17.46
11	6.64	121	44.09	73.04	-79	-0.3956	6241	0.1564642	31.2488889
13	6.45	169	41.60	83.85	-77	-0.5856	5929	0.3428753	45.0877778
15	5.64	225	31.81	84.6	-75	-1.3956	5625	1.9475753	104.666667
SUMA	64	680	452.7452	416.28	-746		62060	7.25382222	-33.9955556
PROMEDIO	7		7.036				Sxx	Syy	Sxy

Tabla 60. Puntaje promedio para el atributo Olor calculado en días de almacenamiento y límites de control.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	9	8.110514	8.856766657	7.364261343	6
1	7.09	7.959348	8.700909988	7.217786012	6
3	7.95	7.657016	8.389196651	6.924835349	6
5	6.82	7.354684	8.077483314	6.631884686	6
7	6.91	7.052352	7.765769977	6.338934023	6
9	6.82	6.750020	7.454056639	6.045983361	6
11	6.64	6.447688	7.142343302	5.753032698	6
13	6.45	6.145356	6.830629965	5.460082035	6
15	5.64	5.843024	6.518916628	5.167131372	6
17		5.540692	6.207203291	4.874180709	6
19		5.238360	5.895489954	4.581230046	6
21		4.936028	5.583776616	4.288279384	6
23		4.633696	5.272063279	3.995328721	6
25		4.331364	4.960349942	3.702378058	6
27		4.029032	4.648636605	3.409427395	6
29		3.726700	4.336923268	3.116476732	6
31		3.424368	4.02520993	2.82352607	6
33		3.122036	3.713496593	2.530575407	6
35		2.819704	3.401783256	2.237624744	6

**DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO,
PARA ATRIBUTO OLOR**

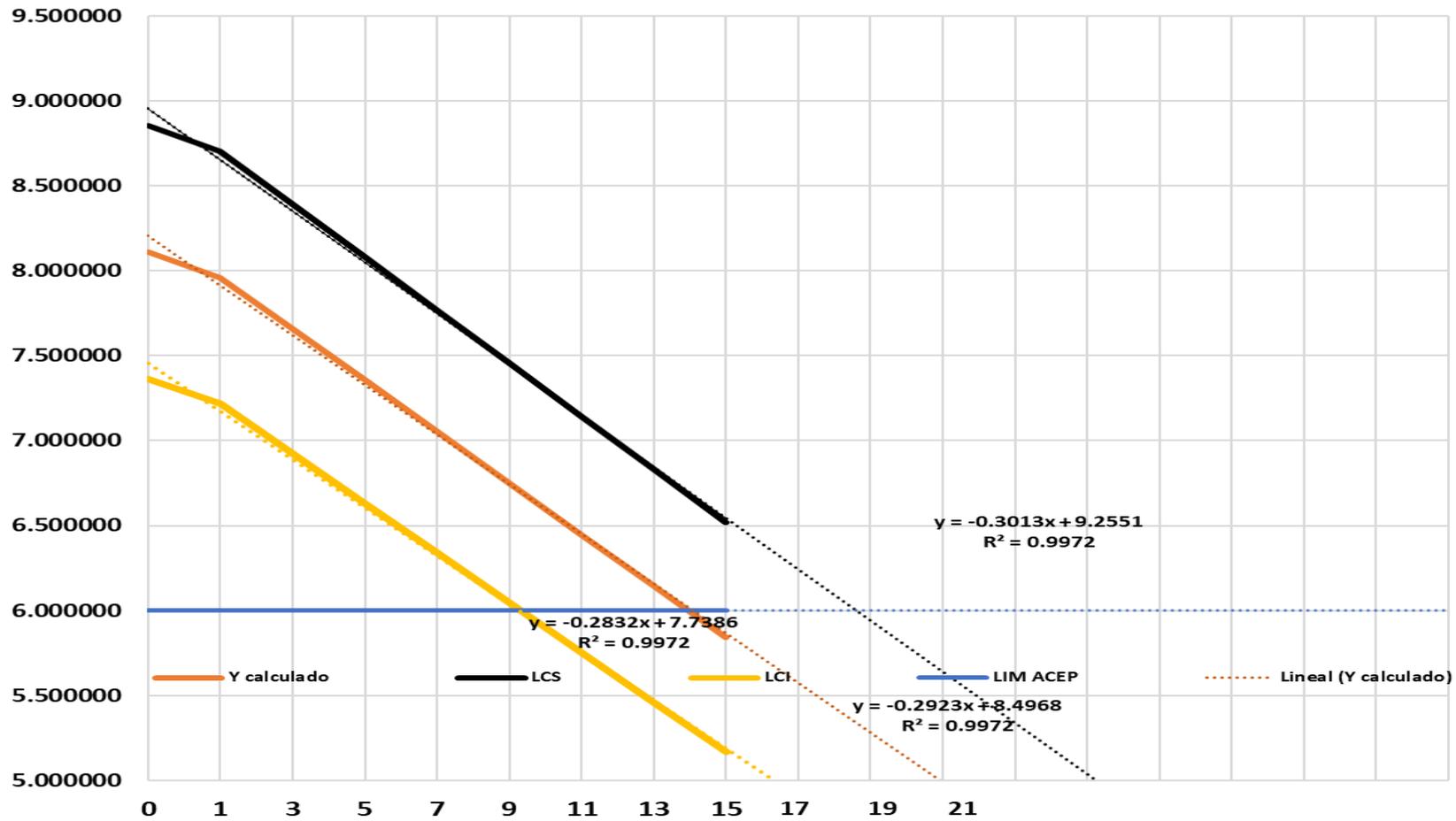


Figura 51: Grafica de la vida útil respecto al atributo de olor de la Bebida Funcional.

Tabla 61. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al atributo Aspecto General.

	Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x ²	y ²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
	0	9	0	81.00	0	-90	2.1111	8100	4.4567901	-190
	1	7.27	1	52.85	7.27	-89	0.3811	7921	0.1452457	-33.9188889
	3	7.09	9	50.27	21.27	-87	0.2011	7569	0.0404457	-17.4966667
	5	6.91	25	47.75	34.55	-85	0.0211	7225	0.0004457	-1.79444444
	7	7	49	49.00	49	-83	0.1111	6889	0.0123457	-9.22222222
	9	6.55	81	42.90	58.95	-81	-0.3389	6561	0.1148457	27.45
	11	6.64	121	44.09	73.04	-79	-0.2489	6241	0.0619457	19.6622222
	13	6.27	169	39.31	81.51	-77	-0.6189	5929	0.3830235	47.6544444
	15	5.27	225	27.77	79.05	-75	-1.6189	5625	2.6208012	121.416667
SUMA	64	62	680	434.947	404.64	-746		62060	7.83588889	-36.2488889
PROMEDIO	7	6.889						Sxx	Syy	Sxy

Tabla 62. Puntaje promedio para el atributo Aceptabilidad General calculado en días de almacenamiento y límites de control.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	9	8.035099	8.759549814	7.310648186	6
1	7.27	7.873913	8.593810184	7.154015816	6
3	7.09	7.551541	8.262330923	6.840751077	6
5	6.91	7.229169	7.930851663	6.527486337	6
7	7	6.906797	7.599372402	6.214221598	6
9	6.55	6.584425	7.267893142	5.900956858	6
11	6.64	6.262053	6.936413881	5.587692119	6
13	6.27	5.939681	6.604934621	5.274427379	6
15	5.27	5.617309	6.27345536	4.96116264	6
17		5.294937	5.9419761	4.6478979	6
19		4.972565	5.610496839	4.334633161	6
21		4.650193	5.279017579	4.021368421	6
23		4.327821	4.947538318	3.708103682	6
25		4.005449	4.616059058	3.394838942	6
27		3.683077	4.284579797	3.081574203	6
29		3.360705	3.953100537	2.768309463	6
31		3.038333	3.621621276	2.455044724	6
33		2.715961	3.290142016	2.141779984	6
35		2.393589	2.958662755	1.828515245	6

**DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO,
PARA ACEPTABILIDAD GENERAL**

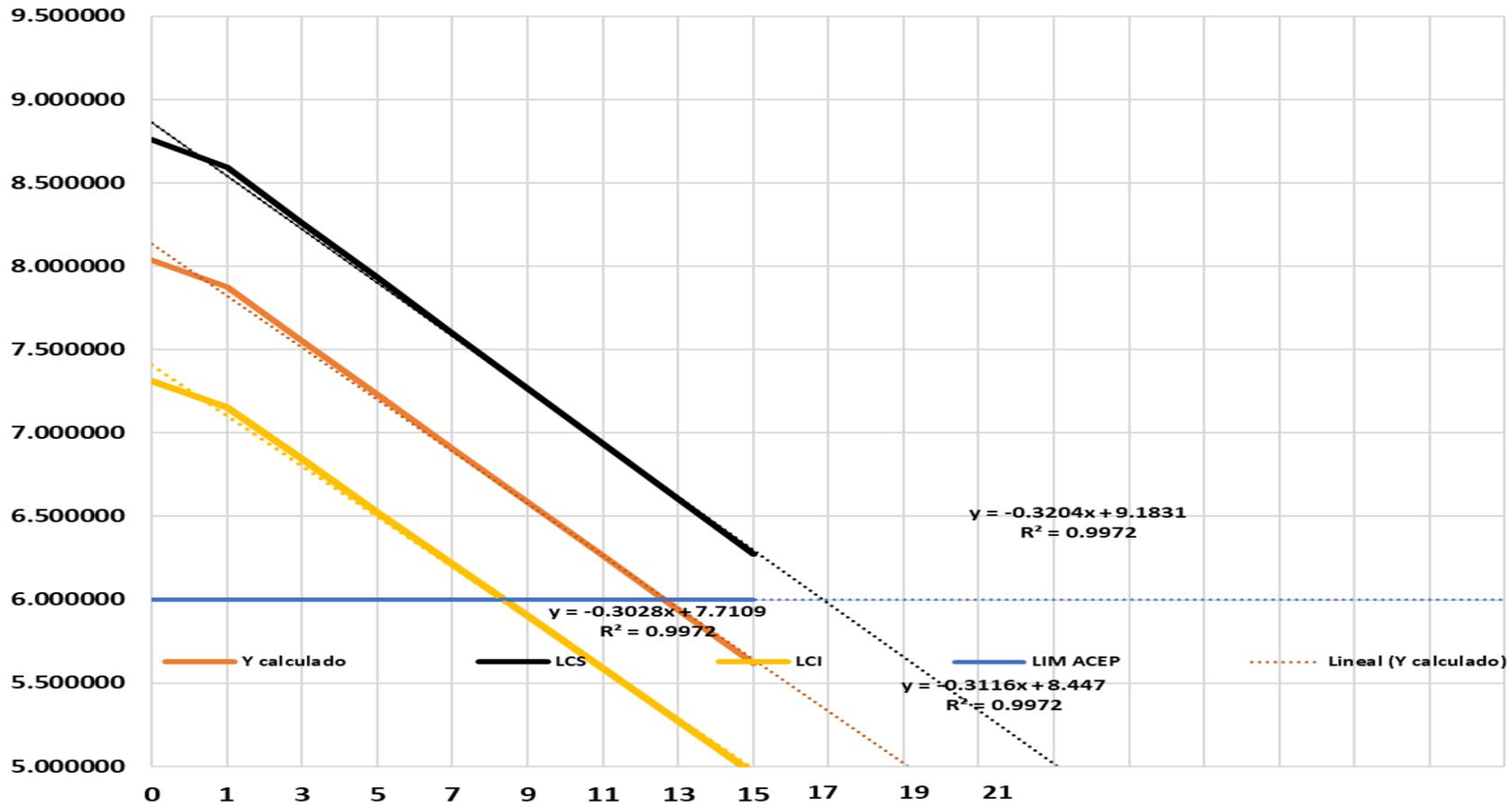


Figura 52: *Grafica de la vida útil respecto a la aceptabilidad general de la Bebida Funcional.*

Tabla 63. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al % de Acidez

Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x ²	y ²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
0	0.36	0	0.13	0	-90	-0.0111	8100	0.0001235	1
1	0.35	1	0.12	0.35	-89	-0.0211	7921	0.0004457	1.87888889
3	0.36	9	0.13	1.08	-87	-0.0111	7569	0.0001235	0.96666667
5	0.35	25	0.12	1.75	-85	-0.0211	7225	0.0004457	1.79444444
7	0.38	49	0.14	2.66	-83	0.0089	6889	0.0000790	-0.73777778
9	0.38	81	0.14	3.42	-81	0.0089	6561	0.0000790	-0.72
11	0.38	121	0.14	4.18	-79	0.0089	6241	0.0000790	-0.70222222
13	0.39	169	0.15	5.07	-77	0.0189	5929	0.0003568	-1.45444444
15	0.39	225	0.15	5.85	-75	0.0189	5625	0.0003568	-1.41666667
SUMA	64	680	1.2416	24.36	-746		62060	0.00208889	0.60888889
PROMEDIO	7		0.371				Sxx	Syy	Sxy

Tabla 64. Puntaje promedio para el % de Acidez calculado en días de almacenamiento y límites de control.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	0.36	0.351858	0.362625839	0.341090161	0.4
1	0.35	0.354566	0.365266156	0.343865844	0.4
3	0.36	0.359982	0.370546791	0.349417209	0.4
5	0.35	0.365398	0.375827426	0.354968574	0.4
7	0.38	0.370814	0.38110806	0.36051994	0.4
9	0.38	0.376230	0.386388695	0.366071305	0.4
11	0.38	0.381646	0.39166933	0.37162267	0.4
13	0.39	0.387062	0.396949964	0.377174036	0.4
15	0.39	0.392478	0.402230599	0.382725401	0.4
17		0.397894	0.407511234	0.388276766	0.4
19		0.403310	0.412791868	0.393828132	0.4
21		0.408726	0.418072503	0.399379497	0.4
23		0.414142	0.423353138	0.404930862	0.4
25		0.419558	0.428633772	0.410482228	0.4
27		0.424974	0.433914407	0.416033593	0.4
29		0.430390	0.439195042	0.421584958	0.4
31		0.435806	0.444475677	0.427136323	0.4
33		0.441222	0.449756311	0.432687689	0.4
35		0.446638	0.455036946	0.438239054	0.4

**DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO,
PARA % DE ACIDEZ**

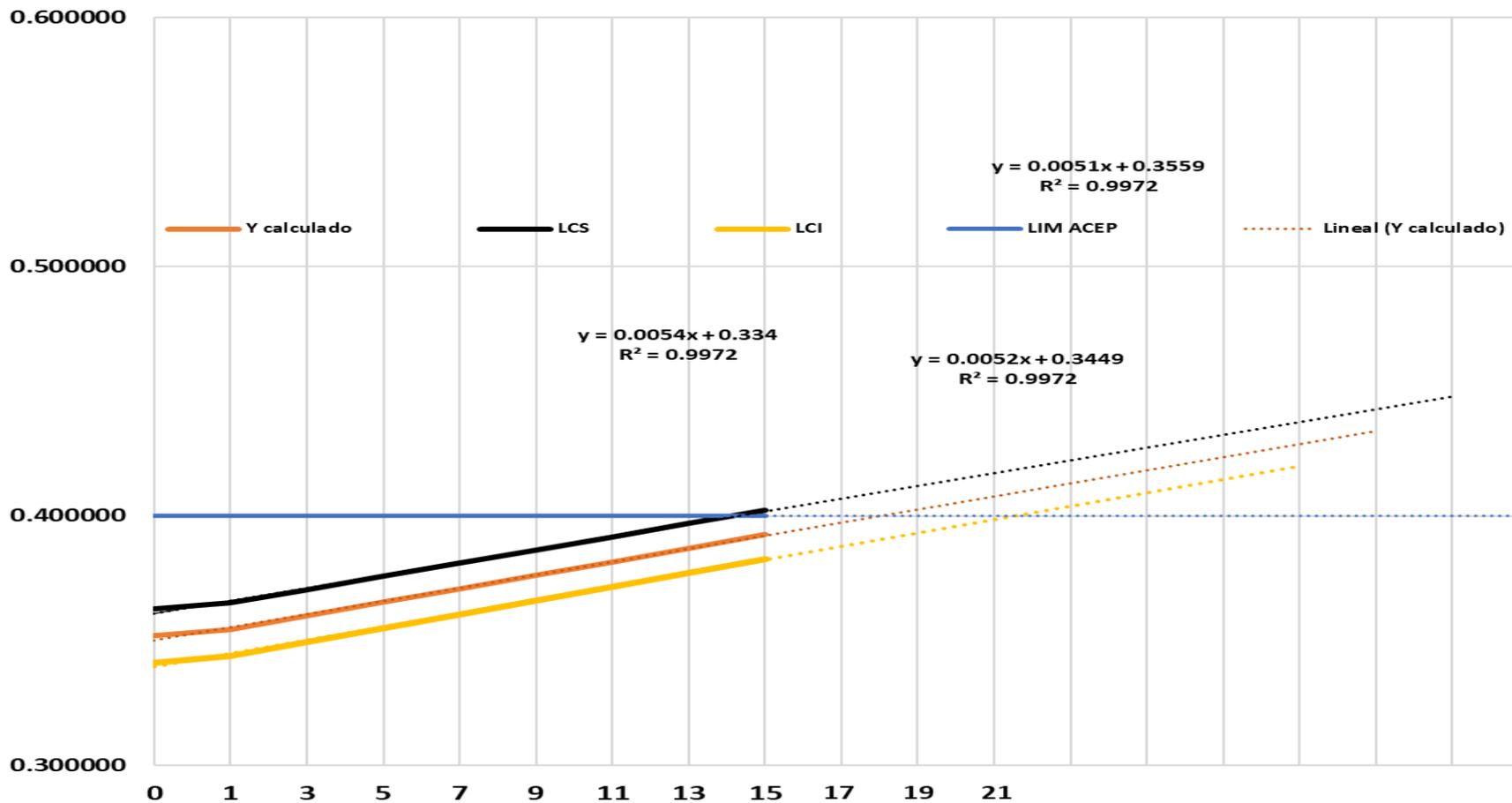


Figura 53: Grafica de la vida útil respecto al % de acides de la Bebida Funcional.

Tabla 65. Evaluación del tiempo de Vida Útil de la Bebida Funcional de Pitahaya y Cushuro con respecto al pH.

Tiempo (X)	Puntaje (Y)	x ²	y ²	XY	X- XP	Y-YP	(x-xp) ²	(Y-YP) ²	(X-XP)(Y-YP)
0	3.79	0	14.36	0	-90	0.0844	8100	0.0071309	-7.6
1	3.78	1	14.29	3.78	-89	0.0744	7921	0.0055420	-6.62555556
3	3.74	9	13.99	11.22	-87	0.0344	7569	0.0011864	-2.99666667
5	3.68	25	13.54	18.4	-85	-0.0256	7225	0.0006531	2.17222222
7	3.72	49	13.84	26.04	-83	0.0144	6889	0.0002086	-1.19888889
9	3.7	81	13.69	33.3	-81	-0.0056	6561	0.0000309	0.45
11	3.69	121	13.62	40.59	-79	-0.0156	6241	0.0002420	1.22888889
13	3.65	169	13.32	47.45	-77	-0.0556	5929	0.0030864	4.27777778
15	3.6	225	12.96	54	-75	-0.1056	5625	0.0111420	7.91666667
SUMA	64	33.35	680	123.6095	234.78	-746	62060	0.02922222	-2.37555556
PROMEDIO	7	3.706					Sxx	Syy	Sxy

Tabla 66. Puntaje promedio de pH calculado en días de almacenamiento y límites de control de la bebida funcional.

TIEMPO ALMACENAMIENTO	PUNTAJE PROMEDIO	Y calculado	LCS	LCI	LIM ACEP
0	3.79	3.780672	3.813644394	3.747699606	3.65
1	3.78	3.770109	3.802874142	3.737343858	3.65
3	3.74	3.748983	3.781333637	3.716632363	3.65
5	3.68	3.727857	3.759793133	3.695920867	3.65
7	3.72	3.706731	3.738252628	3.675209372	3.65
9	3.7	3.685605	3.716712124	3.654497876	3.65
11	3.69	3.664479	3.695171619	3.633786381	3.65
13	3.65	3.643353	3.673631114	3.613074886	3.65
15	3.6	3.622227	3.65209061	3.59236339	3.65
17		3.601101	3.630550105	3.571651895	3.65
19		3.579975	3.609009601	3.550940399	3.65
21		3.558849	3.587469096	3.530228904	3.65
23		3.537723	3.565928592	3.509517408	3.65
25		3.516597	3.544388087	3.488805913	3.65
27		3.495471	3.522847582	3.468094418	3.65
29		3.474345	3.501307078	3.447382922	3.65
31		3.453219	3.479766573	3.426671427	3.65
33		3.432093	3.458226069	3.405959931	3.65
35		3.410967	3.436685564	3.385248436	3.65

DETERMINACION GRAFICA DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL DE PITAHAYA Y CUSHURO, PARA PH

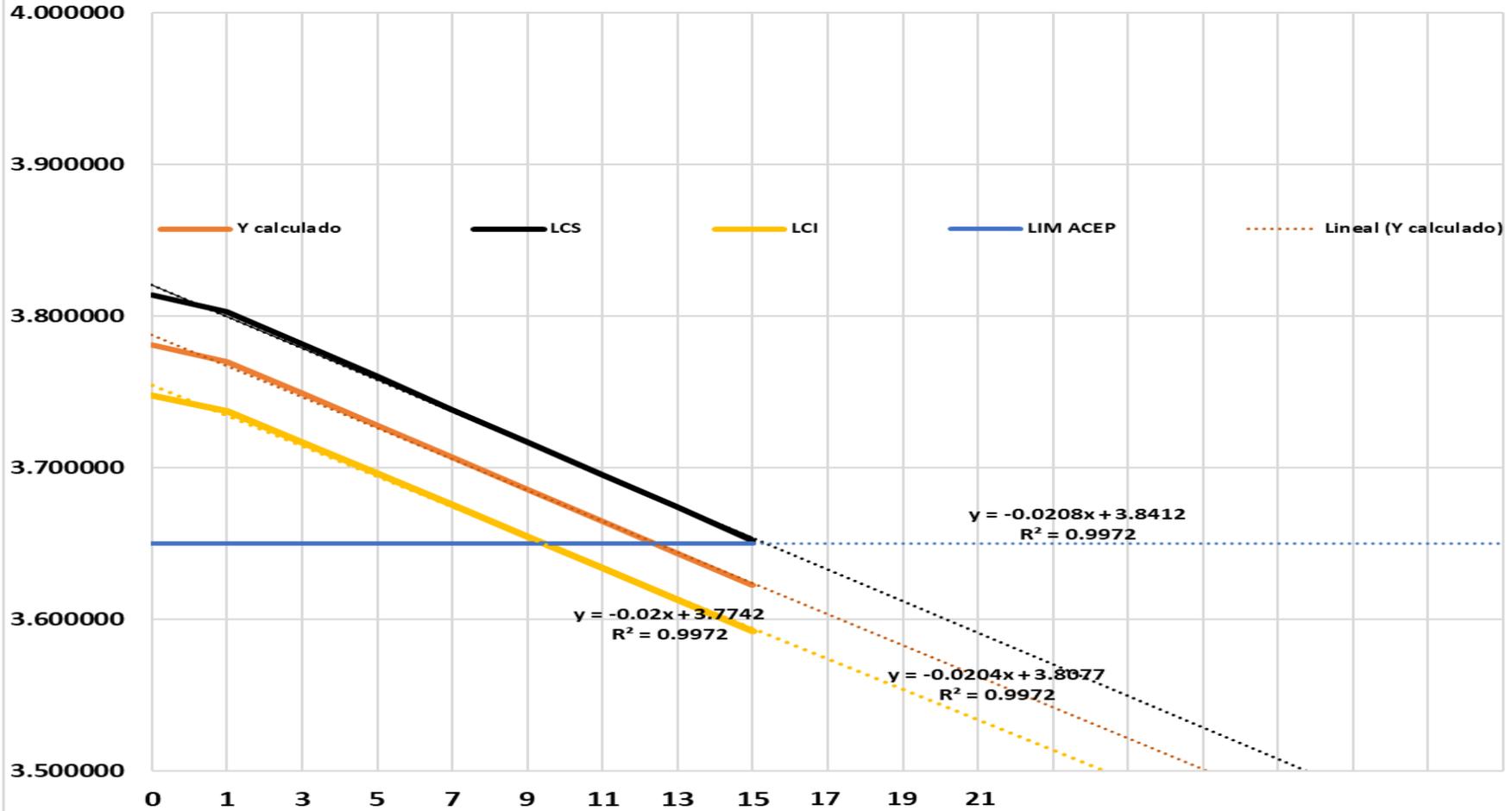


Figura 54: *Grafica de la vida útil respecto al atributo de ph de la Bebida Funcional.*