

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Efecto de la adición de harina de moringa (*Moringa oleífera*) y del edulcorante estevia (*Stevia rebaudiana*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

SAMANTHA CAROLINA MUÑOZ VILLANUEVA

TRUJILLO, PERÚ

2020

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos

PRESIDENTE



Ing. M Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta

SECRETARIO



Ing. M. Sc. Ana Cecilia Ferradas Horna

VOCAL



Ing. M. Sc. Max Martin Vásquez Senador

ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Salomón y Justina, con aprecio y cariño por guiarme en esta meta al progreso y a mis hermanos que me apoyaron a luchar cada día frente a las adversidades que se me encontraban para finalizar mi propósito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido terminar mi carrera con la ayuda, la guía de mis padres, profesores y compañeros de estudio.

ÍNDICE GENERAL

CARATULA.....	i
HOJA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	xvi
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1. Aguaymanto	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Composición nutricional	4
2.2. Harina de moringa	5
2.2.1. Generalidades	5
2.2.2. Composición nutricional	6
2.2.3. Propiedades funcionales.....	6

2.3. Edulcorante estevia	8
2.3.1. Generalidades.....	8
2.3.2. Composición nutricional	9
2.4. Bebida funcional	9
2.4.1. Definición	9
2.4.2. Clasificación.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Lugar de ejecución	12
3.2. Materiales.....	12
3.2.1. Materiales de investigación.....	12
3.2.2. Materiales de laboratorio.....	12
3.2.3. Instrumentos	13
3.2.4. Equipos	13
3.2.5. Reactivos	13
3.3. Métodos.....	14
3.3.1. Método experimental.....	14
3.3.1.1. Esquema experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	14

3.3.1.2. Procedimiento experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	14
3.2.2. Formulación de la bebida funcional.....	16
3.2.3. Métodos de análisis	16
a. Sólidos solubles	16
b. Acidez titulable	16
c. Color.....	17
d. Compuestos fenólicos	17
e. Evaluación sensorial: aceptabilidad general	18
3.2.4. Métodos estadísticos	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Efecto de la adición de harina de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y del edulcorante estevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) sobre la acidez en la bebida funcional de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	24
4.2. Efecto de la adición de harina de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y del edulcorante estevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) sobre el color en la bebida funcional de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	27
4.3. Efecto de la adición de harina de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y del edulcorante estevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) sobre el contenido	

de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	36
4.4. Efecto de la adición de harina de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y del edulcorante estevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) en la bebida funcional de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	40
4.5. Efecto de la adición de harina de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y del edulcorante estevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) sobre la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto(<i>Physalis peruviana</i> L.).....	42
V. CONCLUSIONES	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	47
VIII. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición proximal del aguaymanto	5
Cuadro 2. Composición química y nutricional de hojas y harina de moringa.....	7
Cuadro 3. Aminoácidos en hojas frescas y harina de moringa	8
Cuadro 4. Clasificación de bebidas funcionales	11
Cuadro 5. Formulación de la bebida funcional sobre la base de aguaymanto	22
Cuadro 6. Prueba de Levene aplicada a los valores de acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	25
Cuadro 7. Análisis de varianza para la acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	26
Cuadro 8. Prueba de Duncan para la acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	27
Cuadro 9. Prueba de Levene para la luminosidad (L*) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	29
Cuadro 10. Análisis de varianza para la Luminosidad (L*), en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	30

Cuadro 11. Prueba de Duncan para la Luminosidad (L^*) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	30
Cuadro 12. Prueba de Levene para a^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	32
Cuadro 13. Análisis de varianza para a^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	32
Cuadro 14. Prueba de Duncan aplicada para a^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	33
Cuadro 15. Prueba de Levene para b^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	34
Cuadro 16. Análisis de varianza para b^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	35
Cuadro 17. Prueba de Duncan para b^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	36
Cuadro 18. Prueba de Levene para los compuestos fenólicos en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia.....	38
Cuadro 19. Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia	39

Cuadro 20. Prueba de Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia.....	39
Cuadro 21. Prueba de Levene para los sólidos solubles en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	41
Cuadro 22. Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles, en la bebida funcional de aguaymanto	41
Cuadro 23. Prueba de Duncan para el contenido de sólidos solubles en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia.....	Error! Bookmark not defined.
Cuadro 24. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	44
Cuadro 25. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	20
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	21
Figura 3. Cartilla para la evaluación de aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto	23
Figura 4. Valores de acidez (ácido cítrico) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	24
Figura 5. Valores de L* en el bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	28
Figura 6. Valores de a* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia	31
Figura 7. Valores b* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.	34
Figura 8. Valores del contenido de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	37
Figura 9. Valores de sólidos solubles (°Brix) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.....	40

Figura 10. Valores de aceptabilidad general en la bebida
funcional de aguaymanto con harina de moringa
y estevia.....43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los valores de acidez en la bebida funcional de aguaymanto.....	53
Anexo 2. Resultados de los valores de color en la bebida funcional de aguaymanto.....	53
Anexo 3. Resultados de los valores (promedio) de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto	54
Anexo 4. Resultados de los valores de sólidos solubles (°Brix) en la bebida funcional de aguaymanto	55
Anexo 5. Resultados de aceptabilidad general de la bebida funcional de aguaymanto	56
Anexo 6. Ficha técnica de la Stevia.....	57
Anexo 7. Diseño de bloques incompleto balanceado para la bebida funcional sobre la base de aguaymanto.....	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres adiciones de harina de moringa (*Moringa oleífera*) (2.00, 2.50 y 3.00%) y estevia (*Stevia rebaudiana*) (0.05, 0.06 y 0.07%) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en una bebida funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Las características fisicoquímicas evaluadas en las muestras fueron la acidez titulable, sólidos solubles, luminosidad (L^*), cromaticidad (a^*) cromaticidad (b^*) y contenidos fenólicos, como variables paramétricas. La aceptabilidad general, se evaluó utilizando una escala hedónica de 9 puntos. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianza para las variables paramétricas. El análisis de varianza determinó que existió efecto significativo de la adición de harina de moringa y estevia sobre la acidez titulable y aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto. Así mismo, solo la adición de harina de moringa produjo efecto significativo en el color (L^* , a^* y b^*) y compuestos fenólicos. La prueba de Duncan, determinó que 2.5% de harina de moringa y 0.07% de estevia en la bebida funcional permitió obtener valores adecuados de acidez titulable, 0.35%; color, L^* (27.61), a^* (-1.66) y b^* (10.36); sólidos solubles (5.9 °Brix), 14.63 mg AG/100 mL en compuestos fenólicos; se obtuvo el mayor puntaje en la aceptabilidad general, 9 puntos, equivalente a “me gusta muchísimo”, en la bebida funcional de aguaymanto.

ABSTRACT

The present research work aimed to evaluate the effect of three additions of moringa flour (*Moringa oleifera*) (2.00, 2.50 and 3.00%) and stevia (*Stevia rebaudiana*) (0.05, 0.06 and 0.07%) on the physicochemical characteristics and general acceptability in a functional drink of aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). The physicochemical characteristics evaluated in the samples were titratable acidity, soluble solids, luminosity (L^*), chromaticity (a^*), chromaticity (b^*) and phenolic contents, as parametric variables. Overall acceptability was assessed using a 9-point hedonic scale. Levene's test demonstrated homogeneity of variance for the parametric variables. The analysis of variance determined that there was a significant effect of the addition of moringa flour and stevia on the titratable acidity and general acceptability in the functional drink of aguaymanto. Likewise, only the addition of moringa flour produced a significant effect on the color (L^* , a^* and b^*) and phenolic compounds. Duncan's test determined that 2.5% of moringa flour and 0.07% of stevia in the functional drink allowed obtaining adequate values of titratable acidity, 0.35%; color, L^* (27.61), a^* (- 1.66) and b^* (10.36); soluble solids (5.9 ° Brix), 14.63 mg AG / 100 mL in phenolic compounds; the highest score was obtained in general acceptability, 9 points, equivalent to "I like it very much", in the functional drink of aguaymanto.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la demanda de las bebidas funcionales es dinámica y aumenta de 300% al año; debido a los mejores hábitos alimenticios de la población. Esta evolución supera las expectativas, ya que la tendencia en el mundo y a nivel nacional es consumir productos sanos y nutritivos (Contreras y Purisaca, 2018).

Investigaciones indica que los alimentos de origen vegetal como las frutas enteras y hojas de plantas son fuente de compuestos fenólicos como las antocianinas, β -carotenos, licopeno y otros. Las hojas de moringa es un alimento vegetal que posee un importante contenido de proteínas, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos. Por lo cual, se considera como alimento funcional, porque no sólo nutre, sino también al ser consumido cumple funciones específicas como reducir el riesgo de enfermedades tales como: diabetes, gastritis, anemia, cáncer, tos, entre otros (Murat, 2014).

Actualmente, existe la tendencia en reemplazar la sacarosa por otros edulcorantes que aporten menos energía; pero que, al mismo tiempo no varíe el dulzor en los productos, especialmente en las bebidas. Entre ellos está la sucralosa, aspartame y la estevia. Los dos primeros, se ha restringido su uso en productos de consumo humano debido a potenciales carcinogénicos. La estevia es un edulcorante natural no calórico que en pequeñas cantidades es un

excelente aditivo que endulza adecuadamente los productos alimenticios (Contreras y Purisaca, 2018).

El aguaymanto tiene gran popularidad entre las frutas; porque posee propiedades antiinflamatorias, lo cual es beneficioso para la salud humana. Además, es una fuente valiosa de compuestos fenólicos; que ayuda a prevenir diversas enfermedades. Así mismo, origina un mayor desarrollo de alimentos funcionales para la industria de los alimentos, así también en las industria nutracéutica y farmacéutica (Culcapasa, 2015; Oro y Urcia, 2018).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la adición de harina de moringa (*Moringa oleífera*) (2.00, 2.50 y 3.00%) y del edulcorante estevia (*Stevia rebaudiana*) (0.05, 0.06 y 0.07%) sobre la acidez titulable, sólidos solubles, el color (L^* , a^* y b^*), el contenido de compuestos fenólicos y la aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)?

Los objetivos planteados fueron:

Evaluar el efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre la acidez titulable, sólidos solubles, el color (L^* , a^* y b^*), el contenido de compuestos fenólicos y la aceptabilidad general en una bebida funcional de aguaymanto.

Determinar el porcentaje de adición de harina de moringa y del edulcorante estevia que permiten obtener el valor más adecuado de acidez titulable, color (L^* , a^* y b^*), sólidos solubles, contenido de compuestos fenólicos y la mayor aceptabilidad general en una bebida funcional de aguaymanto.

I. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Aguaymanto

2.1.1. Generalidades

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) es de origen peruano, de la región andina (Bravo y Osorio, 2016). Es una de las frutas de mayor consumo en el mundo; debido a que presenta componentes bioactivos, como los fenoles, que son compuestos antioxidantes que previenen enfermedades cardiovasculares.

2.1.2. Composición nutricional

El aguaymanto contiene betacaroteno, minerales, vitamina C, vitamina K y complejo B. Así mismo, la fruta presenta carbohidratos (15% de sólidos totales), alto contenido de fósforo (55 mg/100g) y fibra dietética (4.9 g), el cual actúa como en regulador intestinal. Además, los extractos de aguaymanto muestran una actividad antioxidante, actividad antiinflamatoria y antihepatotóxico (Oro y Urcia, 2018).

En la pulpa y cáscara se ha encontrado 2.12 g de lípidos por kg, y en las semillas 0.12 g de lípidos por kg (Culcapasa, 2015).

El Cuadro 1 presenta la composición proximal del aguaymanto.

Debido a que el aguaymanto posee excelentes propiedades funcionales, esto ha originado que tenga importancia en la dieta alimentaria diaria; por lo cual, la industria de los alimentos ha

utilizado esta fruta en diferentes productos como bebidas, yogures y mermeladas (Oro y Urcia, 2018).

Cuadro 1. Composición proximal del aguaymanto

Componente	Contenido (en 100 g)
Humedad (%)	78.9
Proteína (g)	0.050-3
Lípidos (g)	0.15-0.2
Carbohidratos (g)	19.6
Fibra (g)	4.9
Cenizas (1)	1.0
Calcio (mg)	8.0
Fósforo (mg)	55.3
Hierro (mg)	1.2
Caroteno (mg)	1.6
Tiamina (mg)	0.1
Niacina (mg)	1.7
Ácido ascórbico (mg)	43.0

Fuente: Oro y Urcia (2018)

2.2. Harina de moringa

2.2.1. Generalidades

La moringa (*Moringa oleífera* L.) tiene origen en el continente de África oriental y las Indias orientales. En el continente Americano, se cultiva como planta ornamental (Martínez, 2015).

Las hojas de moringa son deshidratadas y pulverizadas para convertirse en harina; la cual se emplea en la preparación de salsas,

sopa de vegetales, tortillas, tamalitos, carnes, etc. (Folkard y Sutherland, 2016).

2.2.2. Composición nutricional

Folkard y Sutherland (2016) expresan que el contenido de proteínas en las hojas de moringa es del 27% y tiene cantidades significativas de calcio, hierro, fósforo y potasio, así como vitamina A y C. La semilla contiene un 40% de aceite, similar al aceite de oliva, por su contenido en ácido oleico.

El Cuadro 2 muestra la composición química y nutricional de las hojas frescas y harina de moringa (Folkard y Sutherland, 2016). Así mismo, el Cuadro 3 presenta la cantidad de aminoácidos que presenta las hojas frescas y harina de moringa, donde se evidencia que la harina de moringa tiene mayor contenido de aminoácidos (Uquillas, 2017).

2.2.3. Propiedades funcionales

La harina de las hojas de moringa es un alimento recomendado para embarazadas, lactantes y niños. Por su aporte nutricional en proteínas, vitaminas y minerales (Ccasa y Castillo (2017). Así mismo, presenta importantes propiedades funcionales (López, 2015 y Ccasa y Castillo (2017). A continuación se detalla algunas propiedades funcionales:

- Fortalece el sistema inmunológico del cuerpo
- Fortalece la estructura celular del cuerpo
- Controla de forma natural los niveles de colesterol sérico
- Regula el funcionamiento normal del hígado y el riñón
- Regula el tránsito intestinal
- Actúa como antioxidante
- Posee propiedades antiinflamatorias
- Normaliza la cantidad normal de glucosa en sangre

Cuadro 2. Composición química y nutricional de hojas y harina de moringa

Componente	Hojas frescas (en 100 g)	Harina de moringa (en 100 g)
Carbohidratos (g)	12.5	43.8
Grasa (g)	1.7	2.3
Proteína (g)	6.7	27.1
Fibra (g)	0.9	19.2
Vitamina A (mg)	6.8	18
Vitamina B ₁ (mg)	0.21	2.6
Vitamina B ₂ (mg)	0.05	20.5
Vitamina C (mg)	220	17.3
Calcio (mg)	440	2003
Hierro (mg)	7.2	8.2
Magnesio (mg)	42	368
Fósforo (mg)	70	204
Potasio (mg)	259	1324

Fuente: Folkard y Sutherland (2016)

Cuadro 3. Aminoácidos en hojas frescas y harina de moringa

Aminoácido	Hoja fresca (mg/100 g)	Harina de moringa (mg/100 g)
Arginina	406.6	1325
Histidina	149.8	613
Isoleucina	299.6	825
Leucina	492.2	1950
Lisina	342.4	1325
Metionina	117.7	350
Fenilalanina	310.3	1388
Triptofano	107	425
Valina	374.5	1063

Fuente: Uquillas (2017)

2.3. Edulcorante estevia

2.3.1. Generalidades

Es un edulcorante de grado alimenticio, es 600 veces más dulce que la sacarosa; sus características fisicoquímicas y toxicológicas favorecen su inclusión en la dieta humana, como un edulcorante dietético natural, sin efectos colaterales (Yong y otros, 2014).

La estevia endulza sin aportar calorías, además, contiene vitamina A y C y minerales: calcio, hierro, fósforo y potasio; que ayudan a reforzar el sistema inmunológico. Por consiguiente, es adecuado para las personas con sobrepeso y diabetes (Contreras y Purisaca, 2018).

Tiene efectos beneficiosos para la salud humana, ayuda en la absorción de la grasa, combate la obesidad reduciendo la ingesta de calorías y como consecuencia reduciendo el peso (Contreras y Purisaca, 2018).

2.3.2. Composición nutricional

La estevia presenta polioles, eritritol, 99 mg/ 100 g de muestra (Contreras y Purisaca, 2018).

2.4. Bebida funcional

2.4.1. Definición

Es aquella bebida que no contiene alcohol, sino, que presenta ciertos componentes funcionales que permite ayudar a mejorar el estado de salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Estos componentes pueden ser los antioxidantes que se encuentran de forma natural en un alimento como las frutas o también, pueden adicionarse como nutracéuticos, por ejemplo el calcio de la leche, la proteína concentrada de soya, fibra soluble e insoluble, prebióticos, probióticos, vitaminas, minerales, polifenoles y otras sustancias que le proporcionan ciertos beneficios específicos en la salud y pueden ser declarados en el producto (Contreras y Purisaca, 2018).

Oro y Urcia (2018) mencionan que la sucralosa o la estevia es uno de los componentes empleados en las bebidas funcionales, porque

presenta 600 veces más dulzor que el azúcar común (sacarosa), pero baja concentración calórica. Estos edulcorantes no se metabolizan en el cuerpo y son eliminados después de su consumo.

Existen muchas bebidas funcionales, algunas de ellas: té helado, café, bebida para deportistas, té herbales, bebida carbonatada congelada, mezcla de mentas, zumo de verduras y batidos. La adición de ciertos ingredientes funcionales en las bebidas garantiza a los consumidores la satisfacción de sus necesidades nutricionales, mejorando su salud (González y otros, 2014).

El mercado de bebidas funcionales comprende un gran número de refrescos y zumos. Productos que son elaborados sobre la base de agua o leche, con antioxidantes, soja y otros, muy necesarios para el organismo humano. Además, existen bebidas especiales, llamadas isotónicas, consumidas por deportistas para su recuperación, tras un intenso desgaste energético. Las ventas superan los 407 millones de euros, debido que se ha aumentado en +3% su consumo (Contreras y Purisaca, 2018).

2.4.2. Clasificación

El Cuadro 4 muestra la clasificación de las bebidas funcionales de señalando las características de cada una.

Cuadro 4. Clasificación de bebidas funcionales

Propiedad funcional	Características
Control de peso	Los edulcorantes (sintéticos o naturales) empelados contienen polisacáridos que produce un bajo índice glucémico.
Orgánica/ Natural	Procesados de vegetales cultivados libre de pesticidas o abonos sintéticos, pero pueden tener aditivos naturales.
Energizante/ Revitalizantes	Se le añade cafeína o algún otro alcaloide estimulante, para estimular el sistema neurológico.
Reductor de colesterol	Se agrega etanol o ésteres fitoesteroles.
Relajante	Se le agrega extracto de hierbas con opiáceos a bajas concentraciones (<2.0%).
Reconstituyente/ Hidratante	Contribuyen altos valores energéticos e índice glucémico. En su formulación se le agrega un hidrolizado proteico de vegetales o animales, carbohidratos, vitaminas y minerales; para grupos específicos: niños, ancianos, mujeres, deportistas y otros.
Mitigantes del envejecimiento	Se complementa con ácidos grasos omega-3, omega-6 o compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes.
Simbióticas	Tiene uno o más grupos de bacterias lácticas o actinomicetos con carácter prebiótico; además tienen oligosacáridos que actúan como prebióticos y fibra biológica.

Fuente: Contreras y Purisaca (2018)

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de investigación

- El aguaymanto fue adquirido del Fundo “Agrícola Virú”, Provincia Virú, localizado en la región La Libertad
- Harina de moringa. Marca Mutrimix. Distribuidor: Santa Natura
- Edulcorante estevia. Marca Suman. Distribuidor: Suman SAC. (Ver anexo 06)
- Envases de polietileno de 250 mL. Distribuidor: Suman S.A.C.

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Vasos precipitados de 50, 100 y 250 mL. Marca Isolab
- Espátula de 22 cm. Marca Isolab
- Placas Petri de 90 mm. Marca Normax
- Frasco lavador
- Baldes de polietileno de 4 L
- Jarras de polietileno de 250 mL

3.2.3. Instrumentos

- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.
- Licuadora. Marca Oster
- Colorímetro. Konica Minolta. Modelo CR-400.
- Refractómetro. Marca atago. Rango: 0-32 °Brix.
- pH-metro. Marca Mettler Toledo. Rango: 0-14, sensibilidad 0.01.
- Espectrofotómetro UV-VIS. Marca Genesys 6. Rango: 325-1100 nm

3.2.4. Equipos

- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Capacidad 0 - 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g
- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 °C

3.2.5. Reactivos

- Diclorofenolindofenol (sal sódica)
- Ácido metafosfórico (HPO_3)
- Ácido L-ascórbico
- Folin-Ciocalteau
- Bicarbonato de sodio
- Formaldehído
- Hidróxido de sodio 0.1 N

- Ácido gálico
- Carbonato de sodio 1N

3.3. Métodos

3.3.1. Método experimental

3.3.1.1. Esquema experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

La Figura 1, muestra el esquema experimental del proyecto de investigación. Las variables independientes fueron la adición de harina de moringa (2.00, 2.50 y 3.00%) y la del edulcorante de estevia (0.05, 0.06 y 0.07%) y las variables dependientes: acidez titulable, color (L^* , a^* y b^*), sólidos solubles, compuestos fenólicos y aceptabilidad general.

3.3.1.2. Procedimiento experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.

A continuación, se describen el diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto.

Recepción. Se recibió el aguaymanto del fundo Agrícola Virú.

Pesado. Se pesó el fruto para determinar su rendimiento.

Pelado. Se retiró el cáliz o capacho del fruto de forma manual sin dañar el fruto.

Selección. Se seleccionó el aguaymanto en buen estado y se separó aquel que presentó algún defecto como golpe.

Lavado. Se lavó los frutos con agua potable por inmersión y después para reducir la carga microbiana, se desinfectó los frutos en solución de dióxido de cloro a 100 ppm por un tiempo de 10 min.

Pulpeado. Se trituró los frutos en la licuadora industrial durante 15 segundos.

Tamizado. La pulpa se pasó por un tamiz de 5 μ m de diámetro para separar la fibra de la pulpa.

Estandarización. Se pesaron los ingredientes: agua, harina de moringa, edulcorante natural (estevia), carboximetilcelulosa (CMC) y sorbato de potasio; según la formulación establecida en el Cuadro 5 para cada tratamiento y se mezclaron con la pulpa tamizada en una marmita. Se estandarizaron cumpliendo los siguientes parámetros: dilución 1:2; pH: máx. 4.5; acidez: 0.4% y sólidos solubles: 12.

Pasteurizado. La mezcla se calentó hasta 65 °C, luego se agregó el edulcorante estevia y se pasteurizó a 95 °C durante 3 min, para reducir la carga microbiana.

Envasado. Se envasó a 85 °C en botellas de polietileno de 250 mL, resistente al calor; luego, se selló.

Enfriado. El producto envasado se enfrió hasta 20 °C por inmersión con agua para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia.

3.2.2. Formulación de la bebida funcional

En el Cuadro 5, se muestra una muestra control y nueve formulaciones de la bebida funcional sobre la base de aguaymanto.

3.2.3. Métodos de análisis

a. Sólidos solubles

Los sólidos solubles de los formulaciones con la bebida funcional de aguaymanto fueron medidos con el refractómetro de mano, marca Atago de 0-32%, calibrado a 20 °C. Los resultados fueron reportados en °Brix (AOAC, 2000).

b. Acidez titulable

Por el método de la AOAC (2000) se determinó la acidez titulable. Se diluyo la muestra 1:1. La solución fue valorada con hidróxido de sodio 0.1 N. Después, se transfirió 10 mL de la muestra a un matraz Erlenmeyer y se adicionó 4 gotas de solución de fenoftaleína. Posteriormente, la muestra fue titulada hasta que cambio a color rosa por 1 minuto. Se expresó la acidez titulable, como porcentaje de ácido cítrico y fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq ácido} * 100}{V \text{ (mL)}}$$

Donde:

V_{NaOH} = volumen de NaOH

N_{NaOH} = normalidad del NaOH

$\text{meq}_{\text{ácido}}$ = miliequivalentes de ácido cítrico;

los valores equivalentes de base a ácido para
el ácido cítrico es: 0.064.

c. Color

Se midió el color, usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400, midiendo los valores de L^* (luminosidad) en el rango de 0 (negro) y 100 (blanco); valor de a^* , -1.13 a 7.06 y valor b^* , 9.08 a 26.7 (López, 2015). Antes de realizar el análisis, el colorímetro se calentó durante 10 minutos y después fue calibrado con un blanco estándar (Ccasa y Castillo, 2017).

d. Compuestos fenólicos

Mediante el método espectrofotométrico se determinó el contenido de compuestos fenólicos. Fue desarrollado por Folin y Ciocalteu, el cual se fundamenta en su carácter reductor. Para ello, se colocó 200 μL de la bebida funcional en un matraz aforado y se añadió 2.5 mL de reactivo de Folin; luego se dejó reposar por un lapso de 3 min. Enseguida, se agregó 5 mL de carbonato de sodio 1 N y se aforó a 50 mL. Se dejó reposar la muestra por 30 min; a continuación se midió la absorbancia a 765 nm. Para conocer la concentración de compuestos fenólicos en la bebida funcional se

elaboró una curva estándar de ácido gálico con diferentes concentraciones (1, 2 y 4%), (Ccasa y Castillo, 2017). En el Anexo 3 se muestra los resultados del contenido de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto.

e. Evaluación sensorial: aceptabilidad general

Mediante una escala hedónica de nueve puntos se evaluó la aceptabilidad general. La prueba de evaluación sensorial se realizó en dos sesiones, (1 día por sesión) entre las 10 y 11 a.m. (Anzaldúa, 2005).

Las muestras se evaluaron de acuerdo al diseño de bloques incompleto balanceado, ver Anexo 7 (Anzaldúa, 2005).

Participa 30 panelistas no entrenados; cada uno degustó la muestra control y las cuatro muestras de la bebida funcional de aguaymanto, de manera aleatoria a temperatura ambiente (20 °C). De la misma manera, las otras cinco muestras fueron evaluadas en otra sesión. En las dos sesiones participaron los mismos panelistas (Anzaldúa, 2005 y Cordero-Bueso, 2017).

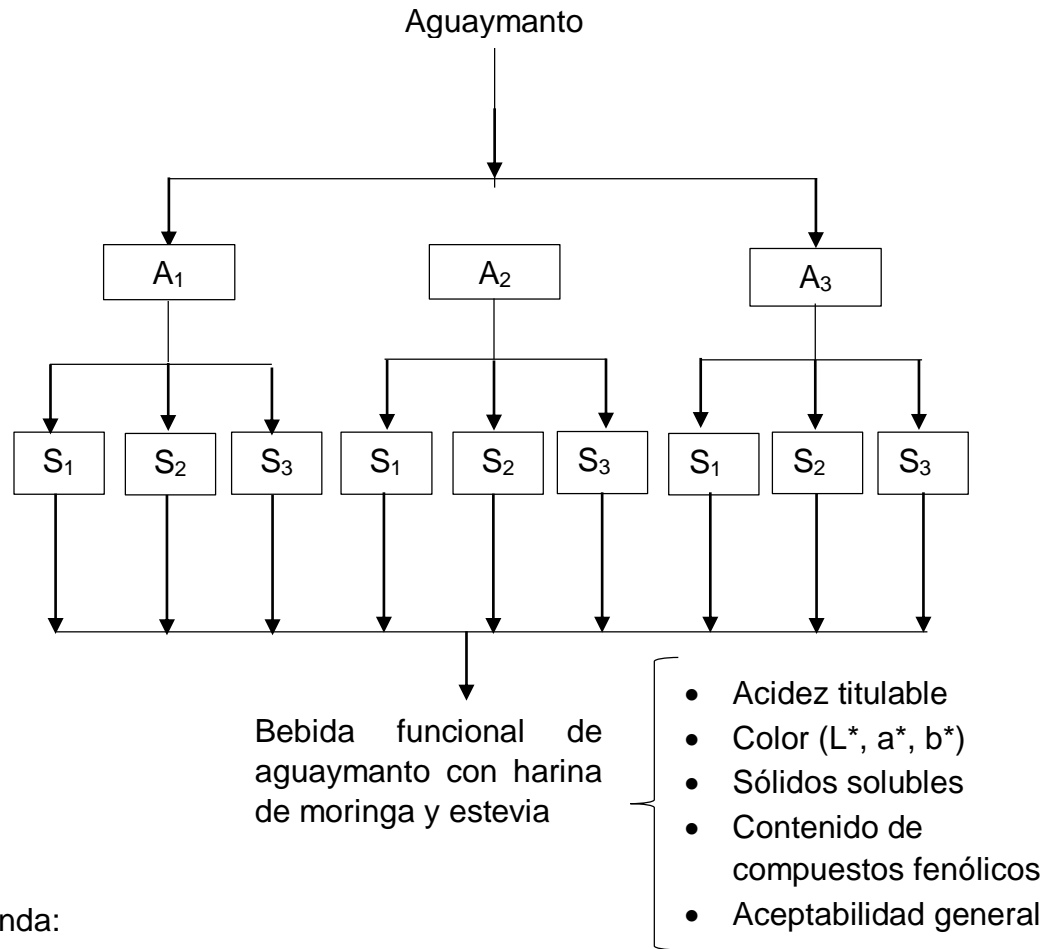
La Figura 3 muestra la cartilla utilizada para la evaluación de aceptabilidad general de la bebida funcional sobre la base de aguaymanto con adición de harina de moringa y estevia. Para sesión se subrayó las muestras que fueron evaluadas en ese día, porque se trabajó la misma cartilla para ambas sesiones.

3.2.4. Métodos estadísticos

La evaluación estadística de los valores acidez titulable, color, y sólidos solubles, contenido fenólico corresponderá a un arreglo factorial 3*3, con tres repeticiones. Se aplicó la Prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianzas, seguido del análisis de varianza para evaluar la influencia de las variables independientes y finalmente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento, todas con un nivel de confianza del 95% (Vanajakshi y otros, 2015).

Los datos de la evaluación sensorial de la aceptabilidad general de la bebida funcional de aguaymanto fueron evaluados mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon, ambas con un nivel de confianza del 95% (Contreras y Purisca, 2018).

Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (IBM-SPSS) versión 24.0 y para la elaboración de los gráficos se usó el paquete estadístico Minitab versión 18.



Leyenda:

A₁: Adición de harina de moringa, 2.0%

A₂: Adición de harina de moringa, 2.5%

A₃: Adición de harina de moringa, 3.0%

S₁: Adición de edulcorante estevia, 0.05%

S₂: Adición de edulcorante estevia, 0.06%

S₃: Adición de edulcorante estevia, 0.07%

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

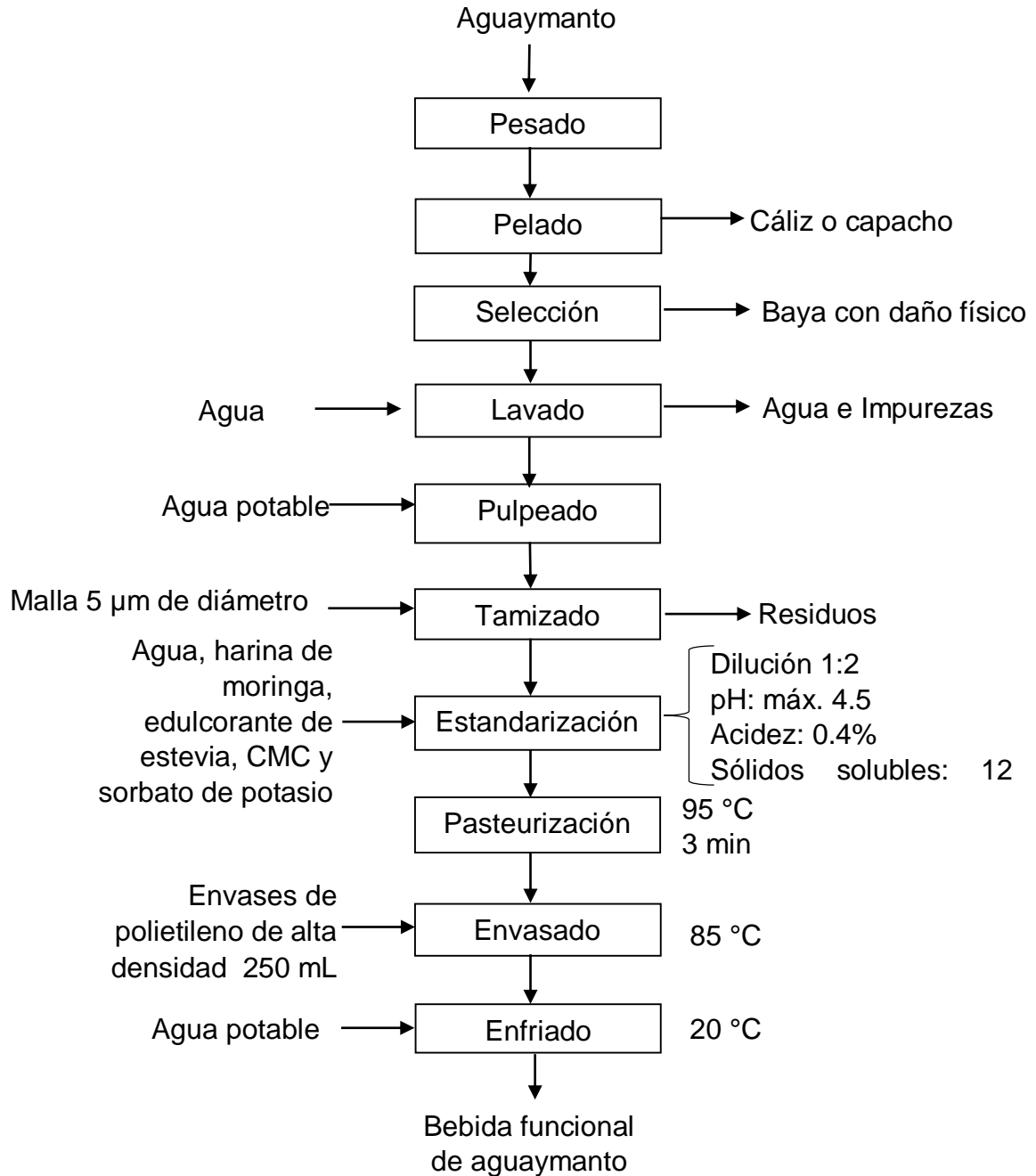


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Cuadro 5. Formulación de la bebida funcional sobre la base de aguaymanto

Ingredientes	F ₀ (%)	F ₁ (%)	F ₂ (%)	F ₃ (%)	F ₄ (%)	F ₅ (%)	F ₆ (%)	F ₇ (%)	F ₈ (%)	F ₉ (%)
Pulpa de aguaymanto	30.00	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69
agua	60.00	65.38	65.38	65.38	65.38	65.38	65.38	65.38	65.38	65.38
Harina de moringa	0.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00
Estevia	0.00	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07
Azúcar	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CMC	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Sorbato de potasio	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
TOTAL (%)	100.00	100.25	100.26	100.27	100.75	100.76	100.77	101.25	101.26	101.27

**Prueba de aceptabilidad general de la bebida funcional de aguaymanto con
adición de harina de moringa y stevia**

Nombre:

Fecha:

INSTRUCCIONES: Pruebe la bebida funcional de aguaymanto que se le ha proporcionado y califique según la categoría que se presenta, marcando con una (x) de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.

Categoría	Muestra									
	289	349	416	597	122	315	706	901	158	
Me agrada extremadamente	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me agrada mucho	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me agrada bastante	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me agrada ligeramente	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ni me agrada ni me desagrada	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me desagrada ligeramente	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me desagrada bastante	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me desagrada mucho	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Me desagrada extremadamente	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Comentarios:										
<hr/> <hr/>										
Muchas gracias!!!										

Figura 3. Cartilla para la evaluación de aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre la acidez titulable en la bebida funcional de aguaymanto

La Figura 4 muestra el efecto de la adición de harina de moringa y el edulcorante estevia sobre los valores de acidez titulable de la bebida funcional de aguaymanto; los cuales fueron disminuyendo en los nueve adiciones; conforme se va incrementando la adición de harina de moringa (2 a 3%) y estevia (0.05 a 0,07%). La adición "F1" obtuvo el mayor valor de acidez titulable, 0.44% y la adición "F9", obtuvo el menor valor de acidez titulable, 0.30%. En el Anexo 1 se muestra los resultados de los valores de acidez titulable en la bebida funcional de aguaymanto.

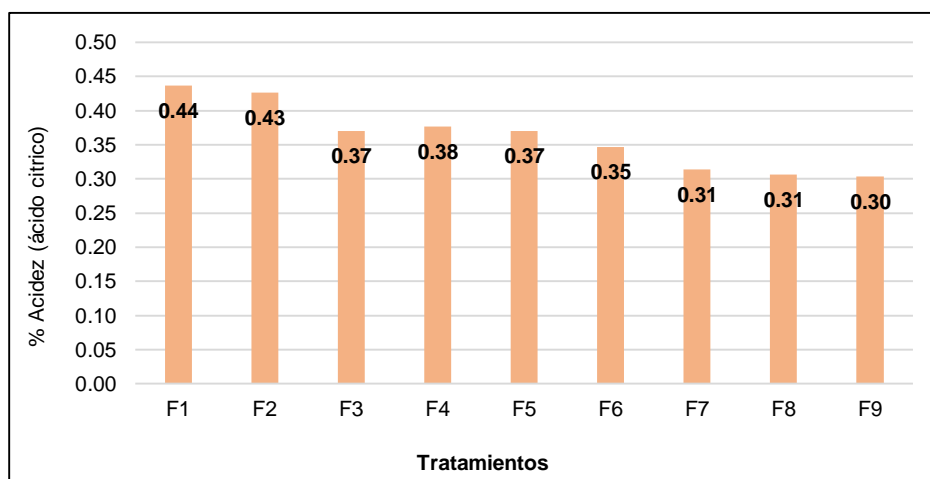


Figura 4. Acidez titulable en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

López (2015) reportó que la concentración de la harina de moringa (2 y 5%) influye en la acidez de la bebida funcional de maracuyá, la cual también disminuyó de 0.55 a 0.53%. Esto se debe a que la harina de moringa tiene un pH de 5.6, lo cual origina la disminución de la acidez en los tratamientos de la bebida funcional (Flores, 2019). Además, la estevia logra disminuir el nivel de acidez en la bebida funcional, porque presenta el esteviolbiónido, proporciona cierto dulzor.

En el Cuadro 6, se muestra la prueba de Levene; la cual determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) sobre la acidez titulable en los tratamientos en la elaboración de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia.

Cuadro 6. Prueba de Levene aplicada a los valores de acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Estadístico de Levene	p
0.774	0.576

En el Cuadro 7, se observa el análisis de varianzas realizado a la acidez titulable en la bebida funcional de aguaymanto. El análisis determinó efecto significativo ($p < 0.05$) de ambas variables independientes.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Adición de harina de moringa	124.550	1	124.550	30880.074	0.000
Adición de estevia	51.502	1	51.502	12769.000	0.000
Adición de harina de moringa *	0.361	1	0.361	89.388	0.000
Adición de estevia					
Error	0.032	8	0.004		
Total	41056.457	12			

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de acidez, en la bebida funcional de aguaymanto El subgrupo 3, cuyo valor acidez corresponde 0.35%, que pertenece a la adición, harina de moringa (2.5%) y estevia (0.07%), puede considerarse el mejor tratamiento, porque presenta un valor de acidez adecuado, él cual es muy cercano al valor mínimo reportado por NTP 203.110, 0,4% en acidez para néctar de frutas (INDECOPI, 2009).

Cuadro 8. Prueba de Duncan para la acidez en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Adición harina de moringa	Adición estevia	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
2.0%	0.05%	0.44				
2.0%	0.06%	0.43				
2.0%	0.07%		0.37			
2.5%	0.05%		0.38			
2.5%	0.06%		0.37			
2.5%	0.07%			0.35		
3.0%	0.05%				0.31	
3.0%	0.06%				0.31	
3.0%	0.07%					0.30

4.2. Efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre el color en la bebida funcional de aguaymanto

La Figura 5 presenta el efecto de la adición de harina de moringa y estevia sobre el color en la bebida funcional de aguaymanto. La Luminosidad (L^*) presentaron una tendencia de descenso en los tratamientos, conforme se incrementa la adición de harina de moringa (2.0 a 3.0%) y estevia (0.05 a 0.7%). El mayor valor de Luminosidad (L^*), 29.33, lo obtuvo la adición "F1" (harina de moringa, 2.0% y estevia, 0.05%) y el menor valor, 27.25, lo presentó la adición "F9" (harina de moringa, 3.0% y estevia, 0.07%). En el Anexo 2 se muestra los resultados de los valores de L^* .

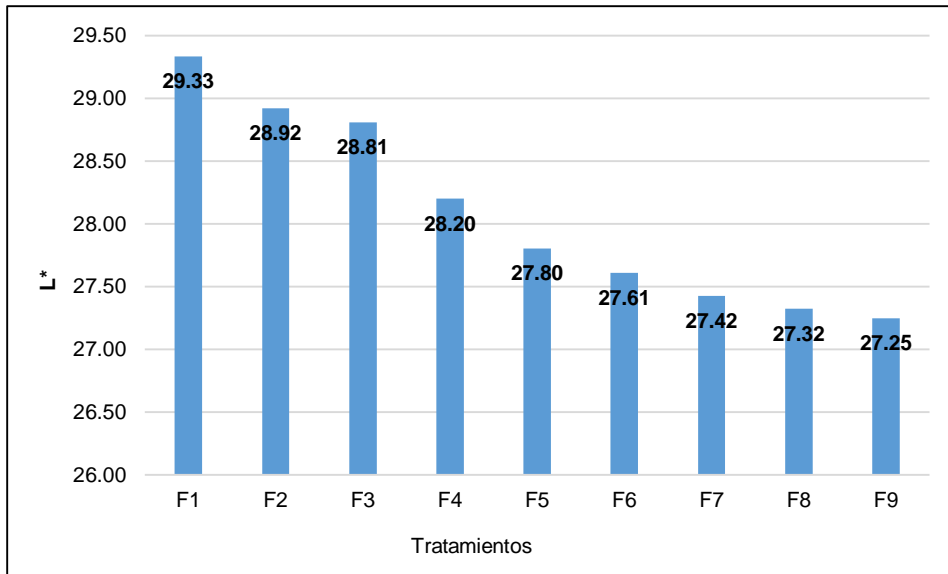


Figura 5. Luminosidad en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

La harina de moringa es de color verde, debido a que presenta el pigmento denominado clorofila; entonces provoca la disminución de la luminosidad de la bebida de aguaymanto debido al incremento de la concentración (>2.0%) de harina moringa en la formulación. Sin embargo, la estevia no influye en el color de la bebida funcional de aguaymanto (López, 2015).

Ccasa y Castillo (2017) reportó el efecto de la concentración de la harina de moringa (2 y 5%) sobre la luminosidad (L*) en la bebida funcional de maracuyá, la cual también disminuyó de 32.50 a 29.34.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene aplicado a la luminosidad (L*), en la bebida funcional de aguaymanto con

harina de moringa y estevia. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 9. Prueba de Levene para la Luminosidad (L*) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Estadístico de Levene	p
0.190	0.899

En el Cuadro 10, se presenta el análisis de varianza aplicada a la luminosidad en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. El análisis determinó efecto significativo ($p < 0.05$) solo en la variable de harina de moringa.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de Luminosidad, en la bebida funcional de aguaymanto. El subgrupo 5, adición de harina de moringa (2.5%) y adición de estevia (0.07%), tiene un valor L*, 27.61, se considera el mejor tratamiento porque presentó una luminosidad adecuada, conservándose el color de la fruta empleada siguiendo la tendencia en el patrón de consumo en las bebidas de fruta.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la Luminosidad (L*),
en la bebida funcional de aguaymanto con harina de
moringa y estevia**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados de medios	F	p
Adición de harina de moringa	108.240	1	108.240	432960.533	0.000
Adición de estevia	28.830	1	27.294	146220.040	0.068
Adición de harina de moringa *	2.100	1	2.100	8400.133	0.000
Adición de estevia					
Error	0.002	8	0.000		
Total	30141.172	12			

**Cuadro 11. Prueba de Duncan para la Luminosidad (L*) en
la bebida funcional de aguaymanto con harina de
moringa y estevia**

Adición harina de moringa	Adición estevia	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
2.0%	0.05%	29.33					
2.0%	0.06%		28.92				
2.0%	0.07%		28.81				
2.5%	0.05%			28.20			
2.5%	0.06%				27.80		
2.5%	0.07%					27.61	
3.0%	0.05%						27.42
3.0%	0.06%						27.32
3.0%	0.07%						27.25

La Figura 6 se observa la disminución de la cromaticidad (a^*) en los adiciones de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. En el Anexo 2 se muestra los resultados de los valores de a^* .

López (2015) reporta que a mayor concentración de extracto de hojas de moringa los valores de la cromaticidad a^* decrecieron en su bebida de maracuyá debido al pigmento característico de las hojas de plantas, clorofila. La estevia no influyo en el color de la bebida funcional de aguaymanto.

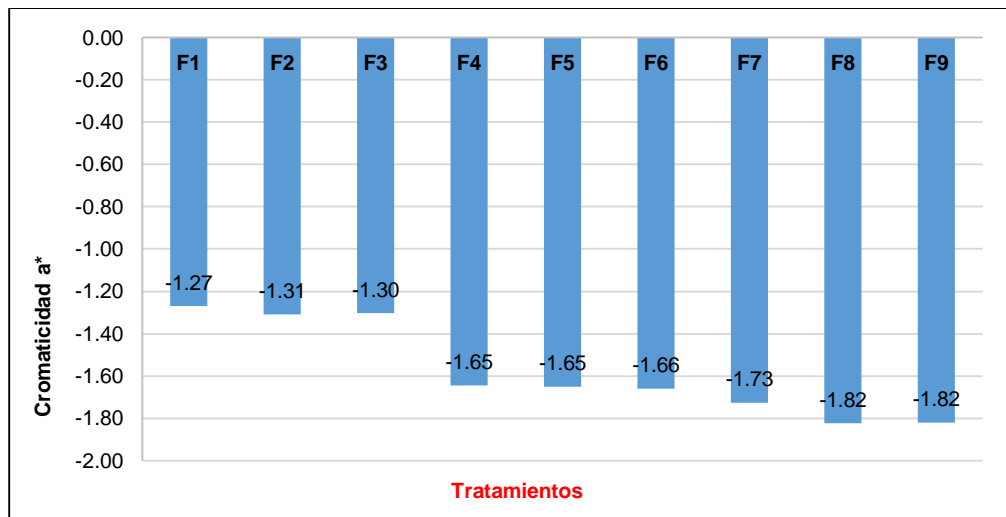


Figura 6. Cromaticidad a^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

El Cuadro 12 muestra la prueba de Levene aplicada a cromaticidad a^* , en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

**Cuadro 12. Prueba de Levene a cromaticidad a* en la
bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y
estevia**

Estadístico de Levene	p
1.010	0.532

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza aplicada a los valores de la cromaticidad a*, en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. Se determinó efecto significativo ($p < 0.05$) en la variable adición de harina de moringa.

**Cuadro 13. Análisis de varianza a cromaticidad a* en la
bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y
estevia**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medias	F	p
Adición de harina de moringa	2.017	1	2.017	2.680	0.000
Adición de estevia	0.235	1	0.798	0.914	0.100
Adición de harina de moringa *	8.875	1	8.875	11.791	0.009
Adición de estevia					
Error	6.022	8	0.753		
Total	3398.287	12			

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de a^* , en la bebida funcional de aguaymanto El subgrupo 4, adición de harina de moringa (2.5%) y adición de estevia (0.07%), tiene un valor a^* , -1.66; el cual se considera el mejor tratamiento porque presentó una tonalidad menos oscura, pues se desea que conserve un color característico de la fruta empleada en la bebida funcional de aguaymanto.

Cuadro 14. Prueba de Duncan aplicado a cromaticidad a^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Adición harina de moringa	Adición estevia	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
2.0%	0.05%	-1,27					
2.0%	0.06%		-1.31				
2.0%	0.07%		-1.30				
2.5%	0.05%			-1.65			
2.5%	0.06%			-1.65			
2.5%	0.07%				-1.66		
3.0%	0.05%					-1.73	
3.0%	0.06%						-1.82
3.0%	0.07%						-1.82

En la Figura 7, se muestra la cromaticidad b^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. Los valores disminuyeron conformen se incrementa la adición de harina de moringa, 2 a 3%.

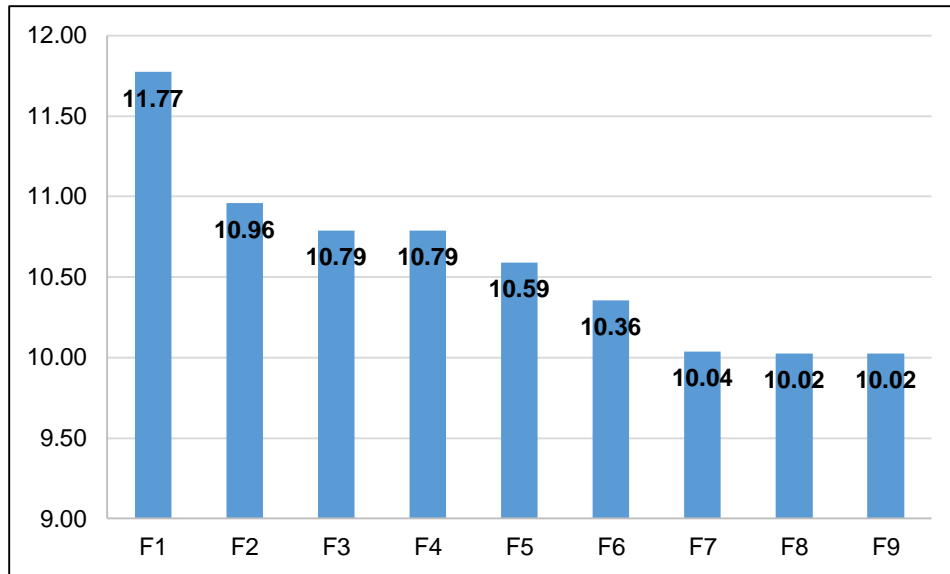


Figura 7. Cromaticidad b* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene aplicada a la cromaticidad b*, en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Prueba de Levene a cromaticidad b* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Estadístico de Levene	p
0.102	0.956

En el Cuadro 16, se presenta el análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b*, en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. El análisis determinó efecto

significativo ($p < 0.05$) en la variable de adición de harina de moringa.

Cuadro 16. Análisis de varianza a cromaticidad b^* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medias	F	p
Adición de harina de moringa	0.203	1	0.203	392.516	0.000
Adición de estevia	0.159	1	0.240	184.452	0.058
Adición de harina de moringa *	7.146	1	7.146	13830.258	0.026
Adición de estevia					
Error	0.004	8	0.001		
Total	1406.773	12			

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de b^* , en la bebida funcional de aguaymanto. El subgrupo 5, adición de harina de moringa (2.5%) y adición de estevia (0.07%), tiene un valor b^* , 10.36. Se puede determinar que este es el mejor tratamiento porque presentó una tonalidad más amarilla, pues se desea que conserve un color característico de la fruta empleada en la bebida funcional de aguaymanto.

Cuadro 17. Prueba de Duncan cromaticidad b* en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Adición harina de moringa	Adición estevia	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
2.0%	0.05%	11.77					
2.0%	0.06%		10.96				
2.0%	0.07%			10.79			
2.5%	0.05%			10.79			
2.5%	0.06%				10.59		
2.5%	0.07%					10.36	
3.0%	0.05%						10.04
3.0%	0.06%						10.02
3.0%	0.07%						10.02

4.3. Efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre el contenido de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto

La Figura 8 muestra el efecto de la adición de harina de moringa y la adición de la estevia sobre el contenido de compuestos fenólicos de la bebida funcional de aguaymanto. Se observa que existió un aumento de los compuestos fenólicos en las nueve adiciones “F1” hasta “F9”; desde 9.08 hasta 16.74 mg AG/100 mL, debido a que aumentó la concentración de harina de moringa de 2.0 hasta 3.0%.

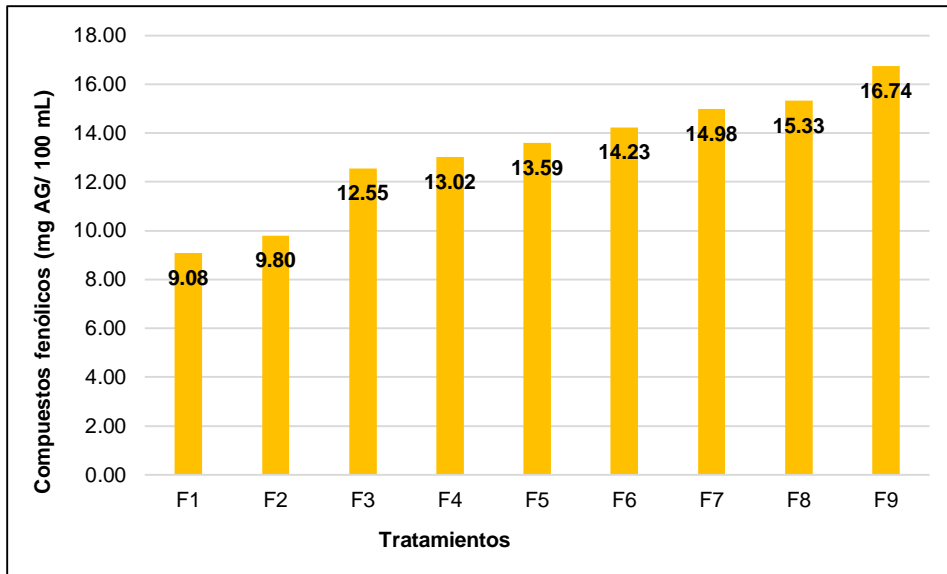


Figura 8. Contenido de compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

López (2015) determinó el contenido de compuestos fenólicos en la bebida de maracuyá con adición de harina de moringa; se incrementó desde 11.06 hasta 13.95 mg AG/100 mL, en la bebida de maracuyá.

Los estudios de Gopalakrishnan y otros (2016) discuten sobre la aplicación e importancia nutritiva en la cual detallan las propiedades de *Moringa Oleifera*, destacando la presencia en las hojas de ciertos fitoquímicos como taninos, esteroides, compuestos fenólicos, flavonoides, entre otros. Es decir, el extracto de las hojas de moringa, contiene estos compuestos, a una mayor concentración; lo cual implicaría un incremento en el contenido de los fitoquímicos; entonces estos compuestos antioxidantes disminuyen los radicales libres que se generan en el organismo, por lo cual incrementa su valor agregado de las

propiedades funcionales de la bebida de frutas. Sin embargo, la adición de estevia no influye en el contenido de los compuestos fenólicos en la bebida funcional de aguaymanto (López, 2015).

En el Cuadro 18 se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de compuestos fenólicos, en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 18. Prueba de Levene para los compuestos fenólicos en la bebida de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Estadístico de Levene	p
0.032	0.992

En el Cuadro 19, se presenta el análisis de varianza aplicada al contenido de compuestos fenólicos, en la bebida de aguaymanto con extracto de moringa y estevia. El análisis determinó efecto significativo ($p < 0.05$) en la adición de harina de moringa.

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de compuestos fenólicos, en la bebida funcional de aguaymanto. El subgrupo 9, adición de harina de moringa (30.0%) y adición de estevia (0.07%), tiene un valor 16.74 mg AG/ 100 mL. Se escogió, como mejor tratamiento porque presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos.

4.4. Efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre el contenido de sólidos solubles en la bebida funcional de aguaymanto

En la Figura 10, se muestra que la adición de harina de moringa y estevia no presentó efecto sobre el contenido de sólidos solubles en la bebida funcional de aguaymanto; sólidos solubles fueron similares en todas las adiciones.

Culcapusa (2015), también reportó que la adición de estevia no produjo ningún efecto significativo en el contenido de sólidos solubles en el néctar de aguaymanto.

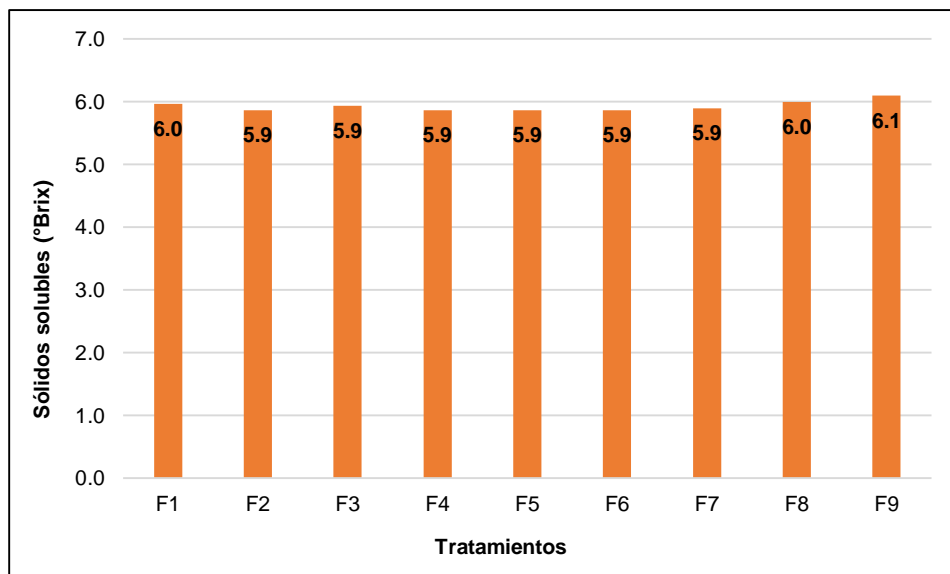


Figura 9. Sólidos solubles (°Brix) en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores del contenido de sólidos solubles, en la bebida funcional de aguaymanto. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 21. Prueba de Levene para los sólidos solubles en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Estadístico de Levene	p
0.267	0.848

En el Cuadro 22, se presenta el análisis de varianza aplicada al contenido de sólidos solubles, en la bebida funcional de aguaymanto. El análisis determinó que no existió efecto significativo ($p > 0.05$) de ambas variables independientes.

Cuadro 22. Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles, en la bebida funcional de aguaymanto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados de medias	F	p
Adición de harina de moringa	18.367	1	19.450	39890.430	0.062
Adición de estevia	27.046	1	38.590	80004.725	0.110
Adición de harina de moringa *	2.040	1	2.796	6251.013	0.230
Adición de estevia					
Error	0.003	8	0.000		
Total	2567.560	12			

La prueba de Duncan no fue necesaria hacerla porque el análisis de varianza indicó que no existió efecto significativo en la adición de harina de moringa y estevia sobre los sólidos solubles en la bebida funcional de aguaymanto.

4.5. Efecto de la adición de harina de moringa y del edulcorante estevia sobre la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto

En la Figura 11, se aprecia el efecto de la adición de la harina de moringa y estevia sobre la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto. Los valores de aceptabilidad general de la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. La adición "F6", harina de moringa (2.5%) y estevia (0.07%), obtuvo el mayor valor de aceptabilidad general, 9 puntos, equivalente a "me gusta extremadamente".

López (2015) reportó también mayor aceptabilidad general con una escala hedónica, 9 puntos, equivalente a "me gusta extremadamente", en néctar de maracuyá con adición de harina de moringa (4.0%), porque la harina de moringa disminuyó la acidez del maracuyá; y Culcapusa (2015) reportó mayor aceptabilidad general con una escala hedónica de 9 puntos, en el néctar de aguaymanto con adición de estevia (0.03%).

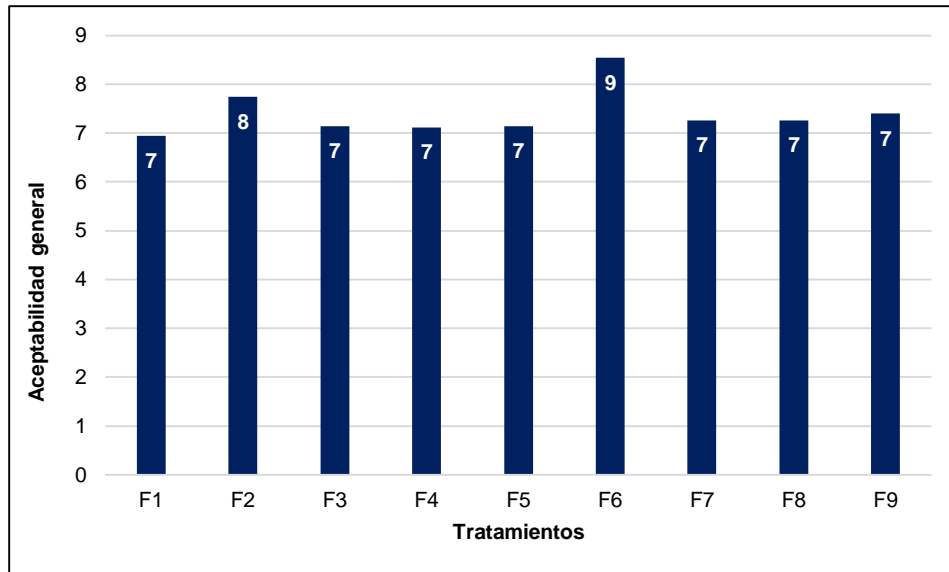


Figura 10. Aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

En el Cuadro 24, se presenta la prueba de Friedman para la aceptabilidad general, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$), en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia. La adición que presentó la mayor moda, fue (2.5% de harina de moringa y 0.07% estevia).

En el Cuadro 25, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, presentando diferencia significativa ($p < 0.05$), en todas las adiciones por pares. Por consiguiente, se escogió como mejor adición, harina de moringa, 2.5% - adición de estevia, 0.07%, porque es estadísticamente diferente a las demás adiciones y tuvo mayor aceptabilidad general.

Cuadro 23. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Adición harina de moringa	Adición estevia	Rango promedio	Moda	Chi-Cuadrado	p
2.0%	0.05%	7	7		
2.0%	0.06%	8	8		
2.0%	0.07%	7	8		
2.5%	0.05%	7	8		
2.5%	0.06%	7	7	17.768	0.003
2.5%	0.07%	9	9		
3.0%	0.05%	7	7		
3.0%	0.06%	7	8		
3.0%	0.07%	7	8		

Cuadro 24. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto con harina de moringa y estevia

Adición harina de moringa	Adición estevia	Adición harina de moringa	Adición estevia	z	p
		2.0%	0.05%	-2.500	0.040
		2.0%	0.06%	-2.670	0.007
		2.0%	0.07%	0.240	0.009
2.5%	0.07%	2.5%	0.05%	2.110	0.001
		2.5%	0.06%	2.860	0.000
		3.0%	0.05%	-2.900	0.002
		3.0%	0.06%	-2.120	0.007
		3.0%	0.07%	0.470	0.003

IV. CONCLUSIONES

Se determinó que la adición de harina de moringa y estevia produce efecto significativo sobre la acidez titulable y la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto.

Se determinó que solo la adición de harina de moringa produjo efecto significativo en el color (L^* , a^* y b^*) y compuestos fenólicos.

Se determinó que la adición de harina de moringa (2.5%) y adición del edulcorante estevia (0.07%) permitió obtener valores adecuados de acidez titulable (0.35%); color, L^* (27.61), a^* (-1.66) y b^* (10.36); sólidos solubles (5.9 °Brix), compuestos fenólicos (14.63 mg AG/100) y la mayor aceptabilidad general, 9 puntos, equivalente a “me gusta muchísimo”, en una bebida funcional de aguaymanto.

V. RECOMENDACIONES

Incrementar la adición de harina de moringa entre 4.0 y 8.0% y evaluar su efecto en el pH, la acidez titulable, el color (L^* , a^* , b^*) y la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto.

Incrementar la adición del edulcorante natural estevia, entre 1.0 y 1.5% y evaluar su efecto en el pH, la acidez titulable, el color (L^* , a^* , b^*) y la aceptabilidad general en la bebida funcional de aguaymanto.

VI. BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1997. Official methods of analysis of AOAC International, 18th edition. Maryland, Estados Unidos.

AOAC. 2000. Official methods of Analysis of AOAC International. 19 th edition. Maryland, Estados Unidos.

Adewuni, T. y Samson, A. 2016. *Moringa Oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17(2): 127 - 136.

Agüero, M., Segura, C. y Parra, J. 2013. Comparison of total phenolic compounds and antioxidant activitt of four brands of infusions of *Hibiscus sabdariffa* marketed in Costa Rica. Uniciencia, 28 (1): 34 - 42.

Anzaldúa, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Información sobre análisis sensorial en alimentos. Segunda edición. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A

Bravo, K. y Osorio, E. 2016. Characterization of polyphenol oxidase from Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit. Food Chemistry, 197: 185 - 190.

Casas, N., Salgado, Y., Moncayo, D. y Cote, S. 2016. Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua y mango. Revista Agroindustrial Science, 6(1): 77 – 83.

Ccasa, J. y Castillo, R. 2017. Aislado proteico y efecto antioxidante del extracto de la moringa (*Moringa oleífera* L.) para la elaboración de una bebida funcional. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Contreras, E. y Purisaca, J. 2018. Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) endulzada con stevia. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Cordero-Bueso, G. 2017. Análisis sensorial de los alimentos. Primera Edición. Madrid, España: Editorial AMV Ediciones.

Culcapusa, M. 2015. Caracterización bromatológica, microbiológica y sensorial del néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

Dutra, M. y Bolini, H. 2013. Sensory and physicochemical evaluation of acerola néctar sweetener with sucrose and different sweeteners. *Food Science and Technology*, 33(4): 612-618.

Folkard, G. y Sutherland, J. 2016. *Moringa oleífera* un árbol con enormes potencialidades. Agroforestería en las Américas.

Recuperado de:

<http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>

González, D. y Navas, G. 2016. Efecto de la adición de harina de moringa sobre la elaboración de una bebida funcional a base de mango. Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta. Cúcuta, Colombia.

González, G., Gónzalez, A., Vallejo, A., Álvarez, E. y García, H. 2014. Los alimentos funcionales: un nuevo reto para la industria de alimentos. Primera Edición. México, D.F., México: Editorial AGT Editor S.A.

Gopalakrishman, L., Doriya, K., y Santhosh-Kumar, D. 2016. *Moringa dileifera*: A review on nutritive importance and its medical application. *Food Science and Human Wellness*, 5: 49-56.

INDECOPI. (2009). Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. NTP 203.110. Jugos, néctares y bebidas de frutas. Requisitos. Lima, Perú.

Jijón, M. 2017. Sustitución parcial de azúcar por stevia y estudio del efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de vitamina C en una bebida de piña y soya. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

Jiménez, M. 2017. Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por la salud. Tesis para obtener el grado de Master en Ingeniería Industrial. Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España.

López. 2015. Diseño y evaluación preliminar de una mezcla óptima a base de extractos de maracuyá (*Passiflora edulis*) con moringa (*Moringa oleífera*) para la obtención de una bebida funcional. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.

Martínez, C. 2015. Determinación de la estabilidad química de la proteína proveniente de la harina de la hoja de moringa (*Moringa oleífera*), en la producción de un néctar de manzana. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Mazatenago, Mazatenago, Guatemala.

Minsa. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud del Perú. Lima, Perú.

Murat, I. 2014. Temas agropecuarios. Primera edición. Lima, Perú: Ediciones Nova Print S.A.C.

Oro, J. y Urcia, S. 2018. Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (*Phisalis peruviana*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) edulcorada con stevia. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Ortiz, A. y Mamani, M. 2015. Obtención del beta-caroteno a partir de la zanahoria y su aplicación en la industria alimentaria. Tesis para obtener el título de Licenciado en Química Industrial. Universidad Mayor San Andrés. La Paz, Bolivia.

Pérez, I., Castaño, E., Ramírez, J., Rocha, N., y Reynoso, R. 2015. Effect of stevia and citric acid on the stability of phenolic compounds and in vitro antioxidant and antidiabetic capacity of a roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) beverage. Food Chemistry, 172 :885 - 892.

Quezada, L. y Villalva, K. 2017. Bebidas a base de moringa. Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Reis, F., Alcaire, F., Deliza, R. y Ares, G. 2017. The role of information on consumer sensory, hedonic and wellbeing perception of sugar reduced products: Case study with

orange/pomegranate juice. *Food Quality and Preference*, 62 (2):227-236.

Uquillas, N. 2017. *Moringa y su uso en productos*. Facultad de Ingeniería. Universidad de los Hemisferios. Ecuador.

Vanajakshi, V., Vijayendra, N., Varadaraj, C., Venkateswaran, G., y Agrawal, R. 2015. Optimization of a probiotic beverage based on Moringa leaves and beetroot. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2):1268-1273.

Yong-Heng, Y., Su-zhen, H. y Yu-lin, H. 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*, 80: 220 - 225.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los valores de acidez titulable en la bebida funcional de aguaymanto

Tratamiento	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
R1	0.44	0.43	0.38	0.38	0.37	0.35	0.31	0.31	0.30
R2	0.43	0.43	0.37	0.38	0.37	0.34	0.31	0.30	0.30
R3	0.44	0.42	0.36	0.37	0.37	0.35	0.32	0.31	0.31
Promedio	0.44	0.43	0.37	0.38	0.37	0.35	0.31	0.31	0.30

Anexo 2. Resultados de los valores de color en la bebida funcional de aguaymanto

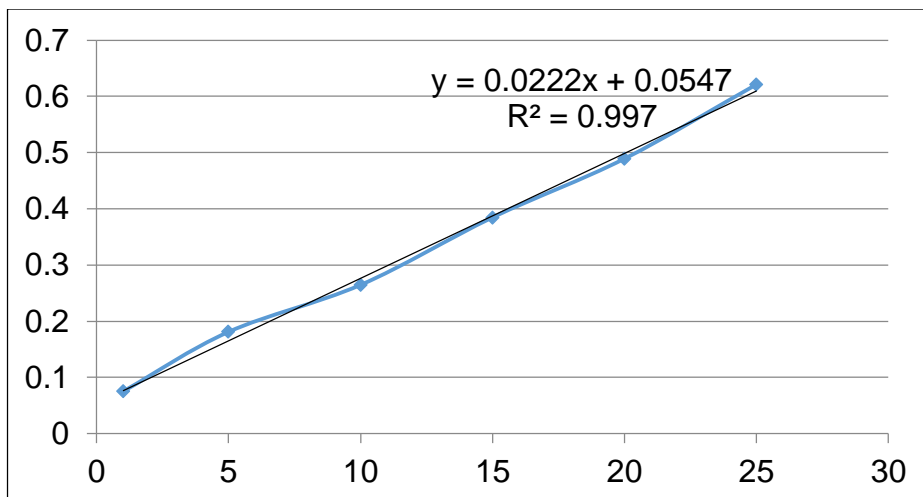
Tratamiento	Parámetro	R1	R2	R3	Promedio
F1	L*	29.34	29.35	29.31	29.33
	a*	-1.22	-1.33	-1.26	-1.27
	b*	11.84	11.77	11.71	11.77
F2	L*	28.94	28.86	28.96	28.92
	a*	-1.31	-1.32	-1.3	-1.31
	b*	10.59	10.68	10.90	10.72
F3	L*	28.82	28.76	28.84	28.81
	a*	-1.26	-1.31	-1.34	-1.30
	b*	11.05	10.94	10.89	10.96
F4	L*	28.57	28.08	27.95	28.20
	a*	-1.65	-1.64	-1.65	-1.65
	b*	10.54	10.84	10.98	10.79
F5	L*	27.91	27.79	27.71	27.80
	a*	-1.64	-1.65	-1.66	-1.65
	b*	10.51	10.63	10.63	10.59
F6	L*	27.85	27.59	27.38	27.61
	a*	-1.62	-1.69	-1.67	-1.66
	b*	10.29	10.33	10.45	10.36
F7	L*	27.44	27.49	27.34	27.42
	a*	-1.75	-1.65	-1.78	-1.73
	b*	10.06	10.03	10.02	10.04
F8	L*	27.32	27.33	27.32	27.32
	a*	-1.81	-1.78	-1.88	-1.82
	b*	10.01	10.00	10.06	10.02
F9	L*	27.24	27.22	27.28	27.25
	a*	-1.8	-1.8	-1.86	-1.82
	b*	10.01	10.02	10.04	10.02

**Anexo 3. Resultados de los valores (promedio) de
contenido de compuestos fenólicos en la bebida funcional
de aguaymanto**

Tratamiento	Absorbancia	Valor Comp. Fenólico
Fcontrol	0.197	6.41
F1	0.256	9.08
F2	0.272	9.80
F3	0.333	12.55
F4	0.344	13.02
F5	0.356	13.59
F6	0.371	14.23
F7	0.387	14.98
F8	0.395	15.33
F9	0.426	16.74

Curva patrón estándar para el contenido de fenólico

mg ác gálico/100 ml	Abs
1	0.075
5	0.181
10	0.265
15	0.385
20	0.489
25	0.621



Gráfica de la curva patrón

Anexo 4. Resultados de los valores de contenido de sólidos solubles (°Brix) en la bebida funcional de aguaymanto

Tratamiento	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
R1	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.9	6.0	6.1
R2	5.9	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0
R3	6.0	5.9	6.0	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.2
Promedio	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1

**Anexo 5. Resultados de aceptabilidad general de la bebida
funcional de aguaymanto**

Tratamiento	289	349	416	597	122	315	706	901	158
panelista 1	7	7	8	6	4	9	8	8	8
panelista 2	7	9	8	7	7	9	7	8	8
panelista 3	7	8	9	9	7	9	7	7	9
panelista 4	7	8	7	8	6	7	4	7	8
panelista 4	9	8	9	9	7	8	8	6	7
panelista 5	6	6	6	7	7	9	6	8	9
panelista 6	6	7	6	9	7	9	7	8	7
panelista 7	7	7	6	7	9	6	6	7	6
panelista 8	6	6	7	6	6	9	8	7	8
panelista 9	7	9	6	7	7	8	8	6	9
panelista 10	9	8	7	9	9	8	9	9	7
panelista 11	8	9	7	7	7	9	8	8	8
panelista 12	8	7	9	8	9	8	9	9	8
panelista 13	7	9	6	8	6	9	8	7	6
panelista 14	7	7	8	6	6	7	8	9	7
panelista 15	8	9	6	5	7	9	6	7	5
panelista 16	7	8	6	8	6	9	7	6	7
panelista 17	7	8	8	4	7	9	6	8	6
panelista 18	5	8	8	5	9	8	7	9	6
panelista 19	7	8	8	8	8	9	7	7	7
panelista 20	8	7	7	7	8	8	9	3	8
panelista 21	7	9	8	5	7	9	9	8	7
panelista 22	7	7	5	7	8	9	8	6	9
panelista 23	7	6	7	8	7	9	7	7	6
panelista 24	6	8	8	6	8	8	9	3	6
panelista 25	6	9	8	8	7	9	6	8	7
panelista 26	7	7	7	8	7	9	8	6	6
panelista 27	8	8	8	8	8	9	7	8	7
panelista 28	7	8	7	7	7	8	6	8	9
panelista 29	6	7	6	6	7	9	7	8	8
panelista 30	7	9	6	8	7	9	6	8	8
panelista 31	7	9	7	8	6	8	6	8	7
panelista 32	5	6	5	7	8	9	7	7	8
panelista 33	6	7	8	7	7	9	7	8	8
panelista 34	7	8	8	6	7	9	8	7	9
PROMEDIO	7	8	7	7	7	9	7	7	7
MODA	7.0	8.0	8.0	8.0	7.0	9.0	7.0	8.0	8.0

Anexo 6. Ficha técnica de la Stevia



FICHA TECNICA

STEVIOLO GLYCOSIDES (SG95)

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

Requisitos	Descripción	Método
Color	Bianco	Evaluación sensorial
Olor	Característico, muy ligero.	Evaluación sensorial
Sabor	Dulce, muy ligeramente amargo	Evaluación sensorial
Aspecto	Polvo fino	Evaluación sensorial

COMPOSICION FISICO QUIMICA

Determinación	Especificación	Método
Total de steviol Glycosides (%)(bs)	≥95	HPLC/FCC VI
Rebaudioside A, (%)	≥50	HPLC/FCC VI
Humedad (%)	<8	JECFA Vol.4
Solubilidad (%)	Muy soluble	JECFA Vol.4
pH (1%agua)	4.5-7.0	JECFA Vol.4
Etanol residual (%)	<0.50	USP467
Metanol residual (%)	<0.02	USP467
Cenizas (%)	<10	JECFA Vol.4
Plomo (como Pb), ppm	<1	ICP-MS AOAC 993.14
Arsénico (como As), ppm	<1	ICP-MS AOAC 993.14
Cadmio (como Cd), ppm	<1	ICP-MS AOAC 993.14

MICROBIOLOGÍA

Determinación	Especificación	Método
NMA (ufc/g)	<1000	AOAC 990.12
Hongos y levaduras (ufc/g)	<200	AOAC 997.02
Coliformes totales (NMP/g)	No detectado	Chapter 4, FDA
E. coli (NMP/g)	No detectado	Chapter 4, FDA
Salmonella (en 25g)	Negativo	AOAC, 2000.07

