

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

Reducción de azúcar de una bebida funcional a base de maíz morado: compuestos bioactivos e impacto sensorial en el consumidor

Por:

Bach. Lisbet Rocio Garro Palomino

Asesor:

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz.

Lima, julio de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***"REDUCCIÓN DE AZÚCAR DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE MAÍZ MORADO: COMPUESTOS BIOACTIVOS E IMPACTO SENSORIAL EN EL CONSUMIDOR"*** constituye la memoria que presenta la **Bachiller Lisbet Garro Palomino** para aspirar al título de Profesional de Ingeniería de Alimentos, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, 08 de Octubre del 2019.



Reynaldo Justino Silva Paz

Reducción de azúcar de una bebida funcional a base de maíz morado compuesto bioactivos e impacto sensorial en el consumidor

TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos

JURADO CALIFICADOR

Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro
Presidente

Ing. Guido Fulgencio Anglas Hurtado
Secretario

Ph.D. Leonor Segunda Bustiza Cabala
Vocal

Dr. Julio Florencio Paredes Guzmán
Vocal

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz
Asesor

Lima, 02 de julio de 2019

Dedicatoria

A mis padres Carmen Palomino y Pedro Garro, por
su amor, cariño, sacrificio y apoyo incondicional
brindado durante todo el transcurso de esta etapa
académica.

A mi hermana Aixa, por su ternura, amor, apoyo y
confianza

Agradecimiento

En primer lugar a Dios, por brindarme la vida, sabiduría para iluminar mi camino, la fortaleza para afrontar las dificultades y sabiduría para continuar y culminar con el presente trabajo de investigación.

Al Doctor Reynaldo Silva Paz por asesorarme y brindarme sus conocimientos durante el proceso de elaboración del presente trabajo.

A mis distinguidos docentes Dr. Julio Paredes, Dr. Leonor Bustinza y al Ing. Oscar Crisotomo, por las sugerencias que contribuyeron en la mejora en el presente trabajo

En especial a la Ing. Ketty Arellano, por todo su apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

A mis amigos, Kelly Huanca , Jhan Carlos Rojas, Danna Estrada, Malena Pino, Davna Enciso, Megumi Prado y a mi prima Katherine Garro, por su ayuda en la realización de la evaluación sensorial y sus consejos en la realización del presente trabajo de investigación.

A Antonio Gonzales, por su apoyo, paciencia y consejos para la culminación del presente trabajo.

INDICE DE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	5
2.1 Maíz morado	5
2.1.1 Generalidades	5
2.1.2 Taxonomía.....	5
2.1.3 Historia.....	5
2.1.4 Variedad:	6
2.1.5 Producción.....	7
.....	8
2.1.6 Propiedades del maíz morado	8
2.1.7 Usos del maíz morado	9
2.2 Bebidas no alcohólicas	10
2.2.1 Definición.....	10
2.2.2 Producción de Bebidas no alcohólicas.....	11
2.2.3 Chicha morada.....	12
2.3. Compuestos Bioactivos	13
2.3.2 Los Polifenoles	13
2.3.3. Antocianinas	14
2.4. Análisis Sensorial	15
2.4.1. Rate-all-that-apply (RATA).....	15
2.4.2. Análisis por conjunto	16
2.5. Edulcorantes	17
2.5.1. Generalidades:	17
2.5.2. Clasificación de los edulcorantes:.....	17
2.5.3. Sacarosa.....	18
2.5.4. Tipos de azúcares	18
2.5.5. Ingesta diaria admisible (IDA)	18
2.5.6. El azúcar y la salud:.....	19
2.5.7. Reducción de azúcar en alimentos procesados.....	20
2.5.8. Ley de alimentación saludable: Etiquetado octogonal	21
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	23

3.1	Lugar de ejecución	23
3.2	Materiales y equipos.....	23
3.2.1	Materia prima	23
3.2.2	Materiales	23
3.2.3	Equipos.....	24
3.2.4	Reactivos	24
3.3	Metodología experimental	25
3.3.1	Análisis fisicoquímico de la bebida de maíz morado	27
3.3.2	Determinación de compuestos bioactivos de la bebida de maíz morado.....	27
3.3.3	Análisis Sensorial	30
3.4	Diseño estadístico.....	32
3.4.1	Análisis estadístico	33
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION		34
4.1.	Análisis fisicoquímico de las bebidas a base de maíz morado	34
4.2.	Análisis sobre los parámetros de color en las bebidas a base de maíz morado	38
4.3.	Análisis de la capacidad antioxidante en las bebidas a base de maíz morado	44
4.5.	Determinación de los compuestos fenólicos totales en las bebidas a base de maíz morado..	48
4.4.	Determinación de antocianinas monoméricas totales en las bebidas a base de maíz morado	50
4.6.	Evaluación sensorial.....	55
4.6.1.	Rate-All-That-Apply (RATA)	55
4.6.2.	Análisis por conjunto.....	60
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		64
REFERENCIAS.....		66
ANEXOS.....		78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del maíz morado	5
Tabla 2. Clasificación de los compuestos fenólicos	13
Tabla 3. Parámetros técnicos y entrada en vigencia	22
Tabla 4. Categoría y elementos para las etiquetas.....	31
Tabla 5. Nivel codificado para cada factor	32
Tabla 6. Matriz experimental para el diseño	32
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos de las bebidas a base de maíz morado	36
Tabla 8. Análisis de varianza para pH de las bebidas de maíz morado.....	36
Tabla 9. Análisis de varianza para °Brix de las bebidas de maíz morado	36
Tabla 10. Regresión de coeficientes para la determinación de los análisis fisicoquímicos para las bebidas a base de maíz morado	37
Tabla 11. Determinación de color para el extracto de maíz morado y las bebidas a base de maíz morado	41
Tabla 12. Análisis de varianza del parámetro L* para las bebidas de maíz morado	41
Tabla 13. Análisis de varianza del parámetro H* para las bebidas de maíz morado	41
Tabla 14. Análisis de varianza del parámetro C* para las bebidas de maíz morado.....	42
Tabla 15. Regresión de coeficientes para la determinación de los parámetros de color de las bebidas a base de maíz morado	42
Tabla 16. Determinación de capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales y antocianinas monoméricas en extracto y bebidas de maíz	46
Tabla 17. Análisis de varianza de la actividad antioxidante para las bebidas de maíz morado	46
Tabla 18. Análisis de varianza de los compuestos fenólicos para las bebidas de maíz morado	46
Tabla 19. Análisis de varianza de las antocianinas monoméricas para las bebidas de maíz morado.....	47
Tabla 20. Regresión de coeficientes a partir de la determinación de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales y antocianinas monoméricas de las bebidas de maíz morado	47
Tabla 1. Evaluación sensorial para la bebida a base de maíz morado	53
Tabla 22. Análisis de varianza referente a los mensajes sensoriales saludables	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Restos arqueológicos de vasijas ceremoniales y maíz morado pertenecientes a la cultura Wari	6
Figura 2. Evolución de la producción (t) y de la superficie cosechada nacional (ha).....	8
Figura 3. Golosinas de maíz morado	10
Figura 4. Cadena de valor del maíz amiláceo peruano.....	10
Figura 5. Producción de bebidas no alcohólicas	11
Figura 6. Participación de Bebidas no alcohólicas.....	11
Figura 7. Chicha morada (bebida a base de maíz morado)	12
Figura 8. Estructura de las antocianinas	14
Figura 9. Análisis sensorial de alimentos	15
Figura 11. Diagrama de flujo para la elaboración de la elaboración de la bebida funcional a base de maíz morado	26
Figura 12. Boleta de Rate-all-That-Apply.....	30
Figura 13. Gráfico de contorno y Superficie de respuesta para bebidas de maíz morado. (a) y (b) pH, (c) y (d) Brix	37
Figura 14. Gráficos de contorno y Superficie de respuesta para Bebida de maíz morado. (a) y (b) L*, (c) y (d) C* y (e) y (f) H*	43
Figura 15. Gráfica de contorno para bebidas a base de maíz morado (a,b) Capacidad antioxidante, (c, d) Compuestos fenólicos y (e,f) Antocianinas monoméricas	53
a,b,c,d y e Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)	54
Figura 16. Gráfico simétrico sobre los atributos y las muestras a diferentes formulaciones de la bebida de maíz morado	56
Figura 17. Análisis de componentes principales	57
Figura 18. Gráfica de Impacto medio de las bebidas de maíz morado.....	58
Figura 19. Efecto sobre la media vs porcentaje.....	58
Figura 21. Gráfica de efectos principales para las variables	61
Figura 22. Gráfica de interacción entre los mensajes.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Tabla de anova y coeficientes de regresión para pH.....	78
Anexos 3. Tabla de anova y coeficientes de regresión para L*	79
Anexos 4. Tabla de anova y coeficientes de regresión para C*	79
Anexos 5. Tabla de anova y coeficientes de regresión para H*	80
Anexos 6. Tabla de anova y coeficientes de regresión para ac.antioxidante	80
Anexos 7. Tabla de anova y coeficientes de regresión para c.fenólicos totales.....	81
Anexos 8. Tabla de anova y coeficientes de regresión para antocianinas monoméricas	81

Resumen

Durante los últimos años la creciente tendencia por el consumo de alimentos ha generado gran interés en innovar productos más saludables, reduciendo el contenido de azúcar, aditivos, etc. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto sensorial de una bebida funcional a base de maíz morado reduciendo su contenido de azúcar y cuantificar los compuestos bioactivos. Para evaluar el impacto sensorial se utilizó la técnica Rate-All-That-Apply (RATA) y análisis por conjunto. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos, color (L^* , C^* y H^*), capacidad antioxidante (método ABTS), fenoles totales y antocianinas monoméricas. Se utilizó el diseño central compuesto 2^2 con dos puntos centrales. El análisis de varianza mostró que existen diferencia significativa ($p < 0.05$) en los parámetros evaluados. Respecto a la capacidad antioxidante, antocianinas monoméricas y los compuestos fenólicos totales se vieron influenciados por la adición de azúcar. En el análisis sensorial el método RATA describió a las bebidas de maíz morado en dos grupos, el primer grupo conformado por las muestras 877, 148, 792, 375,219 y 312 descritas por presentar coloración morada, sabor a chicha morada, dulce y pureza, El segundo grupo 182, 622 y 471 caracterizados por ser amargas y ácidas. El método de análisis de conjunto determinó la preferencia de los consumidores por los mensajes sensoriales con una presentación clásica de vidrio. A partir de los resultados obtenidos, se determinó la influencia total del maíz sobre los parámetros fisicoquímicos (pH y °Brix) y los compuestos bioactivos (ac. antioxidante, c. fenólicos y a. monomérica), la variable “azúcar” influyó de manera significativa en los parámetros de color (L^* y H^*) y solo de manera cuadrática en la capacidad antioxidante. La bebida mayormente aceptada presentó 13% de maíz morado y 5% de azúcar en un presentación de vidrio y con el mensaje “Sabor natural, libre de preservantes y colorantes”.

Palabras claves: Maíz morado, azúcar, compuestos bioactivos, análisis sensorial.

Abstract

During the last years, the growing trend, consumption, consumption, consumption, interest, innovation, reduction of sugar content, additives, etc. Reducing its sugar content and quantifying the bioactive compounds. To evaluate the sensory impact, the Rhythm technique has been applied, everything that is applied (RATA) and analysis by set, the physicochemical parameters must also be analyzed, color (L^* , a^* and b^*), antioxidant capacity (method ABTS), Total phenols and monomeric anthocyanins. The composite central design 2² is applied with two central points. The analysis of the variance showed that there are significant differences ($p < 0.05$) in the parameters evaluated. Respect for antioxidant capacity, monomeric anthocyanins and total phenolic compounds have been highly influenced by the addition of sugar. In the sensory analysis, the RATA method describes purple corn drinks and two groups, the first group made up of samples 877, 148, 792, 375, 219 and 312, described as having purple coloration, purple chicha taste, sweetness and degree of purity. , The second group 182, 622 and 471 characterized by being bitter and acidic. The whole analysis method determined consumer preference for sensory messages with a classic glass presentation. From the results obtained, the total influence of corn on the physicochemical parameters (pH and Brix) and the bioactive compounds (antioxidant, phenolics and a.monomeric) was determined, the variable "sugar" influences significantly in the color parameters (L^* and H^*) and only quadratically in the antioxidant capacity. The mostly accepted drink presented 13% purple corn and 5% sugar in a glass presentation and with the message "Natural flavor, free of preservatives and dyes".

Key words: Purple corn, sugar, bioactive compounds, sensory analysis.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

Lavado (2018) indicó que durante los últimos años el consumo de bebidas procesadas en el Perú presenta un gran auge económico, registrando un consumo promedio de bebidas procesadas con alto contenido de azúcar de 80 litros/año. De igual manera el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) (2016) informó que el consumo per capita de bebidas azucaradas fue de 67 L de gaseosas, 12 L de jugo y 2 L de hidrantes, por lo que un peruano en promedio consume 250 ml de bebidas procesadas diariamente. Además, el MINSA encontró que el 54% de escolares consumen bebidas gasificadas cada día (Alvarez, 2018). Sin embargo, estas bebidas utilizan diferentes edulcorantes, como el azúcar, acesulfame K (E-950) y el aspartame (E-951). Aunque, diversos estudios han demostrado que el consumo frecuente de grandes cantidades de azúcar genera alteración del aprendizaje y afecta la memoria (Kendig, 2014). Respecto al Acesulfame K, en dosis altas se convierte en un agente genotóxico y clasto génico (Mukherjee & Chakrabartit, 1997). De acuerdo a Ashok & Sheeladevi (2014) el consumo de Aspartame genera muerte neuronal (apoptosis) en diferentes regiones del cerebro, por lo que se deben buscar estrategias para reducir el contenido de estos edulcorante en los productos alimentarios.

Por otro lado, dentro del rubro de las bebidas procesadas, se encuentran las bebidas funcionales que presentan compuesto fenólicos que ayudan a mejorar la salud de las personas (Gutiérrez, Ambriz, Leyva, Castillo, & Basilo, 2016), pero a pesar del creciente interés mundial por el consumo de estos productos, son poco consumido debido a su elevado costo, siendo completamente inaccesibles para algunos sectores de la población. El maíz morado presenta pigmentación antocianica con un gran poder antioxidante, pero no es utilizada en la elaboración de las bebidas siendo reemplazada por colorantes para reducir los costos de producción. Es por ello, que el uso del maíz morado y la reducción de azúcar debe ser

evaluada sensorialmente para conocer la aceptación del producto final. Los consumidores tienen la capacidad de poder determinar la aceptación o rechazo de un producto. Por este motivo las empresas tienen una labor difícil en el desarrollo e innovación de bebidas que puedan satisfacer las exigencias del consumidor. Las empresas realizan una evaluación sensorial con un panel de personas capacitadas, quienes determinan atributos que se deseen mantener o cambiar presentes en una bebida. Sin embargo, para dicho panel se necesita de tiempo e inversión que suelen ser muy costosas. Por tal motivo, durante los últimos años se vienen desarrollando nuevos métodos de evaluación sensorial con consumidores para obtener resultados adecuados respecto a la aceptabilidad de los productos. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el impacto sensorial y los compuestos bioactivos de una bebida funcional a base de maíz morado reducido en azúcar.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Maíz morado

2.1.1 Generalidades

El maíz morado (*Zea mays L.*), es una planta originaria de Perú, que también se distribuye en Bolivia, Chile y Ecuador, durante la época pre-hispánica, era denominado como Oro, Sara o Kullisara. y durante la colonia, era cultivado en los valles de la costa central (Díaz, 2016).

2.1.2 Taxonomía

En la tabla 1 se presenta la taxonomía del maíz morado, clasificada según Takhtajan (1980):

Tabla 2. Taxonomía del maíz morado (Takhtajan, 1980)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays L.</i>
Nombre Común	Maíz morado

2.1.3 Historia

Todas las variedades de maíz morado, provienen de una sola raza llamada Kculli que aún es cultivada en el Perú. Se estima que la raza Kculli tiene por lo menos 2500 años de antigüedad, se han encontrado restos de mazorcas provenientes de esta raza en sitios arqueológicos de Ica, Paracas, Wari y Nazca e inclusive ha sido representada en la cerámica. En la figura 1, se observa restos arqueológicos de vasijas y maíz morado pertenecientes a

una tumba de la cultura Wari. Esta raza se extiende en Sudamérica a cuatro países, Perú, Bolivia y Chile. El Kculli Boliviano, se parece Kculli Peruano en cuanto a morfología de la planta, mazorca e intensidad de coloración al Kculli Peruano, el Kculli Chileno, presenta granos más delgados y mazorca pequeña, y el Kculli Argentino, posee mazorcas mucho más grandes y los granos más duros (Alarcón, 2015).



Figura 1. Restos arqueológicos de vasijas ceremoniales y maíz morado pertenecientes a la cultura Wari (La República, 2013)

2.1.4 Variedad:

De acuerdo a Manrique (1995) las principales variedades de maíz morado son:

- **Cusco Morado:** Está relacionada con la raza del maíz gigante del Cusco, es una variedad con granos grandes, divididas en 8 hileras muy bien marcadas, son cultivadas en zonas de altitud intermedia, en Cuzco y Apurímac.
- **Morado Canteño:** Es una variedad que deriva del maíz Cusco morado, con características muy similares, pero con un menor tamaño, se cultiva en diversos lugares de la sierra, con mayor producción en las partes altas del valle Chillón, en Lima. Esta variedad es la más consumida en Lima, con una intensa pigmentación en la coronta.

- **Morado de Caraz:** Es una variedad que deriva de las razas ancashinas y Alazán, son cultivadas en la localidad de Caraz, en el callejón de Huaylas. Esta variedad puede adaptarse a la costa, presenta una mayor capacidad de rendimiento y tiene la tusa más pigmentada
- **Morado Arequipeño:** Es una variedad muy similar al maíz Cusco morado, pero con pequeñas dimensiones, la tusa presenta poca coloración en comparación con otras variedades.
- **Negro Junín:** Variedad que presenta granos grandes, dispersos irregularmente en una mazorca corta y redondeada, es cultivada en la sierra, centro y sur, hasta llegar a Arequipa, usualmente en lugares con mayor altura, en comparación con las demás.
- **PVM-581:** Es la variedad mejorada que proviene del morado Canteño, se cultiva entre los 800 a 2000 msnm, su característica principal es la presencia de pericarpio y tusa completamente moradas, su rendimiento esta entre 3 y 5 TM/Ha.

2.1.5 Producción

La producción mundial del maíz morado durante los años 2016-2017 fue de 1 031 MMT, el principal productor fue Estados Unidos con 35% de toda la producción, seguido de China, Brasil, la Unión Europea, Argentina y Ucrania que concentran un total de 22% de producción. Perú se encuentra en el puesto 35 con el 1% de toda la producción mundial (Arias, Kiyamu, Pastor, Reyes, & Vallejos, 2018). Esto se debe a que la producción peruana comenzó a recuperar sus niveles de producción a partir del 2003, creciendo en un ritmo anual de 19,6% para el año 2006, generando 10,6 mil toneladas (Pinedo, 2015). Las zonas de producción del maíz morado en Perú son: Ancash (2 482 toneladas), Arequipa (1 809

toneladas), Ayacucho (2 960 toneladas), Cajamarca (1 471 toneladas), Huánuco (1 892 toneladas), Ica (1 157 toneladas), Lima (8 570 toneladas), Moquegua (153 toneladas), la libertad (1 917 toneladas) y Apurímac (681 toneladas) (MINAGRI, 2019) .

En la figura 2, se presenta la producción de maíz morado en los últimos años, donde la producción se incrementó 25% durante el 2011 al 2015. Durante el año 2017, se cultivó más de 50 hectáreas de maíz morado especialmente en las provincias de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba (Quispe, 2017).

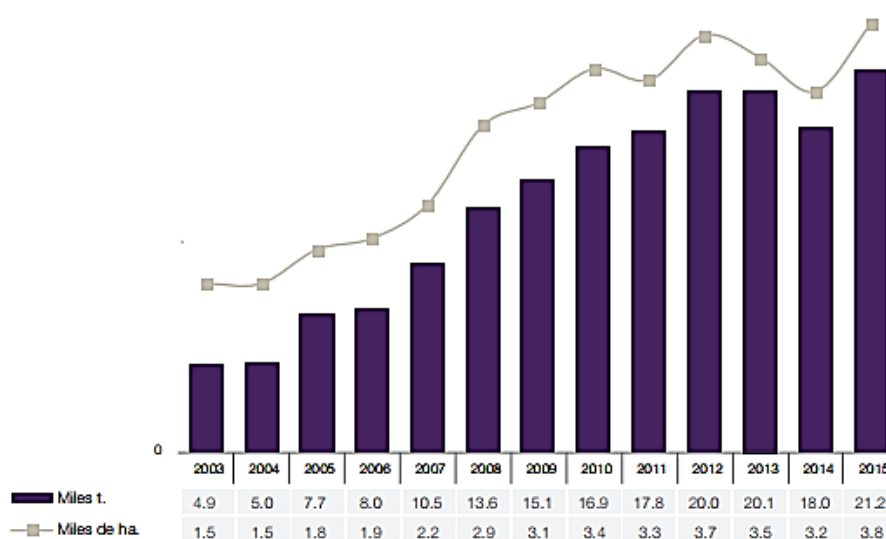


Figura 2. Evolución de la producción (t) y de la superficie cosechada nacional (ha) (Quispe, 2017)

2.1.6 Propiedades del maíz morado

De acuerdo a los estudios realizados por Li & otros (2012), reveló que las antocianinas presentes en el maíz morado tienen la capacidad de obstaculizar la progresión de la fibrosis renal hasta en su etapa terminal.

El extracto de maíz morado se evidenció como un agente prometedor por las ventajas anti- obesidad que presenta, debido a los efectos interruptivos en múltiples etapas del ciclo de vida de los adipocitos: inhibición de su proliferación y adipogénesis, de la misma forma

como la inducción de lipólisis y apoptosis de adipocitos, gracias a la contribución de sus componentes químicos como las antocianinas, quercetina, ácidos fenólicos y derivados. Concluyendo que el extracto del maíz morado es un potencial producto agrícola de interés para aplicaciones de salud en la prevención y tratamiento de la obesidad (Chaiittianana, Sutthanutb & Rattanathongkomc, 2017).

2.1.7 Usos del maíz morado

El maíz morado a nivel doméstico, es usado como un alimento principal para la elaboración de chicha morado y mazamorra morada.

Respecto al procesamiento de alimentos, el maíz morado es usado para obtener colorantes y las antocianinas extraídas, son usadas como aportantes de color en bebidas, golosinas, productos de panadería, mermeladas, conservas de pescado, grasas, aceite, jaleas, coloración de jugos de frutas, vinos, vinagres, etc. (Medina, 2015). En la figura 3 se aprecia diferentes productos derivados del maíz morado.

Ademas, el maíz morado es utilizado para la extracción de almidones y sus derivados, en la elaboración de alimentos para animales, en la tinción de tejidos, en la industria cosmética como base para producir cremas corporales y faciales con propiedades antioxidantes y en la elaboración de productos nutraceuticos (Pinedo, 2015). En la figura 4 se puede apreciar la cadena de valor del maíz amilaceo, en donde el maíz morado es manufacturado en diversos productos (snacks, bebidas,etc) destinado a exportación, debido a las antocinas que presenta.



Figura 3. Golosinas de maíz morado (Yauvana, N.D.)

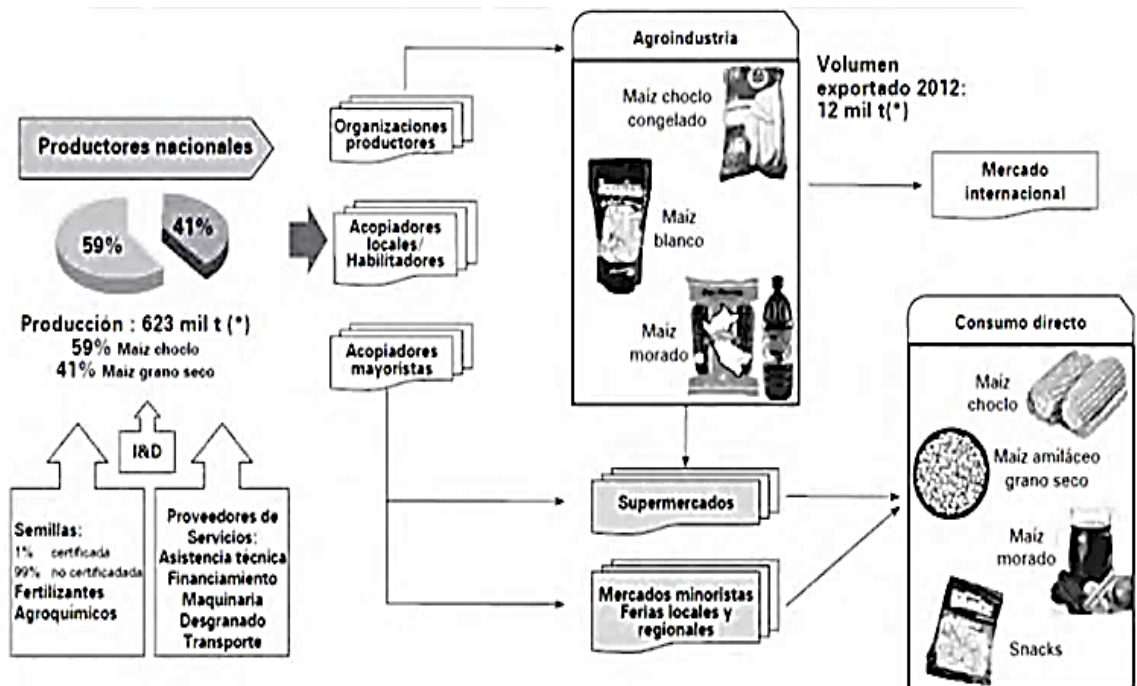


Figura 4. Cadena de valor del maíz amiláceo peruano (Arias, Kiyamu, Pastor, Reyes, & Vallejos, 2018)

2.2 Bebidas no alcohólicas

2.2.1 Definición

Son aquellas bebidas que no necesitan fermentación, pueden ser carbónicas o no, y son preparadas con agua potable, minerales, ingredientes característicos y otros productos autorizados. Dentro de los ingredientes que la componen se encuentran los zumos de frutas,

extractos de zumo de frutas o de plantas comestibles, tubérculos, esencias naturales o agentes aromáticos, edulcorantes naturales, etc (Codex Alimentarius, 2012).

2.2.2 Producción de Bebidas no alcohólicas

El total de consumo de bebidas en el país se divide en: 67% bebidas caseras (limonada y chicha morada), 33% bebidas industrializadas, 15% bebidas gasificadas y 8% agua envasada. La industria de bebidas no alcohólicas se divide en cuatro líneas de negocio: aguas embotelladas, bebidas gasificadas, refrescos e hidratantes. En el 2016, La producción de bebidas no alcohólicas tuvo un incremento del 8%, debido a la mayor demanda en provincias y al dinamismo del consumo privado, como se puede observar en la figura 5. El agua embotellada lideró la demanda del mercado, con un incremento de producción del 15 %, las bebidas hidratantes o isotónicas se incrementaron 13.5% y en menor medida los gasificados (1%) , en la figura 6 se aprecia esta participación de las bebidas no alcohólicas en años recientes. Esta variación en la participación del mercado de los gasificados, se atribuyó al cambio de preferencias por parte del consumidor, que buscan una mejor alimentación, con productos más naturales y con menor contenido de azúcar como las aguas embotelladas (Asmat, 2016).

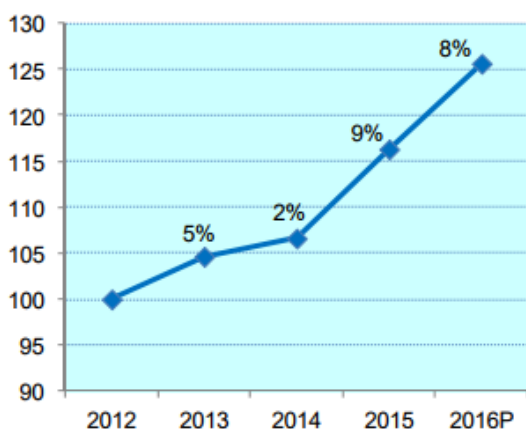


Figura 5. Producción de bebidas no alcohólicas (Asmat, 2016)

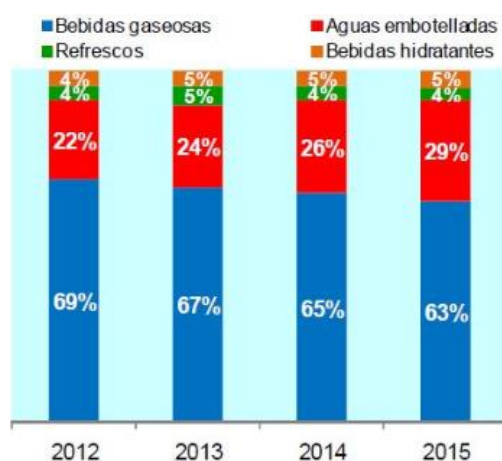


Figura 6. Participación de Bebidas no alcohólicas (Asmat, 2016)

2.2.3 Chicha morada

La RAE (2019) indicó que la chicha es una bebida alcohólica resultante de la fermentación del maíz con agua azucarada y es consumido en diversos países de América. Aunque la chicha morada antiguamente era ligeramente fermentada, en la actualidad, la chicha morada es una variante de las chichas, que a diferencia de todas ellas, es un refresco no fermentado (Zapata, 2009)

Valera (1945), describe a la chicha morada como vino hecho en Perú y su consumo se remontan desde la época prehispánica, en un principio preparada con fines medicinales y luego ceremoniales, como regalo y bebida para celebrar sus fiestas. Zapata (2009) define a la chicha morada como una bebida no fermentada, preparada a base de maíz morado (variedad Kculli) como se aprecia en la figura 7, acompañado de los diferentes posibles ingredientes como la piña, membrillo, clavo y canela, que luego son filtrados antes de ser servida, a esta bebida se le añade limón, azúcar, frutas cortadas y hielo.



Figura 7.Chicha morada (bebida a base de maíz morado)
(CocineroPeruano.com, N.D.)

2.3. Compuestos Bioactivos

2.3.2 Los Polifenoles

Son grupos heterogéneos de moléculas que presentan uno o varios anillos fenólicos, se originan generalmente de las plantas, siendo sintetizados como producto de su metabolismo secundario. Una determinada cantidad de estos compuestos son indispensables para las funciones fisiológicas vegetales, otros forman parte en las funciones de defensa antes situaciones de estrés y diversos estímulos (luminoso, hídrico, etc) (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012).

En la tabla N° 2, los compuestos fenólicos serán clasificados por su estructura de acuerdo Harborne (1989) citado por (Torres, 2018).

Tabla 3. Clasificación de los compuestos fenólicos (Torres, 2018)

Estructura	Clase fenólica
C6	Fenoles Simples
C6-C1	Ácidos hidroxinezoicos
C6-C2	Acetofenonas y ácidos fenilacéticos
C6-C3	Ácidos cinámicos, cumarinas, Isocumarinas y cromonas
C6-C4	Naftoquinonas
C6-C1-C6	Benzofenonas, xantonas
C6-C2-C6	Estilbenos, antraquinonas
C6-C3-C6	Flavonoides: flavanonas, flavonoles, antocianinas, chalconas, flavanoles ^I , auronas, flavonas e isoflavonas ^{II}
(C6-C3)2	Lignanós
(C6-C3-C6)2	Bioflavonoiedes, biflavanos
(C6-C3)n	Ligninas
(C6-C3-C6)n	Proantocianidinas ^{III}

2.3.3. Antocianinas

Las antocianinas pertenecen a la familia de los flavonoides, se encuentran en forma de glucósidos de las antocianindinas, como se observa en la figura 8. La coloración de las antocianinas está condicionado por la orientación y número de grupos hidroxilos y metoxilos en la molécula. Cuando ocurre un incremento en la hidroxilación, el cambio se observa hacia tonalidades azules, mientras que un incremento en las metoxilaciones, generan coloraciones rojas (Garzón, 2008).

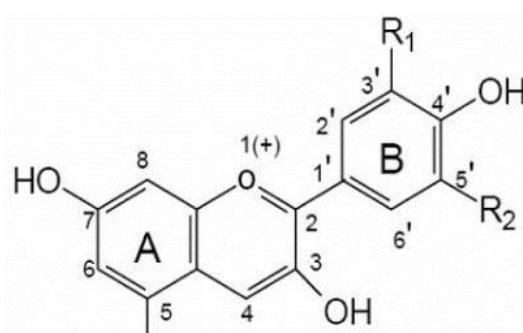


Figura 8. Estructura de las antocianinas, Garzón (2008)

Las antocianinas poseen la capacidad de mejorar la salud debido a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, hipotensivas, neuroprotectoras, anti-obesidades, anti-inflamatorias, anti-diabéticas y propiedades anti carcinogénicas (Gutiérrez, Vuorinen, Kallio, & Yang, 2017).

La capacidad antioxidante de las antocianinas, radica en el secuestro de RPD (radicales peroxilo derivados), inhibiendo la peroxidación lipídica (Azevedo, y otros, 2010). El maíz morado es una gran fuente de antocianinas, la cianidina 3-glucósido es la antocianina que se encuentra en mayor cantidad, seguidas de la pelargonidina y penidina.

2.4. Análisis Sensorial

El análisis sensorial (AS) se basa en la realización de pruebas para poder evaluar diferentes propiedades o atributos de un producto a través de los sentidos. El AS se realiza a través de pruebas mediante una serie de procedimientos rigurosos, fiables y concordantes con los objetivos previamente definidos, como se puede observar en la Figura 9. Las empresas utilizan para el control de calidad de los productos, en las diversas etapas del desarrollo de un producto o durante un proceso de rutina (Reglero, 2011).



Figura 9. Análisis sensorial de alimentos (*Universidad de Chile, ND*)

2.4.1. Rate-all-that-apply (RATA)

Rate-all-that-apply (RATA) es una variante de las preguntas de CATA asociado con la tendencia de los puntos hedónicos, este método que sobrepasa a las preguntas de CATA (Check-all-that-apply) y a otras variantes, en términos de discriminación de muestras cuando son muy similares o muy diferentes, convirtiéndose en un método rápido, fácil, simple y compatible, con respuestas satisfactorias (Jaeger, Lee, Kim, Chheang, & Roigard, 2018)

Este método consiste en presentar a los consumidores una lista de términos, que son seleccionados para medir la intensidad de los términos para describir las muestras, usando una escala de tres puntos (“alto”, “mediano” y “bajo”). Este formato de preguntas es esperado

para mejorar la discriminación entre las muestras que tiene similares términos de perfiles de los atributos sensoriales (Jaeger & Ares, 2015).

Entre las ventajas de utilizar la metodología RATA, se encuentra una superior precisión y discriminación de las muestras en comparación con su antecesor, el método CATA. Otra ventaja que posee el método, es que produce intensidades en vez de conteos, por tal motivo requiere menor cantidad de panelistas que CATA, especialmente si son panelista expertos o entrenados (Franco-Luesmaa, et al., 2016).

2.4.2. Análisis por conjunto

Durante muchos años el análisis por conjunto se ha utilizado para estimar la importancia de los diversos atributos del producto para las decisiones de compra de los consumidores (Malhotra, 2008). Este método asume que los productos son un paquete de características o atributos. Los típicos atributos son marca, color, tamaño, precio. Las variaciones de cada atributo son conocidos como niveles. Por ejemplo: el color puede tener tres niveles: rojo, azul, verde. Los atributos usados en los análisis deben capturar la distinción de rasgos que son actualmente usados para la realizar la decisión de compra, y los niveles deben describir productos disponibles. Se pide a los compradores evaluar un número de términos basados en productos hipotéticos, estos productos son generados usando técnicas de diseño estadístico y son presentados a sus encuestados ya sea usando descriptores, figuras, modelos, etc (Auty, 1995).

El análisis de conjunto utiliza con distintos propósitos en el marketing, las más importantes son: determinar los atributos más importantes en el proceso de elección de consumo, la participación del mercado en los diferentes atributos y desarrollar una segmentación del mercado en base a la preferencia por niveles de atributos

2.5. Edulcorantes

2.5.1. Generalidades:

De acuerdo al Codex Alimentarius (2012), los edulcorantes se definen como aditivos o componentes químicos que estimulan el sentido del gusto generando un sabor dulce. Dentro de los edulcorantes se encuentra la sacarosa, miel, etc.

2.5.2. Clasificación de los edulcorantes:

Los edulcorantes se clasifican en dos grandes grupos: nutritivos y no nutritivos. Los nutritivos son aquellos que provienen de una planta o fruto y los no nutritivos son extraídos de varios compuestos para potenciar su poder endulzante, siendo estos últimos principalmente usados en bebidas y alimentos bajos en calorías. Los edulcorantes nutritivos brindan calorías a la dieta, 4 cal/g, de la misma manera a los carbohidratos o a las proteínas, Los edulcorantes no nutritivos, generan poca o ninguna ingesta de calorías, contribuyendo al control de peso o glucosa en la sangre. La industria alimentaria combina los edulcorantes de mayor intensidad, generando productos más dulces que los componentes individuales (Vilca, 2014)

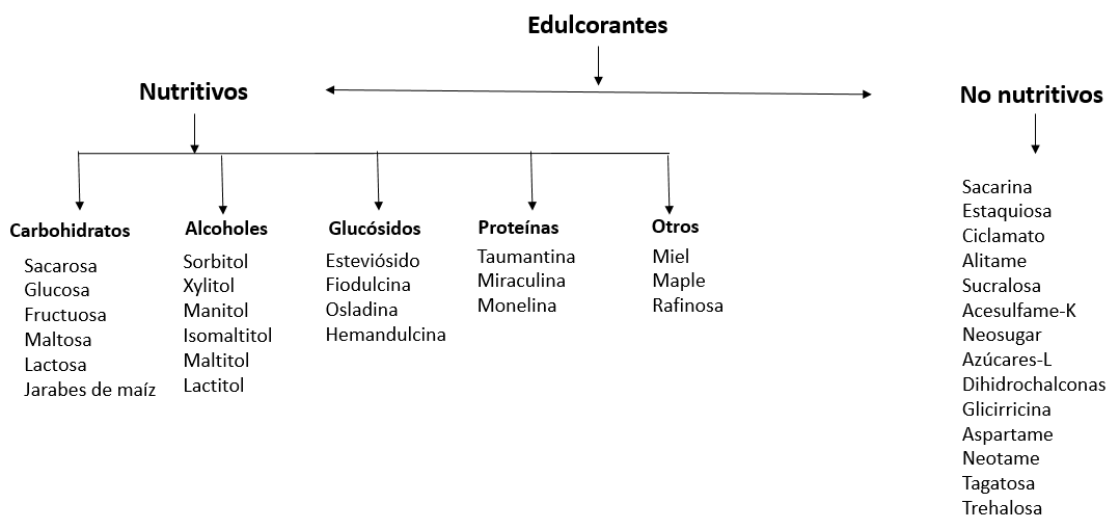


Figura 10. Clasificación de los edulcorantes (Restrepo, 2012)

2.5.3. Sacarosa

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y fructuosa, provenientes de la caña de azúcar o remolacha (Filippi, 2015) .

2.5.4. Tipos de azúcares

Entre los diferentes tipos de azúcares que existen en el mercado, citaremos solo a los más conocidos de acuerdo a Cordero (2015):

- **Azúcar blanca:** Es el azúcar más refinado, con un 99,7% de pureza, proviene de las primeras extracciones, presenta un color blanco o ligeramente amarillento y es soluble en agua.
- **Azúcar extrafina o de grano fino:** es la azúcar blanca que ha pasado por un proceso de pulverización y presenta mayor solubilidad
- **Azúcar glass:** Es azúcar en polvo mezclada con almidón de maíz para evitar la presencia de grumos.
- **Azúcar morena:** Se extrae de la caña de azúcar, la mayor parte de esta azúcar es obtenida luego de añadir el azúcar blanco con el extracto de melaza, presentando diversidad de tonalidades.

2.5.5. Ingesta diaria admisible (IDA)

Según la OMS (2012), recomienda reducir la ingesta de azúcares libres, de acuerdo a los últimos datos científicos obtenidos; en primera lugar evidencia que adultos con menor consumo de azúcares presentan una disminución en el peso corporal, en segundo lugar, un incremento de azúcar a los mismos participantes, generó un aumento en el peso corporal y los niños con niveles altos de consumo de bebidas azucaradas presente mayor probabilidad para padecer sobrepeso u obesidad. Por lo que la recomendación se apoya en consumo inferior al 10% de la ingesta calórica total, lo que equivaldría a 50 gr de azúcar por día. Sin

embargo, la OMS apoya a una mayor reducción de los niveles de azúcar a 5%, lo que equivaldría a 25 g de azúcar diarias, debido a estudios realizados durante la segunda guerra mundial, en donde la ingesta calórica de azúcar fue 0.2 kg por persona al año, generando una reducción en la caries dental.

2.5.6. El azúcar y la salud:

Estudios realizados por Olguín, Posadas, Revelant, Labourette, Marinozzi, Darío & Zíngale (2015), en ratas obesas y diabéticas durante 90 días, administradas con una dieta con 58% kcal diarias, sustituidas en un 50% con sacarosa, fructuosa y almidón, demostraron que los valores de colesterol y triglicéridos aumentaron solo en los grupos alimentados con fructuosa y glucosa, mientras que los lípidos hepáticos incrementaron solo en el grupo que consumió almidón.

Janket, Manson, Sesso, Buring, & Liu (2003) Investigaron sobre la influencia del azúcar en el desarrollo de diabetes tipo II, realizados en mujeres mayores a 45 años, añadiendo a su dieta diaria quintiles de sacarosa, fructuosa, lactosa y glucosa, indicaron que la ingesta de sacarosa se encuentra inversamente asociado a el riesgo de diabetes tipo dos con un error marginal significativa, mientras que las fructuosa, glucosa y lactosa no presentaron asociación significativa.

El azúcar y su influencia sobre el desarrollo de la hiperactividad en niños ha sido muy criticada, recientes análisis elaborado por Del-Ponte, Anselmi, Assunco, Tovo-Rodríguez, Munhos, Matijasevich, Rohde & Santos (2018) en niños de 6 a 11 años y en madres gestantes suministrados con una dieta rica en golosinas, postres y bebidas (gaseosas, chocolatadas), evidenciaron que el consumo de azúcar estaba asociado con la prevalencia de ADHD (trastorno de déficit / hiperactividad) entre niños de 6 años de edad, sin embargo los niños de 11 años de edad no presentaron asociación entre la ingesta de sacarosa y ADHD,

tampoco presentaron esta asociación y su incidencia los niños entre 6 y 11 años. Para las madres gestantes que estuvieron expuestas a dietas ricas en azúcares y grasas, desencadena problemas en el desarrollo del feto como trastornos mentales, comportamiento (ansiedad y depresión), trastornos por déficit de atención con hiperactividad y del espectro autista.

2.5.7. Reducción de azúcar en alimentos procesados

Con la gran aprobación de los productos consumidos diariamente, vienen las demandas de los consumidores para que sean más saludables, menor calorías y que tengan el mismo sabor. Productos como yogurt, chocolatada, batidos, helados, son potencialmente altos en azúcar indeseadamente. Por tal motivo pasan por procesos de estandarizados para desarrollar productos saludables reducidos de sal y azúcar, lamentablemente estos productos resultan en la mayoría de los casos, con un sabor inaceptable. El dilema de reducir el contenido de azúcar sin sacrificar el sabor y negativamente afectando las ventas de los productos es desafiante (McCain, Kaliappan, & Drake, 2018).

Por otro lado Di Monaco, Miele, Cabisidan & Cavella (2018) nos indican que existen tres maneras de reducir el azúcar en los alimentos sin afectar su aceptabilidad: parcialmente, totalmente reemplazo del azúcar o simplemente reduciendo la cantidad de azúcar. El uso combinado de edulcorantes sigue siendo uno de los métodos más utilizados para reducir el contenido de azúcar en los alimentos; sin embargo, para algunos alimentos, como los productos de cereales y confitería, la reducción lograda mediante la sustitución del azúcar es mínima. En algunos casos, es posible reducir el contenido de azúcar hasta una cantidad crítica sin afectar la calidad del producto final. El impacto de reducir tanto la grasa como el azúcar en la aceptabilidad del consumidor en condiciones de degustación real se evaluó para varios alimentos comerciales. Las magdalenas con el 25% de reducción de contenido de azúcar y grasa fueron del agrado, así como la versión completa de calorías.

Moriano & Alamprese (2017) realizaron estudios para reducir el azúcar en los helados de vainilla, con miel, trefalosa y eritrol como sustituyentes parciales o completo en 20% de sacarosa, descubrieron que los endulzantes solo pueden ser usados como reemplazos parciales, debido a que una sustitución total modifica las propiedades físicas del helado (incremento del hielo, baja grado de fusión, etc.).

Palazzo & Bolini (2013) Investigaron sobre el reemplazo de azúcar en las barras de chocolate con neotame, rebaudiosido o sucralosa, presentando un mayor sabor amargo las muestras de chocolate con leche y chocolate con soya, presentando modificaciones indeseadas en las propiedades de textura.

Por otro lado, Miele, Monaco, Dell'Amura, Rega, Ponce & Cavella (2017) realizaron estudios en jaleas de frutas reemplazando parcial o totalmente el azúcar por una combinación de edulcorantes (jarabe de oligofructosa y polidextrosa, sucralosa y eritritol), descubriendo que los productos sin azúcar tuvieron una acidez más baja y una sinéresis más pronunciada a lo largo del tiempo, mientras que los productos estándar presentaron un endurecimiento significativo durante el almacenamiento. Las jaleas estándar y sin azúcar recibieron casi la misma preferencia cuando fueron evaluadas por los consumidores sin ninguna información. Sin embargo, se prefirió la gelatina azucarada, cuando se informó a los consumidores que una de las muestras no tenía azúcar.

2.5.8. Ley de alimentación saludable: Etiquetado octogonal

En junio de 2018 el Ministerio de Salud aprobó el Manual de Advertencias Publicitarias en EL Peruano el D.S. 012-2018-SA dentro del marco de la Ley 30021 de Promoción de la Alimentación Saludable para Niños, Niñas y Adolescentes y de su reglamento D.S. 017-2017-SA (Cámara de comercio de Lima, 2019).

El manual entrará en vigencia el 17 de junio del 2019, presenta las especificaciones técnicas para consignar las advertencias publicitarias en los alimentos procesados que superen los parámetros técnicos establecidos según el reglamento aprobados por DS N° 017-2017-SA.

El Manual en referencia señala el contenido de las advertencias publicitarias que deberán ser consignadas de manera clara, legible, destacada y comprensible en la cara frontal de la etiqueta de los productos, estableciendo su ubicación y dimensiones. Utiliza el sistema de octógonos con el mensaje en letras negras: “ALTO EN GRASAS SATURADAS” ($\geq 6/100$ gr para alimentos sólidos y $\geq 3/100$ ml en bebidas), “ALTO EN AZÚCAR” (≥ 22.5 gr/100gr para alimentos sólidos y $\geq 6/100$ ml para bebidas), “ALTO EN SODIO” (100 mg/100 ml para bebidas y ≥ 800 gr/100 ml para alimentos sólidos), “CONTIENE GRASAS TRANS” (según la norma vigente) y “EVITAR SU CONSUMO”, según corresponda (Ministerio de Salud, 2017) .

Tabla 4. Parámetros Técnicos y entrada en vigencia (Ministerio de Salud, 2017)

Parámetros Técnicos	Plazo de entrada en vigencia	
	A los seis (6) meses de la aprobación del Manual de Advertencias Publicitarias	A los treinta y nueve (39) meses de la aprobación del Manual de Advertencias Publicitarias
Sodio en Alimentos Sólidos	Mayor o igual a 800 mg/100g	Mayor o igual a 400 mg/100g
Sodio en Bebidas	Mayor o igual a 100 mg/100ml	Mayor o igual a 100 mg/100ml
Azúcar Total en Alimentos Sólidos	Mayor o igual a 22.5g/100g	Mayor o igual a 10g/100g
Azúcar Total en Bebidas	Mayor o igual a 6g/100ml	Mayor o igual a 5g/100g
Grasas Saturadas en Alimentos Sólidos	Mayor o igual a 6g/100g	Mayor o igual a 4g/100g
Grasas Saturadas en Bebidas	Mayor o igual a 3g/100ml	Mayor o igual a 3g/100ml
Grasas Trans	Según la Normatividad Vigente	Según la Normatividad Vigente

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo fue realizado en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) y el laboratorio del Centro de Investigación en Ciencias de Alimentos (CICAL), perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión (UPeU).

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materia prima

- El maíz morado se obtuvo del mercado mayorista Santa Anita – Lima, proveniente de Ayacucho con una humedad del 10-13%, longitud de mazorca de 15-20 cm y un peso promedio de 150 gr por mazorca. El azúcar se adquirió de la empresa Paramonga S.A., con 0.40% m/m de humedad y 0.5% m/m de azúcares reductores.
- La Piña (Variedad Hawaiana), el limón (Variedad cevichero y extra jugoso), el membrillo, la canela y clavo de olor provienen del mercado mayorista Santa Anita-Lima.

3.2.2 Materiales

- Matraces de Erlenmeyer de 100 y 250 mL.
- Vasos precipitados de 50, 100, 250 y 500 mL
- Micropipetas de 100, 500, 1000 y 5000 μ l
- Tubos de ensayos
- Fiolas de 10, 25, 50 y 1000 ml

- Embudos
- Envases ámbar de 5 ml
- Cubetas de cuarzo de 3 ml
- Vasos descartables
- Jarras
- Lapiceros
- Hojas Bond A 4

3.2.3 Equipos

- Balanza analítica (Marca: Pionner / Modelo: Ítem PA21/ Capacidad: 210 g).
- pH metro (Marca: Lovibond)
- Espectrofotómetro (Marca: Thermo Spectronic/Modelo: Genesis 10 UV/Serie: 266F302001))
- Colorimeter (Marca: Shenzhen/ Serie: 3NH NR200)
- Micropipeta (Marca: VITALAB/ Capacidad: 100 µl)
- Potenciómetro (Marca: Hanna)

3.2.4 Reactivos

- KCL a 0,025 M
- $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}_3\text{HO}_2$ a 0,04 M
- Solución de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_2$
- Trolox
- ABTS

- Perfulfato de Potasio
- HCL concentrado
- Folin Ciocalteu
- Carbonato de sodio
- Agua destilada

3.3 Metodología experimental

El proceso de elaboración mostrado en la Figura 11, se describe a continuación:

- a. **Recepción de Materia Prima:** Se recibió el maíz morado y se realizó las verificaciones correspondientes para determinar el estado de la materia prima.
- b. **Selección:** Se seleccionó las muestras de acuerdo los criterios de aceptación(longitud de mazorca mayor a 15 cm, ausencia de daño físico y ausencia de granos des pigmentados) de la mazorca de maíz morado .
- c. **Limpieza:** Se lavó y enjuagó bajo chorro de agua para poder eliminar las pequeñas impurezas.
- d. **Desgranado:** El desgranado fue de forma manual, para poder separar el grano de la coronta y facilitar su cocción.
- e. **Pesado:** Las mazorcas y el maíz desgranado se pesaron sobre una balanza, para poder determinar la cantidad necesaria para los posteriores tratamientos.
- f. **Cocción:** Las corontas y los granos se diluyeron en el líquido de extracción, relación 1:6.5 L. Los cuales se llevaron a cabo de acuerdo a los tratamientos de la tabla N°2.
- g. **Filtrado:** Se filtró en caliente con malla metálica de 1 mm de diámetro.
- h. **Envasado:** Se envasó en botellas de vidrio de 250 ml al vacío.

- i. **Almacenamiento:** Las botellas se conservaron en congelación a una temperatura de -18 °C, para los posteriores análisis.

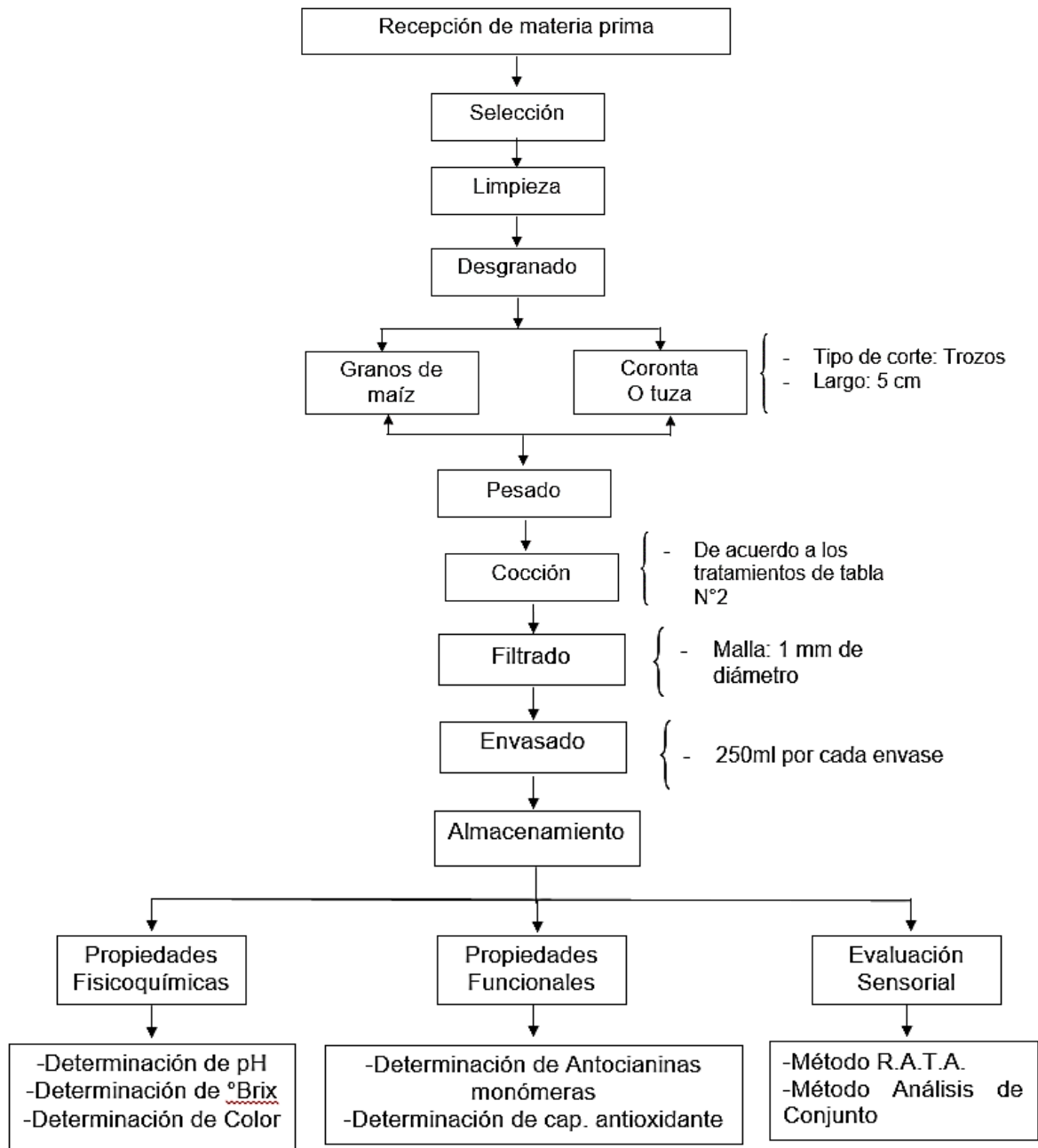


Figura 11. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional a base de maíz morado

3.3.1 Análisis físicoquímico de la bebida de maíz morado

3.3.1.1 Sólidos solubles totales (*Brix)

Se determinó los sólidos solubles por el método: AOAC, 932.12.

3.3.1.2 pH

Se analizó el pH por el método: AOAC, 981.12.

3.3.1.3 Análisis de color

Se evaluó el color mediante el método CIELAB, utilizando el programa 3nh Color Quality Controller System CQCS3 (Software)

3.3.2 Determinación de compuestos bioactivos de la bebida de maíz morado

3.3.2.1 Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS

El método se realizó de acuerdo a lo descrito por Re, Pellegrini, Proteggente, Pannala, Yang, Rice-Evans (1999). Se prepararon los reactivos A con 0.019 gr de ABTS en una fiola de 5ml y B con 0.0165 gr de persulfato de potasio en una fiola de 25 ml. La solución madre se obtuvo mezclando el reactivo A con el reactivo B en una relación (1:1), se dejó incubar por 16 hr a temperatura ambiente 25°C, sin presencia de Luz. La solución de trabajo se logró mezclando de 1 ml de la solución madre con 25 ml de etanol, hasta conseguir una absorbancia de 0.7 ± 0.001 a 734 nm. Para la reacción, el extracto (150 μ l) fue mezclado con 2850 μ l de solución de trabajo, la absorbancia fue medida a 734 nm en un espectrofotómetro, utilizando el etanol como blanco. La capacidad antioxidante se expresó como μ mol equivalentes de trolox (50-150 μ M). La antioxidante se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación (INIA, 2018):

$$\text{Inhibición (\%)} = \left(\frac{D.O.\text{blanco} - D.O.\text{muestra}}{D.O.\text{blanco}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (\text{Ec.01})$$

$$\text{TEAC} \left(\text{mg} \frac{\text{ET}}{100\text{g}} \right) = \frac{(\text{Inhibición}_{\%} - \text{Valor.intercepto}) \times V_{\text{solución}}}{\text{Valor}_{\text{pendiente}} \times W_{\text{muestra}}} \times 100 \dots (\text{Ec.02})$$

Donde:

- **D.O blanco** = Absorbancia del blanco
- **D.O. muestra** = Absorbancia de la muestra
- **W muestra** = Peso de la muestra

3.3.2.2 *Determinación de antocianinas monoméricas por el método de pH*

diferencial

El contenido de antocianinas monoméricas, se determinó de acuerdo a el método descrito por Fuleki & Francias (1968). Se obtuvo el factor de dilución apropiado para la muestra, diluyendo con el buffer de cloruro de potasio a pH 1, hasta que la absorbancia de la muestra a la longitud de máxima absorción ($\lambda_{\text{vis-max}}$) se encuentre dentro del rango lineal. Se dividió el volumen de la muestra final entre el volumen inicial, para obtener el factor de dilución. Se llevó a cero, el espectrofotómetro, con agua destilada, las longitudes de onda de ($\lambda_{\text{vis-max}}$) y 700 nm. Se preparará dos disoluciones, con extracto y con los buffer de pH1 y con el buffer de pH 4.5. Se dejó equilibrar las dos disoluciones por 15 minutos. Se midió las absorbancias de cada disolución a la longitud de onda de ($\lambda_{\text{vis-max}}$) y 700 nm (este último es para corregir la turbidez). Luego la absorbancia total de la muestra diluida, se calculó con la siguiente formula:

$$A_{\text{total}} = (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH4.5}} \dots \dots \dots (\text{Ec.06})$$

La concentración de antocianina monomérica en el extracto original, se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Antocianina monomérica} = \frac{A_{\text{total}} \times \text{MW} \times \text{Fd} \times 1000}{\epsilon \times 1} \dots \dots \dots (\text{Ec.07})$$

Donde:

- **MW** = Peso molecular de la antocianina predominante
- **Fd** = Factor de dilución
- **E** = Coeficiente de extinción molar de antocianina predominante
- **L** = longitud de paso de celda

3.3.2.3 Determinación de compuestos fenólicos total

Se determinó con el método de Singleton & Rosi (1965), los tubos fueron protegidos de la luz, se colocaron 500 µl del extracto de la muestra, 250 µl de reactivo de Folin Ciocalteau a 1N y 1250 µL de la solución de carbonato de sodio. Se homogeneizó en un vortex. Reposó por espacio de 30 min en oscuridad, la absorbancia se midió a una longitud de onda de 755 nm. El contenido total de compuestos fenólicos se determinó por triplicado y se expresó como equivalentes ácido gálico en g por 100 g de muestra fresca.

$$\text{Comp. Fenólicos} \left(\text{mg} \frac{\text{GAE}}{\text{g}} \right) =$$

$$\frac{\left(\left[\text{Abs. de la muestra} - \frac{0.0019}{0.0011} \right] \times \text{Vol. a diluir} \times \text{FD} \right) / 1000}{\text{Peso de la muestra (g)}} \dots \dots \dots (\text{Ec.08})$$

$$\text{Compuestos Fenólicos totales} \left(\text{mg} \frac{\text{GAE}}{100\text{g}} \right) =$$

$$\text{Comp. Fenólicos} \left(\text{mg} \frac{\text{GAE}}{\text{g}} \right) \times 100 \dots \dots \dots (\text{Ec.09})$$

Dónde:

- **GAE** = Acido gálico equivalente
- **Abs. de la muestra** = Absorbancia de la muestra obtenida
- **Vol. a diluir** = Volumen a diluir la muestra en la primera dilución

- $FD = \text{Volumen a diluir en una segunda dilución (solo se realiza de ser necesario)}$
- $1000 = \text{Valor de conversión de mg a g}$
- $\text{Peso de la muestra} = \text{peso de la muestra registrado para la determinación}$

3.3.3 Análisis Sensorial

3.3.3.1 RATA (*Rate-All-That-Apply*)

La evaluación sensorial de la bebida de maíz morado reducido en azúcar se determinó a través de un procedimiento de análisis de Rate-all-that-apply descrito por Giacalone & Ingholt (2016). Se trabajó con 100 consumidores entre 18 y 63 años, a los cuales se les presento una lista con 6 atributos y se les solicito que seleccionen los términos que describan a las muestras y que indiquen su intensidad en una escala de 5 puntos (1= baja intensidad y 5 = alta intensidad). En la figura 12 se observa la boleta utilizado para el método RATA .

BOLETA DE EVALUACIÓN						
Nombre: _____	Edad: _____ Sexo: _____					
Instrucciones:						
<ul style="list-style-type: none"> - Usted recibirá 10 muestras de chicha morada. - Por favor, pruebe las muestras en el orden que Ud. Desee y responda las preguntas utilizando la lista de palabras presentada. - Enjuáguese la boca con un poco de agua entre muestra y muestra 						
Marque todas las palabras que considere adecuada para describir esta bebida:						
Muestra _____						
¿Cuánto le gusta la chicha morada?						
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	Dulce <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<input type="checkbox"/>	Amargo <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<input type="checkbox"/>	Ácido <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<input type="checkbox"/>	Sabor natural <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<input type="checkbox"/>	Color característico <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<input type="checkbox"/>	Concentrado <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		

Figura 12. Boleta de Rate-all-That-Apply

3.3.3.2 Análisis por conjunto

Para el análisis por conjunto participaron 95 personas, con edades entre 18 y 65 años. Se construyó un set de bebidas de chicha morada, envasadas en tetra pack de forma hipotética. Los cuales presentaron dos categorías con tres niveles cada uno (Tabla 4), obteniéndose 9 combinaciones. Las combinaciones se mostraron a cada consumidor a través de una encuesta online, y clasificaron en una escala de 9 puntos la combinación de su preferencia.

Tabla 5. Categoría y elementos para las etiquetas

Categoría	Elemento
Saludable	Rico en Antioxidantes y vitaminas Antienvjecimiento Salud+ Vida + Bienestar
Sensorial	Sabor natural, libre de persevantes ni colorantes 100% Irresistible Concentrado de maíz y frutas

3.4 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño central compuesto con dos puntos centrales, con la finalidad de encontrar los niveles óptimos de aceptabilidad de la bebida a base de maíz morado dándonos un total de diez tratamientos, como se observa en las tablas 5 y 6. Siendo las variables independientes A (concentración de maíz morado) y B (concentración de azúcar).

Tabla 6. Nivel codificado para cada factor

Factores	Niveles				
	-1.41421	-1	0	1	1.41421
% (A)Azúcar	5	8	13	18	20
% (B)Maíz	7.86	9	12.45	17.6	16.6

19

Tabla 7. Matriz experimental para el diseño

Tratamientos	Códigos	Codificados Variables independientes		Decodificados	
		A	B	A	B
1	622	-1	-1	9	8
2	877	-1	1	9	18
3	471	1	-1	16.6	8
4	148	1	1	16.6	18
5	312	-1.41421	0	7.86	13
6	535	1.41421	0	17.6	13
7	182	0	-	12.45	5
8	219	0	1.41421	12.45	20
9 (C)	792	0	0	12.45	13
10 (C)	375	0	0	12.45	13

3.4.1 Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) y el coeficiente de regresión para determinar el modelo de superficie de respuesta adecuado. El ANOVA nos permitió conocer la influencia de las variables independientes sobre las variables de respuesta. El análisis de regresión, presentó una prueba de ajuste para modelos de superficie de respuesta. El análisis sensorial RATA (Rate-all-that-apply) se utilizó el modelo Q-Cochran's, de la misma manera para el análisis por conjunto se aplicó estadística descriptiva y el ANOVA. Todos los datos estadísticos sensoriales son procesados a través del software XLSTAT versión prueba.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis fisicoquímico de las bebidas a base de maíz morado

En las tablas N° 7 y 8, se encuentran los resultados obtenidos del pH presente en las bebidas de maíz morado y se observó que la interacción Maíz-Azúcar influyeron sobre el pH, esto se debe al pH bajo propio del maíz morado que oscila en un rango de 4 a 4.45 y al proceso de preparación al que las bebidas fueron sometidas es decir, la adición de limón, etc. Los coeficientes de regresión contienen una constante de 4.65 y la interacción produce un incremento de 0.0175 sobre el pH. El mayor pH se produjo en las muestras con un porcentaje superior de maíz morado y valores intermedios de azúcar. En la figura N° 13, la gráfica de contorno y de superficie presentan valores superiores de pH a valores altos de maíz, independientemente del porcentaje de azúcar.

En la variable pH se encontró un modelo de primer orden:

$$\text{pH} = 4.065 + 0.023 * M$$

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Birkhed (1984) en su investigación sobre el contenido de azúcar, acidez y su efecto sobre el pH presente en jugos de frutas, bebidas de frutas, bebidas carbonatadas y bebidas deportivas, demostrando que todos los tipos de bebidas incluidas en su investigación presentan un pH bajo entre 2.9 a 4, especialmente los jugos de frutas. De la misma manera estudios realizados por Terrones & Díaz (2016) mencionó que el pH obtenido a partir de la cocción de maíz morado desgranado, oscila en un rango de 4.71 a 5.13, presentando valores bajos de pH. Así mismo, Díaz (2014) de características nutricionales y físico-químicas de algunas bebidas a base de fruta, presentaron niveles de pH de 2.74 a 3.39 para zumos frutas, 2.78 a 3 para néctares de fruta y 2.87 a 2.83 para refrescos de fruta, sin embargo, el autor señala que al adicionar azúcar

modifica el pH levemente en las tres diferentes bebidas. Aunque dicho comportamiento no se aprecia en las bebidas de maíz morado.

En la tabla N° 9 se observó la influencia sobre los grados Brix la interacción entre maíz y azúcar, ocasionado por el incremento del azúcar a diversas cantidades en las bebidas. En la tabla N°10 los coeficientes de regresión presentan una constante de 1.36 con una interacción que incrementan en 0.004 sobre los °Brix. El valor más alto ° Brix presentes en las bebidas de maíz morado se genera en las muestras con mayor porcentaje de azúcar en valores intermedios de maíz morado. En la figura N° 13, las gráficas de contorno y de superficie presenta valores superiores de °Brix a mayor concentración de maíz y se observó una tendencia de incremento con el maíz, sin embargo, no existen investigaciones que corroboren con este tipo de comportamiento.

La variable °Brix encontró un modelo matemático de segundo orden:

$$^{\circ}\text{Brix} = 1.36 + 0.79 M + 0.135A + 0.173M^2 + 0.135 A^2$$

Resultados similares presentaron Cordero, Mariño & Torres (2018) quienes reportaron valores similares de sólidos solubles, con un rango de 10 a 16 ° Brix en una bebida saludable de maíz morado y aguaymanto. De la misma manera Loyola, Urra & Acuña (2016) reportaron datos similares en su jugo de arándanos, el extracto de arándanos presentó 14° Brix; luego añadió azúcar como parte de su preparación, con sólidos solubles óptimos de 19 °Brix. Asimismo Balaswamy, Prabhakara, Nagender & Satyanarayma (2011) investigó la vida en anaquel de la bebida de 3 bebidas de uva utilizando extractos de uva ácida, de uva morada y falsa, presentando 12.4°, 13.2° y 10° Brix respectivamente antes de su preparación; luego de su elaboración presentaron unos sólidos solubles óptimos de 15°brix para el jugo de uva ácida, 18° Brix de uva morada y 20° Brix para el jugo de falsa, concordando con los

datos obtenidos previamente. Es decir, el incremento de azúcar (sacarosa) incrementa los ° Brix.

Tabla 8. Análisis fisicoquímicos de las bebidas a base de maíz morado

Tratamiento	pH	Brix
1	3.54±7.07E-03	8.10±0.00E+00
2	3.48±7.07E-03	17.45±7.07E-02
3	3.55±0.00E+00	9.75±7.07E-02
4	3.52±0.00E+00	18.55±7.07E-02
5	3.44±1.41E-02	13.45±7.07E-02
6	3.56±1.41E-024	13.05±4.95E-01
7	3.46±0.00E+00	6.45±7.07E-02
8	3.54±7.07E-03	21.03±0.00E+00
9	3.50±7.07E-03	13.25±7.07E-02
10	3.51±7.07E-03	13.45±7.07E-02

Tabla 9 . Análisis de varianza para pH de las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	0.013191	1	0.013191	193.4702	0.000000
Maíz (Q)	0.000258	1	0.000258	3.7846	0.077723
(2)Azúcar (L)	0.000065	1	0.000065	0.9464	0.351544
Azúcar (Q)	0.000151	1	0.000151	2.2132	0.164933
1L by 2L	0.000450	1	0.000450	6.6000	0.026095
Lack of Fit	0.014426	3	0.004809	70.5250	0.000000
Pure Error	0.000750	11	0.000068		
Total SS	0.029175	19			
r ²	0.470000				

Tabla 10. Análisis de varianza para °Brix de las bebidas de maíz morado

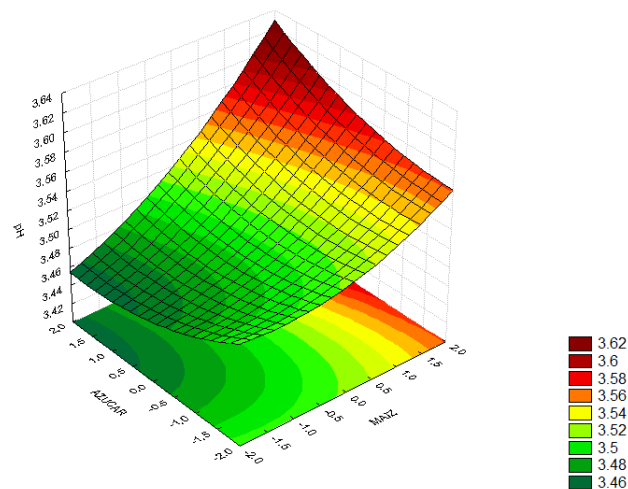
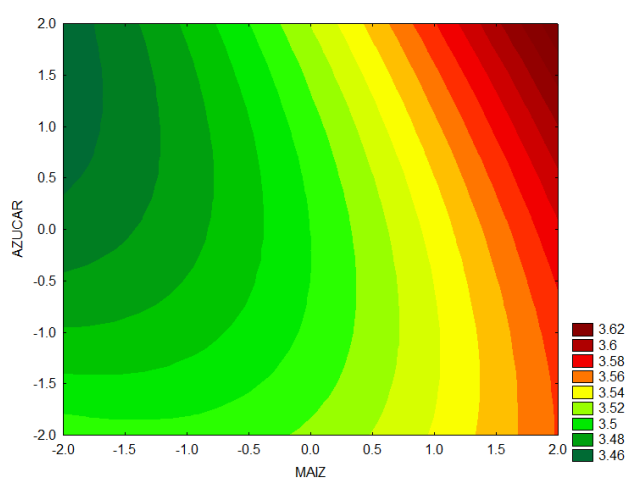
Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	1.1928	1	1.1928	41.003	0.000051
Maíz (Q)	1.4629	1	1.4629	50.288	0.000020
(2)Azúcar (L)	201.6834	1	201.6834	6932.868	0.000000
Azúcar (Q)	12.8928	1	12.8928	443.189	0.000000
1L by 2L	0.1512	1	0.1512	5.199	0.043522
Lack of Fit	31.2988	3	10.4329	358.632	0.000000
Pure Error	0.3200	11	0.0291		
Total SS	256.7920	19			

Tabla 11. Regresión de coeficientes para la determinación de los análisis fisicoquímicos para las bebidas a base de maíz morado

Bebida a base de maíz morado		
	pH	Brix
Constante	4.65	1.36
(1) Maíz (L)	0.023624	0.17955
Azúcar (Q)	-0.054688	0.173125
(2) Azúcar (L)	0.004116	0.007322
Maíz (Q)	-0.105938	0.135625
1L by 2L	0.0175	0.004

(a)

(b)



(c)

(d)

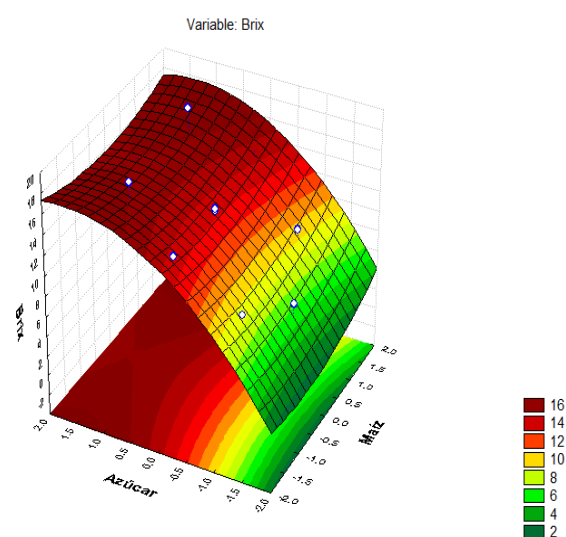
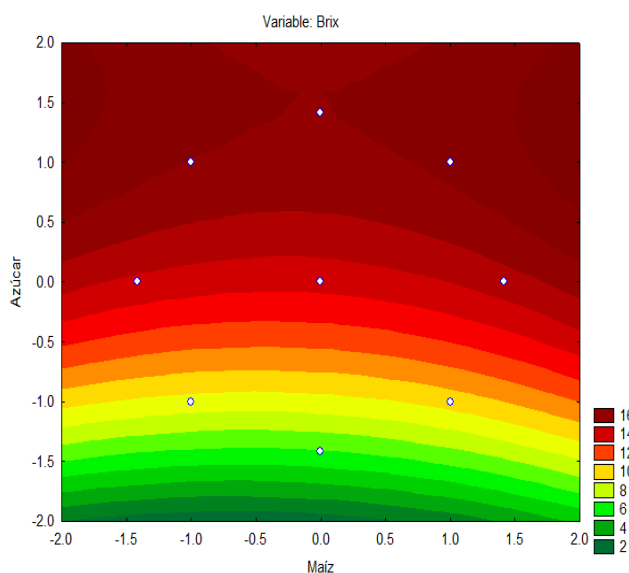


Figura 13. Gráfico de contorno y Superficie de respuesta para bebidas de maíz morado. (a) y (b) pH, (c) y (d) Brix

4.2. Análisis sobre los parámetros de color en las bebidas a base de maíz morado

La luminosidad (L^*) se aprecia en la tabla N°11, se observa que la interacción de maíz y azúcar no influye sobre la luminosidad, sin embargo el azúcar presenta influencia lineal y cuadrática sobre esta variable, esto es debido a que los cristales de azúcar generan brillo, logrando que su refractancia produzca luminosidad (Bomdespacho, Da Silva, Guimaraes, Ditchfield, & Petrus, 2018).

En la tabla N° 11 se encuentran los coeficientes de regresión obtenidos de la bebida de maíz morado, presentando una constante de 9.36 y la interacción genera una disminución de 0.0125 sobre la Luminosidad. Los valores con mayor luminosidad se generan en las muestras con un porcentaje más alto de azúcar y un porcentaje intermedio de maíz. En los gráficos de contorno y superficies presentes en la Figura N° 14, presentan valores superiores de Luminosidad a mayor porcentaje de azúcar y a valores intermedios de maíz.

La variable L^* presentó un modelo de segundo orden:

$$L^* = 9.361 - 0.044 - 0.0628 + 0.029 A^2$$

En investigaciones realizadas por Salinas, Pérez, Vázquez, Aragón, & Velázquez, (2012) en el extracto de antocianinas totales y parámetros de color en líneas de maíz morado, presentaron valores de L^* que oscilan entre 5.7- 24.5, de la misma manera sugieren que estos rangos obtenidos indican que el color de los granos fue oscuro, muy cercano al negro. Los resultados generados en las bebidas de maíz morado se encuentran dentro del presente rango.

Respecto al parámetro H^* corresponde a la tonalidad del color de la bebida de maíz morado. En la tabla N° 12, se observó que la interacción de maíz y azúcar no influye sobre el parámetro H^* , no obstante el azúcar presenta influencia de forma lineal y cuadrática y

sobre este parámetro. Los coeficientes de regresión presenta una constante de 183.68 y la intersección que genera una disminución de 0.0004 sobre el matiz H*. Un comportamiento similar se observa en la figura N° 14, para los gráficos de contorno y superficie donde presentan valores de H* alto a mayor y menor por porcentaje de maíz y azúcar. Sin embargo, no se observa una tendencia definida

La variable H* reportó un modelo matemático de segundo orden:

$$H^*=183.68+ 0.066 M^2 +0.089 A + +0.11 A^2$$

De acuerdo a Salinas, Pérez, Vázquez, Aragón, & Velázquez, (2012), informaron un comportamiento similar para muestras molidas de elotes morados, donde sus muestras analizadas presentan un rango de H° de 299 a 335.9°, obteniendo tonalidades más intensas de azul. Por lo tanto, influye la concentración del maíz y el porcentaje de dilución en agua, a mayor concentración de maíz morado y a menor o nula dilución en agua, una mayor tonalidad de azul. Sin embargo, el azúcar influye más en el incremento de la tonalidad independientemente de la cantidad de maíz morado, que se utiliza para el desarrollo de bebidas.

Bomdespacho, Da Silva, Guimaraes, Ditchfield & Petrus (2018), estudiaron sobre la cinética de cambio de color del jugo de caña de azúcar, obteniendo un ligero incremento en el parámetro H*. De la misma manera, Jiao et al. (2015) investigaron el efecto del ácido ferúlico sobre la formación de piranoantocianinas a partir de la mazorca de maíz morado (*Zea mays L.*) en un sistema modelo y sus efectos sobre el color, demostrando un incremento en los valores de H* en todas las muestras luego de 90 días, este resultado sucede debido a la adición de ác.felúrico que incrementa la estabilidad del color de las antocianinas y mantiene el color en las muestras. Este mismo fenómeno podría ser explicado con la adición

del azúcar que actúan como conservante y edulcorante a la vez y su efecto sobre el incremento del H^* en las bebidas.

Wahyuningsih, Wulandari, Wartono, Munawaroh & Ramelan (2016) indicaron que los pigmentos antocianicos (rojo, morado y azul) son una molécula inestable influenciados por diversos factores la temperatura, pH, oxígeno, luz y azúcar. Basados en los resultados demuestran que las antocianinas con un pH bajo presentan una coloración roja (condiciones ácidas / $pH < 3$), y a altos valores de pH se obtendrá una pérdida de color, incoloro ($pH = 4.5$) y azul ($pH = 7$). Por otro lado Krifi, Chouteau, Bondurant & Metche (2000), reportaron que el azúcar hidrolizado desestabiliza y degrada a las antocianinas, causando la formación de pigmentos polimerizados de color marrón

Referente a la cromaticidad C^* está relacionado con el índice de saturación del color. De acuerdo a las tablas N°13 y 14, no se observa interacción de maíz y azúcar, por lo tanto no generan ninguna influencia sobre la cromaticidad. En la figura N° 14, la gráfica de contorno y superficie presentan una tendencia de incremento con un porcentaje de maíz ligeramente mayor y nulo porcentaje de azúcar.

Mendoza et al. (2018) investigó sobre el extracto de antocianinas totales y parámetros de color en líneas de maíz morado, presentaron valores de C^* que oscilan entre 1.8-11.8, indicando que las muestras con valores bajos de cromaticidad (1.8, 4.9, etc) presentan baja saturación, baja intensidad y es impuro, mientras que las muestras con C^* de 6.8 a 11.8 provenientes de granos morado rojizo, rojo y azul oscuro, es decir un color más encendido por tener mayor saturación. Así mismo, Bomdespacho et al. (2017) en su investigación sobre a cinética de cambio de color del jugo de caña de azúcar. Jiao, Zhang, Zhai, Gong & Yang (2016) estudió el efecto del ácido ferúlico sobre la formación de

piranoantocianinas a partir de la mazorca de maíz morado (*Zea mays L.*) en un sistema modelo y sus efectos sobre el color; ambos autores reportaron valores altos de cromaticidad con un rango alto mayor a 20°, generando un color más vivo.

Tabla 12. Determinación de color para las bebidas a base de maíz morado

Tratamiento	Código	L*	C*	H*
1	622	9.48±1.41E-03	16.65±7.80E-03	184.12±7.80E-02
2	877	9.30±2.12E-03	16.97±4.10E-02	184.16±7.80E-02
3	471	9.33±7.07E-03	17.26±1.54E-01	184.05±1.92E-01
4	148	9.11±9.19E-03	18.43±5.59E-02	184.09±8.00E-03
5	312	9.44±0.00E+00	16.29±0.00E+00	183.80±0.00E+00
6	535	9.42±4.24E-03	15.54±1.29E-01	183.56±1.85E-01
7	182	9.26±5.66E-03	17.78±1.88E-01	183.36±1.73E-01
8	219	9.18±9.19E-03	18.38±3.32E-02	183.81±8.70E-02
9	792	9.44±8.49E-03	16.10±5.09E-02	183.48±6.00E-03
10	375	9.20±2.12E-03	17.73±3.41E-01	183.90±1.26E-0

Tabla 13. Análisis de varianza del parámetro L* para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	0.031501	1	0.031501	5.62444	0.037048
Maíz (Q)	0.022715	1	0.022715	4.05563	0.069141
(2)Azúcar (L)	0.063091	1	0.063091	11.26478	0.006406
Azúcar (Q)	0.027941	1	0.027941	4.98877	0.047231
1L by 2L	0.001250	1	0.001250	0.22318	0.645858
Lack of Fit	0.048343	3	0.016114	2.87714	0.084418
Pure Error	0.061608	11	0.005601		
Total SS	0.294298	19			
r2	0.620000				

Tabla 14. Análisis de varianza del parámetro H* para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	0.24867	1	0.248674	0.95624	0.349152
Maíz (Q)	1.59676	1	1.596760	6.14013	0.030686
(2)Azúcar (L)	1.36265	1	1.362648	5.23988	0.042847
Azúcar (Q)	4.04893	1	4.048925	15.56961	0.002289
1L by 2L	0.36040	1	0.360401	1.38587	0.263948
Lack of Fit	2.96574	3	0.988580	3.80145	0.043071
Pure Error	2.86058	11	0.260053		
Total SS	17.38378	19			
r2	0.67				

Tabla 15. Análisis de varianza del parámetro C* para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	0.058601	1	0.058601	2.04489	0.180501
Maíz (Q)	0.121773	1	0.121773	4.24929	0.063714
(2)Azúcar (L)	0.126673	1	0.126673	4.42028	0.059348
Azúcar (Q)	0.040624	1	0.040624	1.41757	0.258863
1L by 2L	0.000001	1	0.000001	0.00004	0.995113
Lack of Fit	0.971021	3	0.323674	11.29462	0.001099
Pure Error	0.315230	11	0.028657		
Total SS	1.596613	19			
r2	0.190000				

Tabla 16. Regresión de coeficientes para la determinación de los parámetros de color de las bebidas a base de maíz morado

	L*	H*	C*
Constante	9.361	183.688	16.92
(1) Maíz (L)	-0.0444	-0.0605	0.125
Azúcar (Q)	0.02947	0.1154	-0.418
(2) Azúcar (L)	-0.0628	0.089	0.292
Maíz (Q)	-0.0757	0.0667	0.665
1L by 2L	-0.0125	-0.0004	0.212

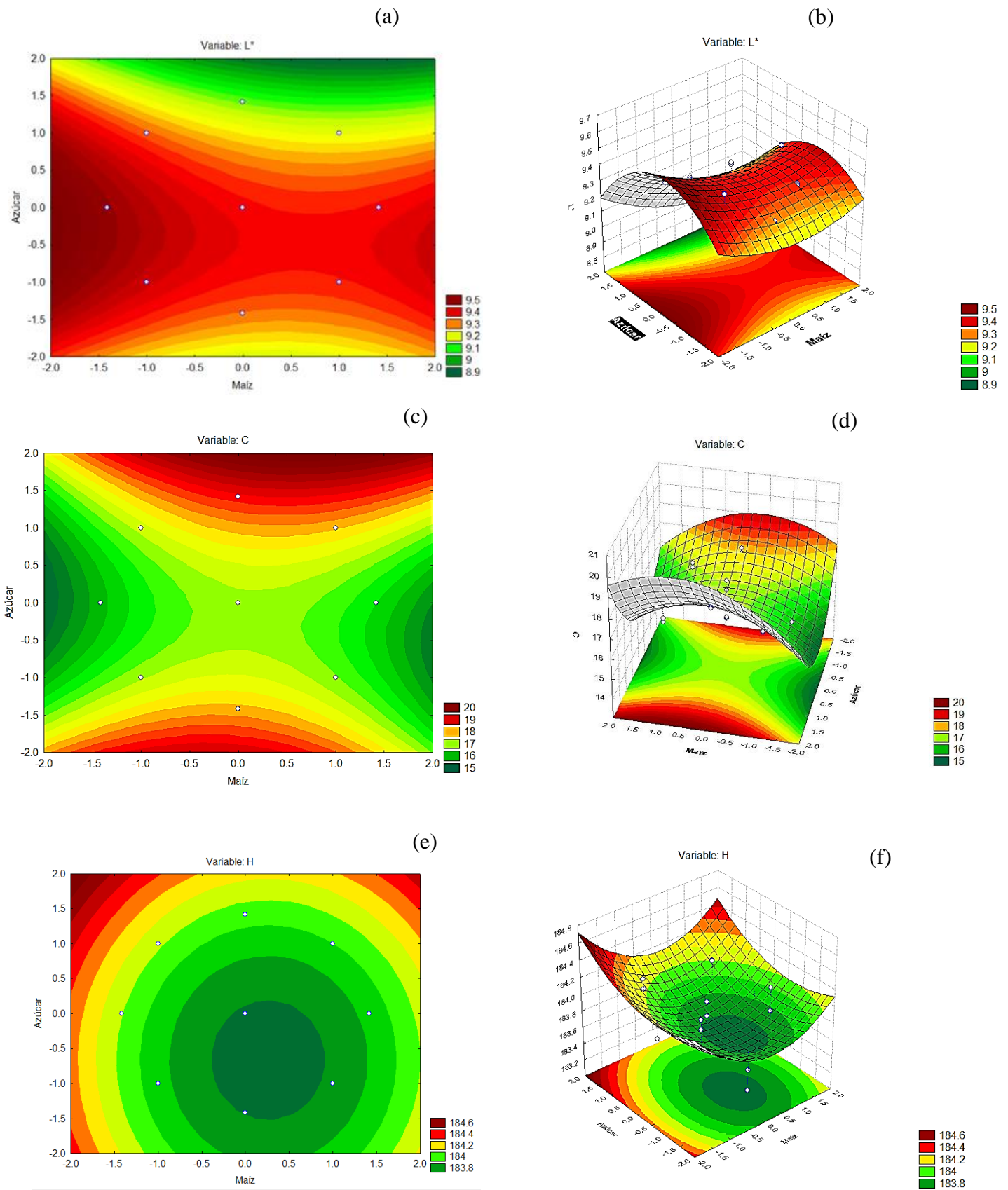


Figura 14. Gráficos de contorno y Superficie de respuesta para Bebida de maíz morado. (a) y (b) L^* , (c) y (d) C^* y (e) y (f) H^*

4.3. Análisis de la capacidad antioxidante en las bebidas a base de maíz morado

En las tablas N° 15 y 16, se presentan los resultados de la capacidad antioxidante de las bebidas de maíz morado, se observó que la interacción entre el maíz y azúcar no presentan influencia sobre la capacidad antioxidante, sin embargo, el maíz presenta influencia lineal y cuadrática independientemente del azúcar, el cual solo presenta influencia cuadrática sobre esta variable, esto es ocasionado por los altos contenidos de azúcar tiende a degradar la antocianinas disminuyendo a la capacidad antioxidante, sin embargo a valores intermedios de azúcar, la capacidad antioxidante no se ve afectada.

Los coeficientes de regresión contienen una constante de 49.8 y la intersección produce una disminución de 0.29 sobre la capacidad antioxidante. La mayor capacidad antioxidante se produjo en las muestras con porcentaje intermedio de maíz y azúcar. En la Figura 15 el gráfico de contorno y de superficie presenta un valor superior de capacidad antioxidante a valores medios de maíz y azúcar.

En la capacidad antioxidante se encontró un modelo matemático de segundo orden:

$$A = 49.82 - 0.8 M - 0.04 M^2 - 4.12 A^2$$

Valencia & Guevara (2013), investigaron sobre la variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus L.*), reportando disminución en la capacidad antioxidante, de 217 a 39 umol Trolox/ g por la adición de los ingredientes (azúcar) para la obtención del néctar en el proceso de estandarización. De la misma manera Kopjar, Jaksic & Pilizota (2011) encontraron que el azúcar influye sobre la actividad antioxidante del jugo BlackBerry durante el almacenamiento, observando un decrecimiento en la actividad antioxidante, luego de 10 días de almacenamiento, esto se debe a la degradación de las antocianinas y/o al

cambio en la estructura de los compuestos formado, esto explica la disminución de actividad antioxidante en los tratamientos con N° 1, 2, 3,4 y 6.

Estudios realizados por Sokół, Kucharska, Szumny, Winska, & Nawirska (2018), en la estabilidad de la actividad antioxidante de los licores de cereza ácida añadidos con azúcar almacenada a 30°C, determinó una disminución en la actividad antioxidante, especialmente en las muestras de licores con azúcar añadida, donde se presencia una mayor disminución (19.4-37.8%). Los autores indicaron que este efecto surgió por la hidrólisis de los glucósidos flavonoides, estos dan un grupo hidroxilo adicional para que participe en la reacción con el radical catión ABTS.

Por otro lado, Howard, Castrodale, Brown & Mauromostakos (2010), investigaron sobre los efectos de almacenamiento de mermeladas en polifenoles de arándanos y capacidad antioxidante, descubriendo que las mermeladas con azúcar presentaban valor más altos de actividad antioxidante a comparación de las mermeladas sin azúcar, con una diferencia de 13.8 $\mu\text{mol Te/g}$. Los valores de actividad antioxidante no cambiaron a pesar de la degradación de antocianinas y procianidinas, lo cual nos indica que la formación de compuestos poliméricos (complejos de antocianina-procianidina o MRP) compensa la pérdida de la capacidad antioxidante, formados a través de la degradación de las antocianinas y procianidinas.

Tabla 17. Determinación de capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales y antocianinas monoméricas en extracto y bebidas de maíz

Tratamiento	C. Antioxidante μmol TE/g	Fenoles totales mg GAE/g	A. monoméricas mg/g
1	39.21±1.38E-01	66.50±2.71E+01	0.43±1.00E-03
2	41.11±2.07E-01	67.30±1.65E+01	0.42±5.00E-03
3	40.09±1.38E-01	404.00±1.30E+02	1.06±1.00E-02
4	40.82±6.91E-02	535.70±2.83E+01	1.02±0.00E+00
5	47.75±2.07E-01	387.30±1.65E+01	0.46±3.00E-03
6	42.77±2.07E-01	423.17±5.89E+00	1.28±0.00E+00
7	51.17±2.07E-01	474.00±2.36E+01	0.88±2.00E-03
8	49.07±1.38E-01	426.50±5.89E+00	1.10±0.00E+00
9	51.32±1.38E-01	414.00±1.89E+01	0.50±6.00E-03
10	48.34±2.07E-01	416.67±1.18E+01	0.74±1.00E-03
r ²	4.01E-01	3.84E-01	8.68E-01

Tabla 18. Análisis de varianza de la actividad antioxidante para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	10.4248	1	10.4248	12.5091	0.004659
Maíz (Q)	155.8772	1	155.8772	187.0419	0.000000
(2)Azúcar (L)	0.0277	1	0.0277	0.0332	0.858778
Azúcar (Q)	26.4181	1	26.4181	31.6999	0.000153
1L by 2L	0.6866	1	0.6866	0.8239	0.383489
Lack of Fit	240.5749	3	80.1916	96.2244	0.000000
Pure Error	9.1672	11	0.8334		
Total SS	416.8129	19			
r ²	0.4000				

Tabla 19. Análisis de varianza de los compuestos fenólicos para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	72.18261	1	72.18261	23.22766	0.008526
Maíz (Q)	2.59749	1	2.59749	0.90786	0.515379
(2)Azúcar (L)	0.90405	1	0.90405	0.31598	0.673987
Azúcar (Q)	8.23822	1	8.23822	2.87938	0.339018
1L by 2L	0.02451	1	0.02451	0.00857	0.941246
Lack of Fit	9.56935	3	3.18978	1.11488	0.586531
Pure Error	2.86111	1	2.86111		
Total SS	93.95821	9			
r ²	0.86				

Tabla 20. Análisis de varianza de las antocianinas monoméricas para las bebidas de maíz morado

Fuente	SC	GL	CM	F	P-value
(1)Maíz (L)	183402.5	1	183402.5	26.26621	0.000331
Maíz (Q)	2158.2	1	2158.2	0.30909	0.589369
(2)Azúcar (L)	1066.8	1	1066.8	0.15279	0.703349
Azúcar (Q)	13108.0	1	13108.0	1.87728	0.197958
1L by 2L	8558.7	1	8558.7	1.22574	0.291860
Lack of Fit	254134.7	3	84711.6	12.13207	0.000821
Pure Error	76806.9	11	6982.4		
Total SS	537086.0	19			
r2	0.38				

Tabla 21. Regresión de coeficientes a partir de la determinación de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales y antocianinas monoméricas de las bebidas de maíz morado

	C. Antioxidante	Fenoles totales	A. monoméricas
Constante	49.82657	294.8341	626.8329
(1) Maíz (L)	-0.80719	107.0639	300.3803
Azúcar (Q)	-4.12907	15.3641	75.3794
(2) Azúcar (L)	-0.04157	8.1656	33.6164
Maíz (Q)	-1.69985	37.8642	134.2433
1L by 2L	-0.29297	32.7083	-7.8263

4.4. Determinación de los compuestos fenólicos totales en las bebidas a base de maíz morado

En la tabla N° 17, la interacción Maíz y Azúcar de los compuestos fenólicos totales presentes en las bebidas de maíz morado, no presentando influencia sobre los compuestos fenólicos, sin embargo se aprecia una influencia lineal por parte de la variable maíz. Los coeficientes de regresión contienen una constante de 294.83. El tratamiento con mayor compuesto fenólico se presenta en las muestras con mayor porcentaje de maíz y azúcar intermedio. En la figura N° 15 el gráfico de contorno y superficie presenta un valor superior a valores de maíz independientemente del azúcar.

Los compuestos fenólicos presentaron un modelo matemático de primer orden:

$$C.F.= 294.83 + 107.06 M$$

Los compuestos fenólicos presentes en el maíz morado se encuentran en la fracción libre y ligada, el ácido vanílico y sus derivados, ácido protocatéquico, ácido ferúlico y ácido p-cumárico, se encuentran en la fracción libre y en la fracción ligada se encuentran el ácido Ferúlico, p-cumárico y ácido siríngico, ambos compuestos se encuentran en el pericarpio, germen y endospermo del maíz dentado (Huaman, 2017).

En un estudio sobre la actividad antioxidante de cinco variedades de maíz cultivadas en Campeche realizado por Álvarez, Bolívar, Garma, Tut & Romero (2013) presentaron 2.47 mg/100g para maíz blanco híbrido, 3.27 mg/100g blanco criollo, 3.9 mg/100g amarillo, 354 mg/100 g maíz rojo y 1445 mg/100 g en la variedad de maíz morado, demostrando un mayor contenido de compuestos fenólicos presentan una mayor actividad antioxidante. De la misma manera Gorris et al. (2009) estudiaron sobre Perfil de compuestos fenólicos de maíz morado (*Zea mays L.*) y su evaluación como agente contra el estrés oxidativo en órganos aislados de

ratón, reportando un total de 135 mg de fenoles totales /g presente en las corontas de maíz morado.

Estudios realizados por Muñoz et al. (2017), sobre la interacción del reactivo de folin-ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales, descubrieron que la glucosa, manosa, ramnosa y sacarosa son los azúcares que presentan el menor porcentaje de reactividad con F. C., a diferencia de la fructuosa, que generan un porcentaje de reactividad elevado. También observaron que la reactividad de los azúcares con FC se incrementa conforme aumenta su concentración. El efecto de los azúcares con el FC, surge por la degradación de los monosacáridos en ambientes básicos, hasta generar enedíoles que actúan como agentes reductores, incrementando el análisis de los compuestos polifenólicos en muestras con altas concentraciones de azúcar.

Duarte, Novoa, Fallarero, Lajolp & Genovese (2006) investigaron sobre los compuestos fenólicos totales (CFT) presentes en el jugo de caña de azúcar, obteniendo un contenido relativamente alto de 160 mg de CAE/L de CFT en el jugo de caña de azúcar, y con la presencia de flavonoides (apigenina, luteolina y derivados de tricina), y ácidos fenólicos (cafeína, sinápicos e isómeros de ácidos clorogénico). Por otro lado, Payet, Cheong & Smadja (2006) investigaron las concentraciones de constituyentes fenólicos en los productos derivados de la caña de azúcar, obteniendo 0.7 GAE/Kg de CFT presentes en la sacarosa, de la misma manera se identificó p-cumarico y ácidos felúrico como los compuestos preponderantes, seguidos por ácido protocatechuico y el ácido caféico.

4.5. Determinación de antocianinas monoméricas totales en las bebidas a base de maíz morado

En la tabla N° 18 se observaron que la interacción maíz y azúcar no presente influencia sobre las antocianinas monoméricas, no obstante, la variable maíz presenta influencia lineal, antocianinas son los pigmentos que le brindan el color característico al maíz morado.

Los coeficientes de regresión presentes en la tabla N° 19, contienen una constante de 626.83. El mayor contenido de antocianinas se produjo solo con mayor porcentaje de maíz. En la figura 15, el gráfico de contorno y superficie presenta un valor superior de antocianinas monoméricas a mayor cantidad de maíz independientemente del contenido de azúcar, incrementa las antocianinas monoméricas y los compuestos fenólicos que contienen mayor porcentajes de maíz (tratamiento 4 y 6).

Las antocianinas monoméricas presentaron un modelo matemático de primer orden:

$$\text{Antocianinas monoméricas} = 626.83 + 300.38 M$$

El maíz morado presenta 6 tipos de antocianinas monoméricas : cianidina 3-O-β-D-glucosido, pelargonidina 3-O-β-D-glucosido, peonidina 3-O-β-D-glucosido, cianidina 3-O-β-D-(6-malonyl-glucosido), pelargonidina 3-O-β-D-(6-malonyl-glucosido) y peonidina 3-O-β-D-(6-malonyl-glucosido), de las cuales, la mayor cantidad de antocianina presente es la cianidina 3-O-β-D-glucósido (Aoki, Kuze, & Kato, 2002), es decir que es la antocianina más abundante presente en la bebidas y los extractos de maíz morado. Por otro lado, estudios sobre antocianinas y actividad antioxidante en maíz ceroso coloreado en diferentes etapas de maduración realizados por Harakort, Suriharn, Tangwingchai, Scott, & Lertrat (2014) en 12 genotipos de maíces con diferentes coloraciones (morado claro, amarillo-morado, rosa

oscuro, morado-blanco, morado-negro, blanco cremoso y amarillo cremoso), obteniendo un rango de antocianinas monoméricas de 4.8 a 12.3 mgGAE/g DW, demostrando que el maíz morado negro tienen mayor cantidad de antocianinas monoméricas y es una buena fuente para antioxidantes.

Lao & Giusti (2015) investigaron la cuantificación de las antocianinas de maíz morado (*Zea mays L.*) utilizando enfoques espectrofotométricos y HPLC: comparación de métodos y correlación, generando valores de antocianinas monoméricas que oscilan en un rango de 3.1-100.3 mg C3G/g. De la misma manera, Harakort, Suriharn, Tangwongchai, Scott & Lertrat (2014), realizaron estudios similares con maíz morado peruano encontrando valores de 9.8 mg/g de peso en seco y Jin & Giusti (2007) presentó un valores de 3.04 mg/g de peso en seco para maíz morado chino. Sin embargo, Ertan, Turkyilmaz & Ozkan (2018) registraron otro comportamiento, donde los edulcorantes (azúcar, jarabe de maltosa y miel) en el néctar ácido de cereza almacenado, reduce la estabilidad de las antocianinas presente en el jugo endulzado con azúcar, reduciendo su contenido de 26.5 a 3.09 mg/L. Ellos indicaron que esta disminución sucedió debido al aumentó el contenido de los productos de degradación de la sacarosa (fructuosa y glucosa) por estar durante un mayor tiempo en almacenamiento. Por otro lado, Vera de Rosso & Mercadante (2007) reportaron la influencia de la sacarosa en la degradación de las cianidina 3-O- β -D-glucósido en un 90%, luego de 100 horas de almacenamiento, presentes en el refrescos isotónico de acerola , de la misma forma, descubrieron que las bebidas con mayor concentración de antocianinas, presentan menor degradación.

Nikkah, Khaymay, Heidari & Jamee (2007) investigaron sobre los efectos del tratamiento con azúcar a diferentes concentraciones (20%, 40% y 60%) para la estabilidad de los pigmentos antocianicos en bayas durante 63 almacenamiento, demostrando que a una

concentración de 20 % de sacarosa ejerce un efecto protector en las antocianinas, pero a concentraciones altas, surge una notoria disminución en la estabilidad de las antocianinas. De la misma manera Wrolstad, Skered, Lea & Enersen (1990), en el estudio sobre la influencia del azúcar a diversas concentraciones 0 %, 10%, 20% y 40% en la estabilidad de los pigmentos antocianicos de las fresas congeladas, reportando una mejora en la estabilidad de las antocianinas monoméricas de 28,6 mg/100 gr a 32.5 mg/100g gracias al efecto protector ocasionado por el incremento del azúcar en un 20%, reduciendo el desarrollo de la polimerización de antocianinas y el pardeamiento. Esto concuerda con los resultados obtenidos en los tratamientos N° 1 con 8% de azúcar (240 gr) y el tratamiento N° 7 con 5% de azúcar (200 gr). Demostrando que se puede obtener un valor más alto de antocianinas en una concentración moderada como método de preservación de las antocianinas en las frutas

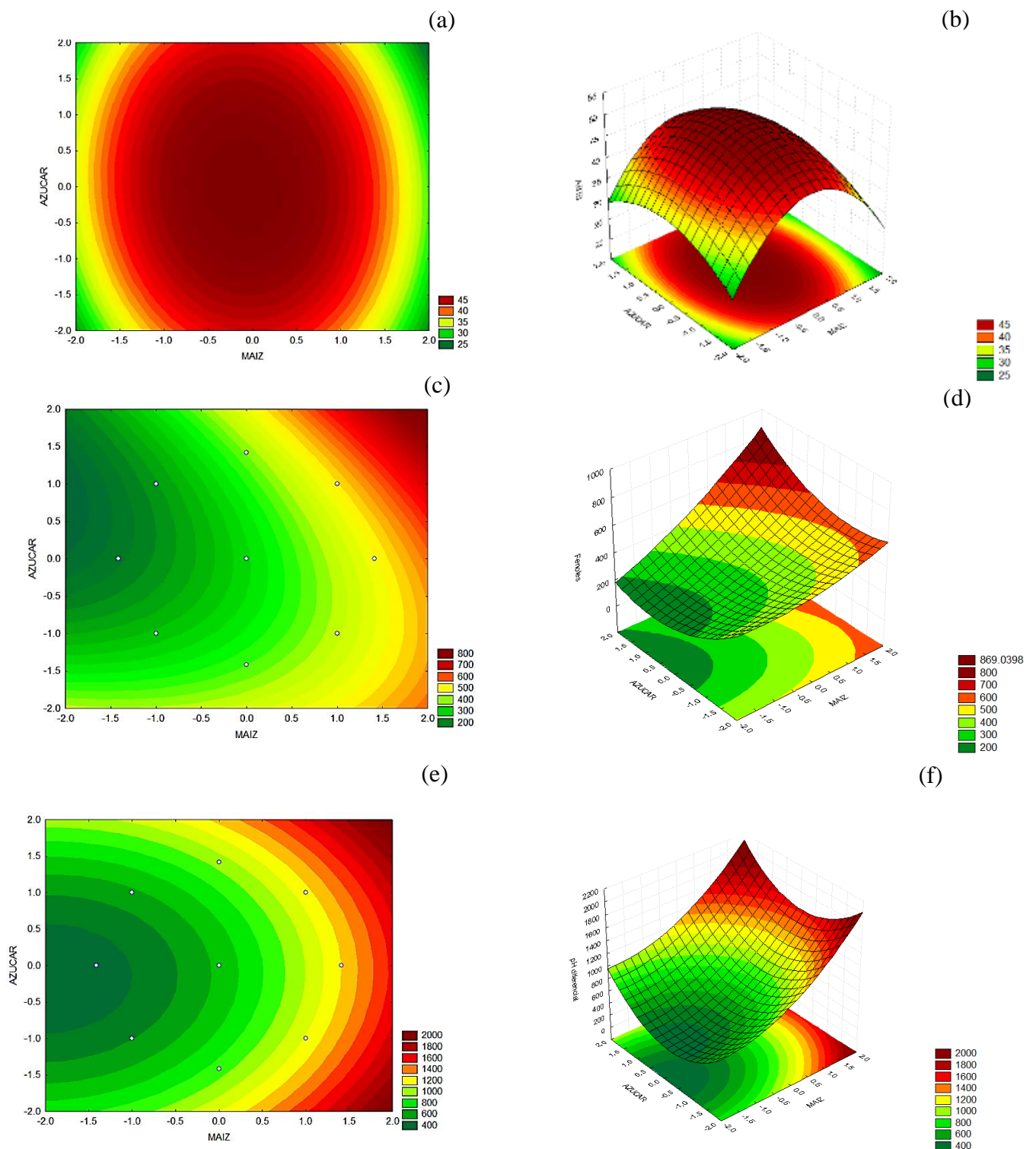


Figura 15. Gráfica de contorno para bebidas a base de maíz morado (a,b) Capacidad antioxidante, (c, d) Compuestos fenólicos y (e,f) Antocianinas monoméricas

Tabla 22. Evaluación sensorial para la bebida a base de maíz morado

Attributes	p-values	148	182	219	312	375	471	535	622	792	877
Dulce	0.000	0.970 (c)	0.480 (a)	0.950 (c)	0.900 (c)	0.870 (c)	0.650 (b)	0.870 (c)	0.680 (b)	0.870 (c)	0.980 (c)
Amargo	0.000	0.340 (a)	0.700 (cd)	0.350 (a)	0.410 (ab)	0.360 (a)	0.780 (d)	0.560 (bc)	0.630 (cd)	0.420 (ab)	0.310 (a)
Ácido	0.000	0.480 (ab)	0.710 (c)	0.590 (abc)	0.570 (abc)	0.570 (abc)	0.650 (bc)	0.570 (abc)	0.650 (bc)	0.500 (ab)	0.430 (a)
Sabor a chicha morada	0.000	0.830 (ab)	0.680 (a)	0.850 (b)	0.830 (ab)	0.840 (b)	0.730 (ab)	0.730 (ab)	0.720 (ab)	0.860 (b)	0.840 (b)
Color morado	0.040	0.810 (a)	0.770 (a)	0.730 (a)	0.740 (a)	0.820 (a)	0.720 (a)	0.760 (a)	0.820 (a)	0.780 (a)	0.790 (a)
Grado de Pureza	0.200	0.720 (a)	0.720 (a)	0.730 (a)	0.690 (a)	0.680 (a)	0.640 (a)	0.650 (a)	0.640 (a)	0.710 (a)	0.710 (a)

^{a,b,c,d y e} Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05)

4.6. Evaluación sensorial

4.6.1. Rate-All-That-Apply (RATA)

Para los 10 tratamientos de bebidas a base de maíz morado, se realizó la prueba Q Cochran como se muestra en la tabla N° 20, cada atributo fue descrito en base a preguntas CATA, encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) para siete atributos. Por lo que los consumidores encuentran diferencias significativas en los diferentes atributos presentes en las bebidas.

Se observó que las muestras 148, 219, 312 , 375 , 535 , 792 y 877 presentaron similitudes en el atributo “dulce”, esto nos indica que una mayor cantidad de personas usaron este atributo para describir el dulzor de las bebidas (dulce o muy dulce) , por el contrario , las muestras 182, 471 y 622 presentaron menores valores y una mayor diferencia. De la misma manera el atributo “amargo” presenta un valor alto de 0.780 para las muestra 471, y un valor bajo de 0.310 para la muestra 877, esto es debido a que la muestra 471 presenta en su formulación un mayor contenido de maíz morado 16.6% y 8% de azúcar , y la muestra 877 presenta menor contenido de maíz morado 9% y mayor contenido de azúcar 18% , demostrando que el maíz morado concentrado bajo en azúcar tiene una tendencia de sabor amarga .

La muestra 182 presentó una alto valor en el atributo ácido (0.700) a diferencia de la muestra 877, que presentó un bajo valor en el atributo ácido (0.310) , esto es debido a que la muestra 182 presentó un pH muy bajo (3.46) y un Brix menor (6.45) , mientras que la muestra 877 presentó un comportamiento inverso, demostrando que la cantidad de azúcar influye en la percepción sensorial del atributo “ácido”.

Se obtuvo un valor bajo de 0.680 para la muestra 182 dentro del atributo sabor a chicha morada, en contraste con la muestra 792 que obtuvo un alto valor de 0.860, indicando que el azúcar se encuentra asociada a la percepción de sensorial de las personas con el sabor característico de la chicha morada.

La figura 16 , presentó el análisis de correspondencia donde están representados las muestras en la primera y segunda dimensión, mostrando que los consumidores segmentan los diferentes tratamientos de bebidas a base de maíz morado en 2 grupos, el primer grupo está constituido por la muestras 148, 792, 375,219 ,535 y 312 descritas por presentar coloración morada, sabor a chicha morada, dulce y grado de pureza, El segundo grupo está compuesto por las muestras 182, 622 y 471 caracterizadas por ser amargas y ácidas.

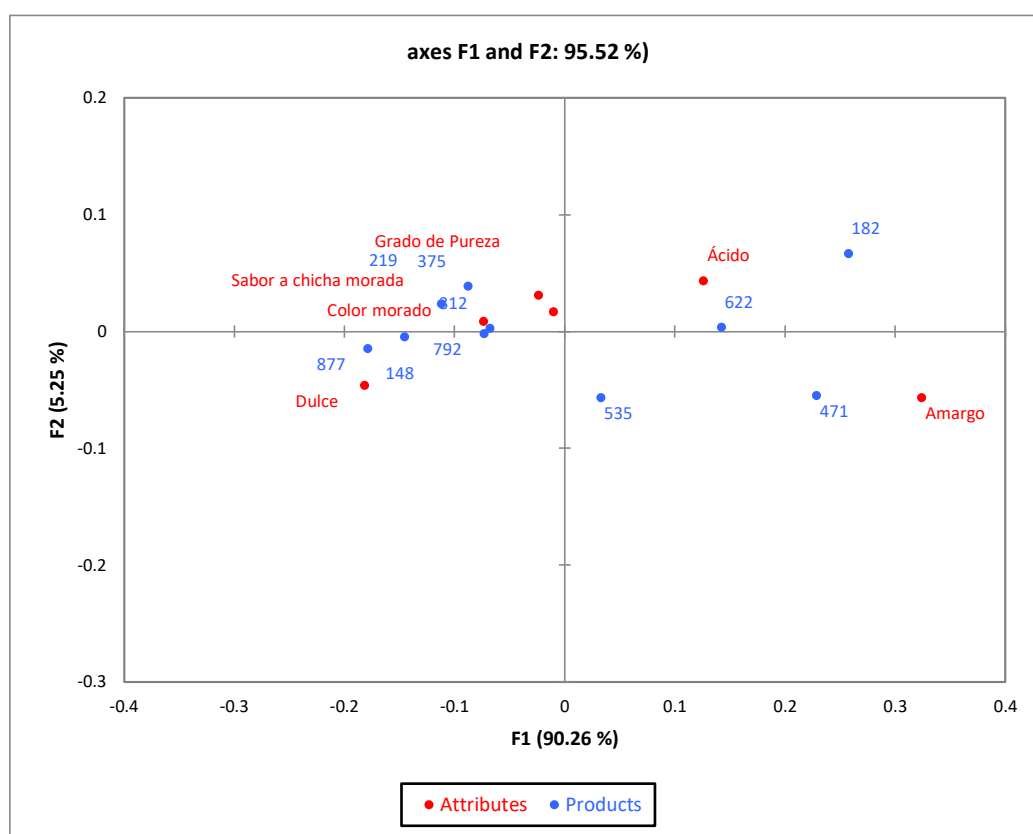


Figura 16. Gráfico simétrico sobre los atributos y las muestras a diferentes formulaciones de la bebida de maíz morado

Los resultados obtenidos del análisis de componentes principales se observan en la Figura 17, la aceptabilidad se encuentra en la parte superior derecha y los atributos que más se aproximan a ello es el sabor a “chicha morada” y “dulce”, mientras que los demás atributos no lograron describir la aceptabilidad en las bebidas de maíz morado. A partir de las Figuras 18 y 19 se puede determinar que las muestras más aceptadas se encuentran en la parte superior derecha, de igual manera que en la figura de los componentes principales. A partir de ello se puede determinar que las muestras 182 y 622, fueron las bebidas más aceptadas, las cuales contienen una menor concentración de azúcar y una concentración baja/intermedia de maíz morado.

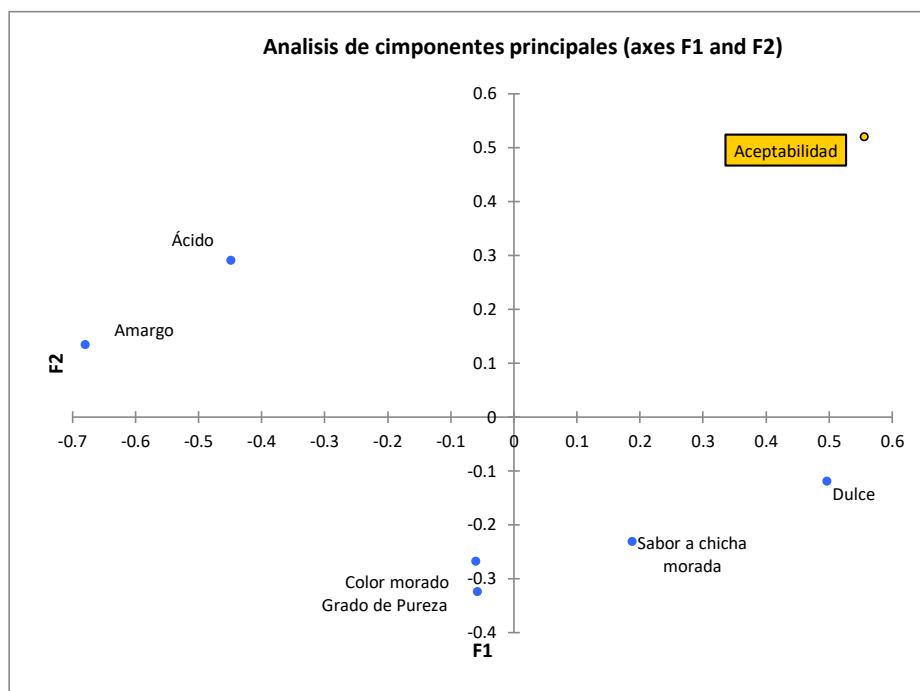


Figura 17. Análisis de componentes principales

En la figura 18 se observó que en las bebidas de maíz morado surge un efecto deseable por el mayor impacto relacionado a los atributos de “sabor a chicha morada”, “dulce” y a una menor relación con los atributos indeseables “ácido” y “amargo”.

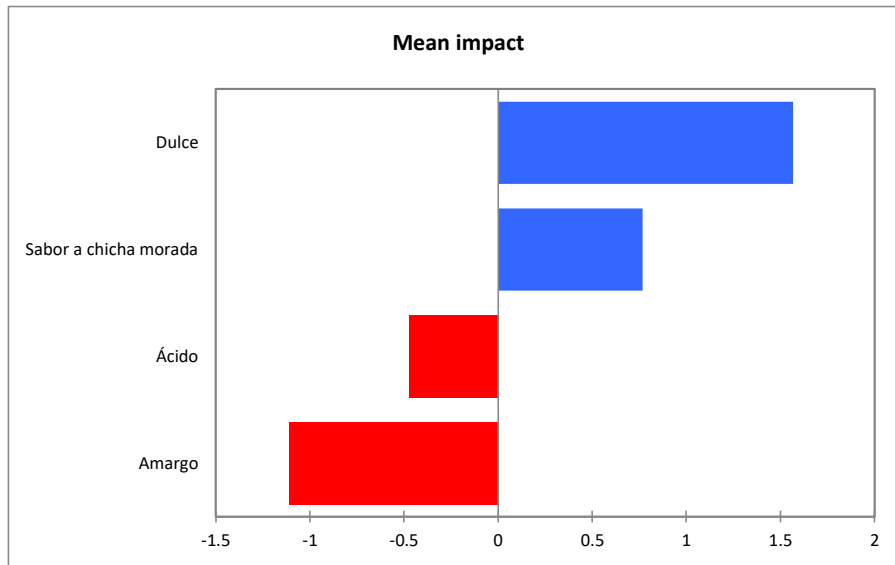


Figura 18. Gráfica de Impacto medio de las bebidas de maíz morado

En la figura 19 se corrobora con la gráfica de efecto de media vs porcentaje, que la “acidez” y el “amargo” son indeseable en las bebidas de maíz morado y son deseable e imprescindibles para ser aceptadas por los consumidores los atributos “dulce” y “sabor en las bebidas de maíz morado”

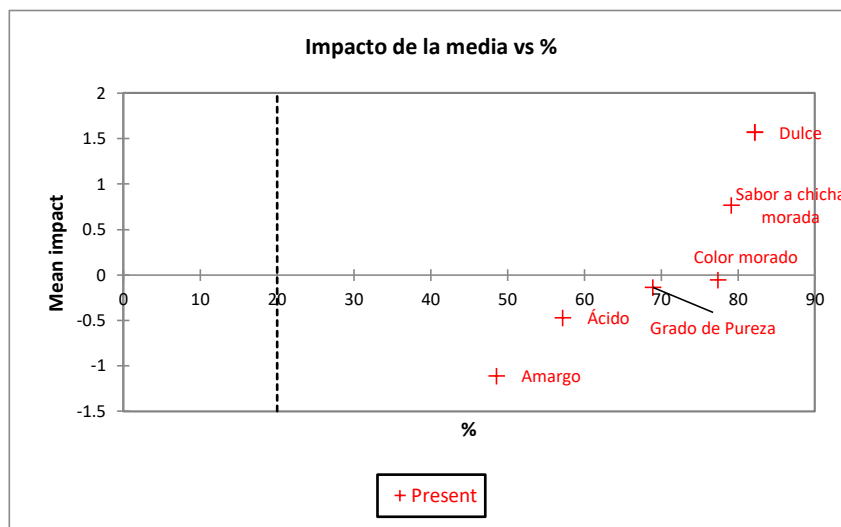


Figura 19. Efecto sobre la media vs porcentaje

De acuerdo a las figuras 16, 17, 18 y 19, los sabores indeseables presentes en la bebida morada son los atributos “amargo” y “ácido”, siendo el sabor ácido, un atributo agregado por la adición de limón, como ingrediente característico en la preparación de la bebida de maíz morado, y el sabor amargo como un atributo característico del maíz morado, concluyendo que la determinación de estos sabores por los consumidores, se debe a bajas concentraciones del azúcar en algunas bebidas de maíz morado.

El estado de madurez del maíz también podría ser un factor determinante del sabor amargo en la bebida. Reyes, Gómez, & Espinoza (2017), reportaron que los granos de maíz tierno (choclo) presenta 27.8/100gr de carbohidratos en comparación con el maíz amarillo maduro con 73.6/100gr. Pereira, Fernández, Lorenzana, Barreal, & Flores (2015), informaron sobre la transformación de los azúcares de la planta en almidón cuando la planta madura por el descenso en la concentración de carbohidratos solubles (CSA) (fructuosa, la glucosa y sacarosa (fructosa-glucosa) son los principales CSA) y el incremento en almidón en la planta entera.

Villegas, Ruíz & Bárcenas (2010), indicaron que los compuestos funcionales como los antioxidantes y los compuestos fenólicos son los compuestos principales responsables de conferir sabores desagradables a los alimentos, como el sabor amargo, astringente y pungencia, etc. Se ha estudiado la relación entre el sabor amargo y dulce, descubriendo que las muchas moléculas que ambos presentan, son similares estructuralmente, pero que se diferencian por la posición de un determinado grupo funcional. Los métodos para el enmascaramiento del sabor amargo, se resumen en el adicionamiento de sabores, endulzantes o agentes efervescentes. Uno de los métodos más sencillos para reducir el sabor amargo es el incremento de dulzor, mediante la adición de edulcorantes como sacarosa, sucralosa, polidextrosa, etc.

De la misma manera Hilty (2017), indicó que la adición de azúcar u otros edulcorantes ayuda a suprimir otros sabores potencialmente no deseados , siendo ampliamente usados en concentraciones medias en vinos, jugos de cítricos que contienen aceites volátiles con sabores fuertes provenientes de esencias, para poder enmascarar sabores amargos, ácidos, etc, propio de bebidas con sabores fuertes.

4.6.2. Análisis por conjunto

Se evaluó la percepción de las etiquetas de las bebidas a base de maíz morado con mensajes saludables y sensoriales. El 57.7% de los encuestas pertenecieron al género femenino y el 42.3% fueron del género masculino (Figura 20). De las persona encuestadas el 51.3% consumían bebidas de maíz morado por lo menos una vez al mes, el 23.7% lo consumen 1 vez por semana y el 18.4% cada 15 días.

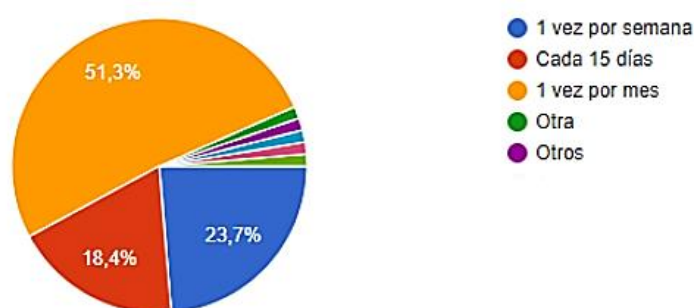


Figura 20. Consumo de bebida de maíz morado

En la Tabla 21, se observa que el análisis de varianza mostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para el mensaje sensorial, sin embargo, para el mensaje saludable no se genera diferencia significativa. Determinando de esta forma que las etiquetas con mensaje sensorial tuvieron mayor impacto y preferencia hacia los consumidores, en comparación con los mensajes saludables.

Tabla 23. Análisis de varianza referente a los mensajes sensoriales saludables

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
M. Saludable	2	4.83	2.413	0.51	0.601
M. Sensorial	2	32.53	16.267	3.44	0.033
M. Saludable*M. Sensorial	4	13.77	3.442	0.73	0.573
R ²		1.50%			

En la figura 21, el mensaje saludable presenta diferencias significativas, del cual el elemento A fue el que obtuvo mayor puntaje (Sabor natural, libre de perseverantes ni colorantes), seguidamente del mensaje C (Concentrado de maíz y frutas) y por último el elemento B (100% Irresistible). El mensaje sensorial no presentó diferencias significativas. De la misma manera la Figura 22 las interacciones de los mensajes saludables y sensoriales no presentaron diferencias significativas

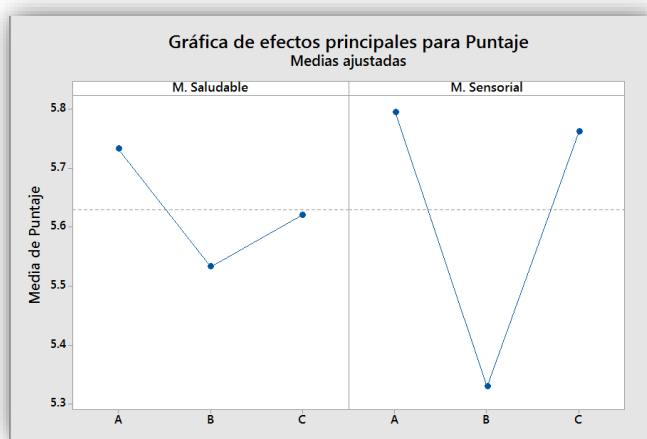


Figura 21. Gráfica de efectos principales para las variables

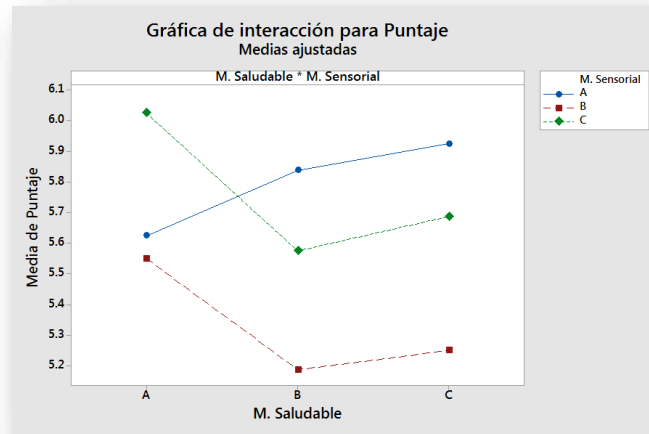


Figura 22.Gráfica de interacción entre los mensajes

Dentro de la encuesta se colocó la categoría tipo de empaque, para identificar la preferencia de empaque para las bebidas de maíz morado, como se observa en la figura 23 el 48.9% de personas prefieren consumir la bebida de maíz morado el envase de vidrio tradicional, 23.3% envase de tetra pack, el 14.4% bebida en lata y el 11.1% botella de plástico.

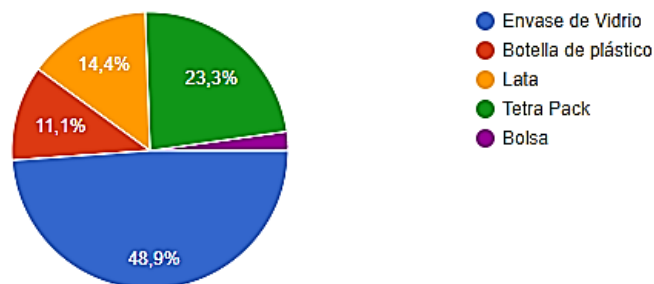


Figura 23.Diferentes envases para la bebida de maíz morado

Li, Lopetcharat , Qiu , Drake (2014) en una investigación sobre la reducción de azúcar en bebidas chocolatadas, obtuvieron resultados similares, los consumidores prefirieron el mensaje sensorial, con los atributos de “reducción de azúcar”, “reducción de grasa y sodio”. Por otra parte, Sorenson & Bogue (2005), investigaron el enfoque del consumidor en la

optimización de bebidas pro bióticas utilizando el análisis de conjunto, determinando que el consumidor prefiere los atributos sensoriales y los saludables, indicando que dentro del atributo sensorial, su categoría “no concentrado”, fue negativamente percibido.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

Se lograron elaborar bebidas con diferentes porcentajes de maíz morado y azúcar. Las diversas concentraciones de maíz morado y azúcar influyeron significativamente sobre los análisis fisicoquímicos (pH y °Brix). Los parámetros de color (L^* y H^*) se vieron influenciados únicamente por la variable azúcar, incrementando la luminosidad y tonalidad en las bebidas. Los compuestos fenólicos totales y las antocianinas monoméricas presentes en la bebida, se vieron influenciados solo por la presencia de maíz, incrementando su contenido a mayores porcentajes de esta variable. El maíz y azúcar solo de manera cuadrática influenciaron la capacidad antioxidante. El azúcar causó diversos cambios, originando degradaciones de antocianinas a altas concentraciones y a valores intermedios incrementó la cap. antioxidante.

El método RATA describió a las bebidas de maíz morado en grupos, muestras 877, 148, 792, 375, 219 y 312 descritas por presentar coloración morada, sabor a chicha morada, dulce y grado de pureza, El segundo grupo está compuesto por las muestras 182, 622 y 471 caracterizadas por ser amargas y acidas. Para análisis de conjunto se observa que las personas buscan una presentación con mensajes sensoriales, buscando bebidas libres de conservantes y colorantes. Así mismo, los consumidores prefieren conservar la presentación clásica de envase de vidrio, seguido por el envase tetra pack, que en presentaciones como lata, plástico y bolsa.

La bebida con 13 % de maíz morado y 5 % de azúcar, logro obtener la mayor aceptación, por parte de los consumidores, logrando reducir el contenido de azúcar en la bebida. Este producto reduce en gran medida los problemas de salud atribuidos al exceso de consumo de azúcar.

5.2.Recomendaciones:

Se necesitan estudios adicionales para determinar el tiempo y la temperatura óptimos para una máxima extracción, así mismo analizar las diversas variedades de maíz morado para obtener el maíz con la mayor cantidad de compuestos bioactivos e investigar la influencia de los ingredientes secundarios (piña, membrillo y canela) sobre las propiedades fisicoquímicas y los compuestos bioactivos.

REFERENCIAS

- Alarcón, C. (2015). Optimización de parámetros de extracción de antocianinas del maíz morado (zea mayz l.) por el método de superficie de respuesta y verificación experimental. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 20-113.
- Alvarez, R. (11 de Mayo de 2018). Los peruanos consumen un vaso de bebidas procesadas diariamente. *RPP*.
- Álvarez, R., Bolívar, N., Garma, P., Tut, J., & Romero, K. (2013). *Actividad antioxidante de cinco variedades de maíz cultivadas en Campeche, México*. México: Universidad Autónoma de Campeche.
- Aoki, H., Kuze, N., & Kato, Y. (2002). Anthocyanins Isolated from Purple Corn (Zea mays L.). *Foods and food ingredients journal of japan*, 41-45.
- Arias, D., Kiyamu, C., Pastor, Y., Reyes, P., & Vallejos, O. (2018). *Planeamiento Estratégico para la Industria del Maíz Peruano*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ashok, I., & Sheeladevi, R. (2014). Biochemical responses and mitochondrial mediated activation of apoptosis on long-term effect of aspartame in rat brain. *Redox Biology*, 820-831.
- Asmat, C. (2016). Agua envasada liderará expansión de industrias de bebidas no alcohólicas. *Scotiabank* , 1-7.
- Auty, S. (1995). *Using conjoint analysis in industrial marketing*. New York: Industrial Marketing Management.
- Azevedo, J., Fernandes, I., Faria, A., Oliveira, J., Fernandez, A., De freitas, V., & Mateus, N. (2010). Antioxidant properties of anthocyanidins, anthocyanidin-3-glucosides and respective portisins. *Food Chemistry*, 518-523.

- Balaswamy, K., Prabhakara, P., Nagender, A., & Satyanarayana, A. (2011). Preparation of Sour Grape (*Vitis Vinifera*) Beverages and Evaluation of their Storage Stability. *Journal of Food Processing & Technology*, 2-4.
- Birkhed, D. (1984). Sugar Content, Acidity and Effect on Plaque pH of Fruit Juices, Fruit Drinks, Carbonated Beverages and Sport Drinks. *Caries Research*, 120-127.
- Bomdespacho, L., Da Silva, B., Guimaraes, J., Ditchfield, C., & Petrus, R. (2018). Cultivar affects the color change kinetics of sugarcane juice. *Journal of Food Science*, 96-101.
- Cámara de comercio de Lima. (2019). Gobierno publica manual de advertencias publicitarias en etiquetas de alimentos industriales. *Flash empresarial*.
- Chaiittianana, R., Sutthanutb, K., & Rattanathongkomc, A. (2017). *Purple corn silk: a potential anti-obesity agent with inhibition on adipogenesis and induction on lipolysis and apoptosis in adipocytes*. Khon Kaen, Thailand: Journal of Ethnopharmacology.
- CocineroPeruano.com. (N.D.). *CocineroPeruano.com*. Obtenido de CocineroPeruano.com: <http://www.cocinero peruano.com/bebidas/104-chicha-morada.html>
- Codex Alimentarius. (2012). *Programa conjunto de la FAO/OMS sobre normas alimentarias*. China: Codex Alimentarius.
- Cordero, A. (2015). *Tipos de azúcar, sucedáneos y edulcorantes artificiales, aplicados en recetas de repostería*. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Cordero, B., Mariño, M., & Torres, K. (2018). *Aceptación de la bebida de maíz morado (zea mays, l.) y aguaymanto (physalis peruviana l.) en la comunidad universitaria de la universidad nacional de educación enrique guzmán y valle*. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle .
- Dawber, J., Brown, D., & Reed, R. (1966). Acid-catalyzed hydrolysis of sucrose: a student study of a reaction mechanism. *Journal of Chemical Education*, 34-35.

- Del-Ponte, Bianca, Anselmi, L., Assuncao, M., Tovo-Rodrigues, L., Munhoz, T., . . . Santos, I. (2018). Sugar consumption and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a birth cohort study. *Journal of Affective Disorders*, 1-25.
- Di Monaco, R., Miele, N., Cabisidan, E., & Cavella, S. (2018). *Strategies to reduce sugars in food*. *Current opinion in food science*: 92-97.
- Díaz, D. (2014). *Estudio comparativo de características nutricionales y fisicoquímicas de algunas bebidas a base de fruta*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Díaz, V. (2016). *Optimización del proceso de extracción de antocianinas aplicado a la elaboración de una bebida de maíz morado (Zea mays.L)*. Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Drust, R., & Wrolstad, R. (2001). Separation and Characterization of Anthocyanins by HPLC. In: *Handbook of Food Analytical Chemistry*. *John Wiley & Sons*, 33-45.
- Duarte, J., Novoa, A., Fallarero, A., Lajolo, F., & Genovese, M. (2006). Antioxidant Activity of Phenolics Compounds From Sugar Cane (*Saccharum officinarum L.*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 187–192.
- Ertan, K., Turkyılmaz, M., & Ozkan, M. (2018). Effect of sweeteners on anthocyanin stability and colour properties of sour cherry and strawberry nectars during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 20-30.
- Filippi, G. (2015). *Propuesta del uso de edulcorante para la reducción de azúcar común en salsa de tomate tipo Ketchup*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Franco-Luesmaa, E., Sáenz-Navajas, M.-P., Valentin, D., Ballester, J., Rodrigues, H., & Ferreira, V. (2016). Study of the effect of H₂S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*, 152-160.
- Fuleki, T., & Francis, F. (1968). Quantitative methods for anthocyanins.2.Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *J.Food.Science*, 33:78-82.

- Garrido, J., & Caviedes, M. (2014). *Evaluación de métodos no térmicos sobre la estabilidad de las antocianinas del maíz morado (Zea Mays L.) frente a temperatura de pasteurización*. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *SciELO*, 27-36.
- Giacalone, D., & Ingholt, P. (2016). *Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproductibility at assessor, attribute and panel level*. Dinamarca: Elsevier.
- Giusti, M., & Wrolstad, E. (2000). *Characterización and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy*. John Wiley & Sons, Inc.
- Godoy, C. (2017). *Composición bioactiva de materiales lignocelulósicos: Determinación de compuestos fenólicos y elagitaninos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas mediante técnicas analíticas diversas*. España: Universidad de Extremadura.
- Gorriti, A., Arroyo, J., Negron, L., Jurado, B., Purizaca, H., Santiago, I., . . . Quispe, F. (2009). *Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (Zea maysL.): Método de extracción*. Perú: Universidad Mayor de San Marcos.
- Gowd, V., Jia, Z., & Chen, W. (2017). Anthocyanins as promising molecules and dietary bioactive components against diabetes e A review of recent advances. *Trends in Food Science & Technology* , 1-13.
- Gutiérrez, E., Ambriz, D., Leyva, N., Castillo, R., & Basilo, J. (2016). Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 87-100.
- Gutiérrez, L., Vuorinen, A. L., Kallio, H., & Yang, B. (2017). Improved analysis of anthocyanins and vitamin C in blue-purple potato cultivars. *Food chemistry*, 1-36.

- Harakot, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scot, M., & Lertrat, K. (2014). La actividad de antocianina, fenólicos y antioxidantes en el maíz ceroso púrpura se ve afectado por la cocción tradicional. *Food Chemistry*, Thailand.
- Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Paul Scott, M., & Lertrat, K. (2014). Anthocyanin, phenolics and antioxidant activity changes in purple waxy corn as affected by traditional cooking. *ELSEVIER*, 510-517.
- Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scott, M. P., & Lertrat, K. (2014). Anthocyanins and antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages. *Journal of Functional Foods*, 109-118.
- Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scott, M. P., & Lertrat, K. (2014). Anthocyanins and antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages. *Journal of Functional Foods*.
- Hilty, F. (2017). New Strategies For Masking And Modifying Flavor. *Prepared Foods*, 30-35.
- Howard, L., Castrodale, C., Brownmiller, C., & Mauromoustakos, A. (2010). Jam Processing and Storage Effects on Blueberry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 4022–4029.
- Huaman, C. (2017). *Caracterización de los compuestos fenólicos del germoplasma de maíz (zea mays l.) nativo de la región Arequipa, Perú*. Lima: Universidad nacional agraria.
- INIA. (2018). *Procedimientos para el análisis químico del ají en la INIA*. Perú: INIA.
- Inkanat. (22 de 01 de N.D.). *Inkanat*. Obtenido de Inkanat: 2019
- Iversen, C. (1999). Black Currant Nectar: Effect of processing and storage on anthocyanin and ascorbic acid content. *Journal of Food Science*, 37-41.
- Jaeger, S. R., Lee, S. M., Kim, K.-O., Chheang, S. L., & Roigard, C. M. (2018). TA and RATA questions for product-focused emotion research: Five case studies using emoji questionnaires. *Food Quality and Preference*, 342-348.

- Jaeger, S., & Ares, G. (2015). *RATA questions are not likely to bias hedonic scores*. Nueva Zelanda: Elsevier.
- Janket, S., Manson, J., Sesso, H., Buring, J., & Liu, S. (2003). A Prospective Study of Sugar Intake and Risk of Type 2 Diabetes in Women. *Janket and Associates*, 1008-1015.
- Jiao, Y., Zhang, Y., He, Z., Zhai, W., Gong, H., & Yang, Z. (2015). Effect of Ferulic Acid on the Formation of Pyranoanthocyanins from Purple Corn (*Zea mays* L.) Cob in a Model System and Their Effects on Color. *International Journal of Food Properties*, 847-858.
- Jiao, Y., Zhang, Y., He, Z., Zhai, W., Gong, H., & Yang, Z. (2015). Effect of Ferulic Acid on the Formation of Pyranoanthocyanins from Purple Corn (*Zea mays* L.) Cob in a Model System and Their Effects on Color. *International Journal of Food Properties*, 847-858.
- Jing, P., & Giusti, M. (2007). Effects of extraction conditions on improving the yield and quality of an anthocyanin-rich purple corn (*Zea mays* L.) color extract. *Journal of Food Science* .
- Kendig, M. D. (2014). *Cognitive and behavioural effects of sugar consumption in rodents. A review* . Sydney : Elsevier.
- Khosravi, P., Del Castillo, A., & Pérez, G. (2008). Angiogénesis neoplásica. *SciELO*, 366-369.
- Kopjar, M., & Pilizota, V. (2011). Prevención de degradación termal de antocianinas en zumo de mora con adición de diferentes azúcares. *Journal of Food*, 237-242.
- Kopjar, M., & Pilizota, V. (2011). Prevention of thermal degradation of anthocyanins in black berry juice with addition of different sugars. *Journal of Food*, 237-242.
- Kopjar, M., Jakšić, K., & Piližota, V. (2011). Influence of sugars and chlorogenic acid addition on anthocyanin content, antioxidant activity and color of blackberry juice during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1745-4549.

- Krifi, B., Chouteau, F., Boudrant, J., & Metche, M. (2000). Degradation of anthocyanins from blood orange juices. *International Journal of Food Science and Technology*, 275-283.
- Krifi, F., Chouteau, J., Bondurant, J., & Metche, M. (2000). International journal of food science and technology . *Degradation of anthocyanins from blood orange juices* .
- La república. (24 de 10 de 2013). Huaca Pucllana: descubren restos de un adulto y un niño con 1.000 años de antigüedad. *La república*.
- Lao, F., & Giusti, M. (2015). Quantification of Purple Corn (*Zea mays* L.) Anthocyanins Using Spectrophotometric and HPLC Approaches: Method Comparison and Correlation. *Food Analytical Methods*, 1367-1380.
- Lavado, P. (12 de 05 de 2018). La subida del ISC a las bebidas azucaradas. *El Comercio*.
- Li, X., Lopetcharat, K., Qiu, Y., & Drake, M. (2014). Sugar reduction of skim chocolate milk and viability of alternative sweetening through lactose hydrolysis. *Journal of Dairy Science*, 1455-1466.
- Loyola, N., Urra, V., & Acuña, C. (2016). Development of a distilled-like alcoholic drink from blueberry (*Vaccinium corymbosum*) cv. Brigitta, and sensory analysis. *Agroindustry and Food Science* , 1-8.
- Luna-Vital, D., Li, Q., West, L., West, M., & Gonzalez de Mejia, E. (2017). Las formas condensadas de antocianina no afectan el color ni la estabilidad química de los extractos de pericarpio de maíz morado almacenados a diferentes pH. *Food Chemistry*, 1-31.
- Malhotra, N. (2008). *Investigación de mercados*. México: Pearson.
- Manrique, A. (1995). *El maíz morado Peruano*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura-INIA.
- Marpaung, A., Handoko, S., & Kartawiria, I. (2018). Effect of sucrose on pH and thermal stability of anthocyanin, total phenolic content, and antioxidant activity of senduduk (*Melastoma malabathricum*) fruit extract. *AIP Publishing*, 2-6.

- Mazewski, C., Liang, K., & Gonzalez de Mejia, E. (2017). Inhibitory potential of anthocyanin-rich purple and red corn extracts on human colorectal cancer cell proliferation in vitro. *Journals of Functional Foods*, 254-265.
- McCain, H., Kaliappan, S., & Drake, M. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 1-22.
- Medina, L. (2015). *Determinación de parámetros óptimos en la extracción de sólidos solubles de la coronta de maíz morada (Zea mays L.) de la variedad INIA 615-Negro Canaán, por lixiviación*. Huamanga ,Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Mendoza, C., Mendoza, M., Delgado, A., Castillo, F., Kato, T., & Cruz, S. (2017). Antocianinas totales y parámetros de color en líneas de maíz morado. *Rev. Fitotec. Mex.*, 1-10.
- Miele, N., Monaco, R., Dell'Amura, F., Rega, M., Picone, D., & Cavella, S. (2017). sweet proteins in agar-based gels. *Journal of texture study*, 103-113.
- MINAGRI. (2019). *Plan Nacional de Cultivos*. Perú.
- Ministerio de Salud. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30021, Ley de Promoción de la Alimentación Saludable. *El Peruano*.
- Moriano, M., & Alamprese, C. (2017). Honey, trehalose and erythritol as sucrose-alternative sweeteners for artisanial ice creams.A pillot study. *Food science technology*, 329-334.
- Mukherjee, A., & Chakrabarti, J. (1997). In vivo cytogenetic studies on mice exposed to acesulfame-K—A non-nutritive sweetener. *Food and Chemical Toxicology* , 1177-1179.
- Muñoz, Ó., Torres, G., Núñez, J., De la Rosa, L., Rodrigo, J., Ayala, F., & Álvarez, E. (2017). Nuevo acercamiento a la interacción del reactivo de folin-ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23-28.

- Nikkah, E., Khayamy, M., Heidari, R., & Jamee, R. (2007). Effects of sugar treatment on the stability of Anthocyanin Pigments in Berries. *Journal of Biological Science*, 1412-1417.
- Olguín, M., Posadas, M., Revelant, C., Labourdette, V., Marinozzi, D., Venezia, M., & Zingale, M. (2015). *Efectos del consumo elevado de fructosa y sacarosa sobre parámetros metabólicos*. Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- OMS. (2012). *Nota informativa sobre la ingesta de azúcares recomendada en la directriz de la OMS para adultos y niños*. Suiza: Departamento para la Salud y Desarrollo.
- Otemuyiwa, I., Williams, M., & Adewusi, S. (2017). Antioxidant activity of health tea infusions and effect of sugar and milk on in-vitro availability of phenolics in tea, coffee and cocoa drinks. *Nutrition & Food Science*, 30-45.
- Palazzo, A., & Bolini, H. (2013). Multiple time–intensity analysis: Sweetness, Bitterness, Chocolate Flavor and Melting Rate of Chocolate with Sucralose, Rebaudioside and Neotame. *Journal of sensory studies*, 21-32.
- Payet, B., Cheong, A., & Smadja, J. (2006). Comparison of the Concentrations of Phenolic Constituents in Cane Sugar Manufacturing Products with Their Antioxidant Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7270–7276.
- Perea, X. (2013). *Análisis de compuestos fenólicos y valoración de la bioactividad de extractos de testa de Jatropha curcas L. no tóxica*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Pereira, S., Fernández, B., Lorenzana, R., Barreal, M., & Flores, G. (2015). Consejos para un buen ensilado de maíz. *Centro de Investigaciones Agrarias de Magebondo*.
- Pinedo, R. (2015). *Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (Zea Mayz L.) en la localidad de Canaán-Ayacucho*. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Scielo*, 1-14.

- RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. España: Asociación de Academias de la Lengua Española.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic.Biol.Med.*, 1231-1237.
- Reglero, G. (2011). *CONCEPTOS BÁSICOS. IMPORTANCIA DEL AS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. Madrid: Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL) .
- Restrepo, G. (2012). Sinergia entre Edulcorantes No Calóricos y el Acido Fumárico. *Panorama*, 208-237.
- Reyes, M., Gómez, I., & Espinoza, C. (2017). Tablas Peruanas de composición de alimentos . *Instituto Nacional de Salud*.
- Rugiero, L. (2017). *Cuantificación de antioxidantes contenidos en el café (Coffea Arabica) verde y tostado procedente de veracruz*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Saikaew, K., Lertrat, K., Meenune, M., & Tangwongchai, R. (2017). El efecto del procesamiento a alta presión sobre el color, los contenidos fitoquímicos y las actividades antioxidantes del grano de maíz ceroso púrpura (*Zea Mays L.*). *Food Chemistry*.
- Salinas, Y., Pérez, J., Vázquez, G., Aragón, F., & Velázquez, G. (2012). Antocianinas y actividad antioxidante en maíces (*Zea mays L.*) de las razas chalqueño, elotes cónicos y bolita. *SciELO*, 18-39.
- Salinas, Yolanda; Cruz, Francisco; Díaz, Silvia; Castillo, Fernando. (2012). Granos de maíces pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutracéutico. *SciELO*, Mexico.

- Shalaby, E., Mahmoud, G., & Shanab, S. (2016). Suggested mechanism for the effect of sweeteners on radical scavenging activity of phenolic compounds in black and green tea. *Taylor & Francis*, 2155-3777.
- Singleton, V., & Rosi, J. (1965). Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 144-158.
- Sokół, A., Kucharska, A., Szumny, A., Winska, K., & Nawirska, A. (2018). Phenolic Composition Stability and Antioxidant Activity of Sour Cherry Liqueurs. *Molecules*, 2-16.
- Sorenson, D., & Bogue, J. (2005). A conjoint-based approach to concept optimisation: probiotic beverages. *British Food Journal*, 870 - 883.
- Takhtajan, A. (1980). Outline of classification of flowering plants (Magnoliophyta). *The Botanical Review*, 225-226.
- Terrones, J., & Díaz, L. (2016). *Métodos de extracción del colorante Zea maíz L (Maíz morado) para la elaboración de una bebida saludable*. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Torres, A. (2018). *Determinación de compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante de extractos de orujo (epicarpo) de vitis vinífera l. var.italia y negra criolla de residuos vitivinícolas como fuente de principios bioactivos aprovechables*. Perú: Universidad San Agustín.
- Universidad de Chile. (ND de ND de ND). *INTA*. Obtenido de INTA: <https://inta.cl/laboratorio/analisis-y-evaluacion-sensorial/>
- Valencia, C. E., & Guevara, A. (2013). Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Scielo*, 23-28.
- Valera, B. (1945). *La costumbres antiguas del Perú y la historia de los incas (siglo XVI)*. D.Miranda : Lima,Perú .

- Vera de Rosso, V., & Mercadante, A. (2007). Evaluation of color and stability of anthocyanins from tropical fruits in an isotonic soft drink system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 347-352.
- Vilca, M. (2014). *Estado actual y perspectivas del uso de edulcorantes en bebidas alimenticias*. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Villegas, X., Ruíz, H., & Bárcenas, M. (2010). Tecnologías de enmascaramiento del sabor amargo en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 27-36.
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M., Munawaroh, H., & Ramelan, A. (2016). The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant. *IOP Publishing*.
- Wrolstad, R., Skrede, G., Lea, P., & Enersen, G. (1990). Influence of sugar on anthocyanin pigment stability in frozen strawberries. *Journal of Food Science*, 1064-1066.
- Yauvana. (N.D.). *Yauvana*. Obtenido de Yauvan.
- Zapata, S. (2009). *Diccionario de gastronomía peruana tradicional*. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres.

ANEXOS

Anexos 1. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para pH

ANOVA; Var.: Brix; R-sqr=.27254; Adj.: 03005 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 21 Runs; MS Pure Error=.0022727 DV: Brix

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	0.515809	1	0.515809	226.9558	0.000000
Maíz (Q)	0.309390	1	0.309390	136.1318	0.000000
(2)Azúcar (L)	0.000858	1	0.000858	0.3775	0.551458
Azúcar (Q)	0.189874	1	0.189874	83.5447	0.000002
1L by 2L	0.000000	1	0.000000	0.0000	1.000000
Lack of Fit	2.353459	4	0.588365	258.8805	0.000000
Pure Error	0.025000	11	0.002273		
Total SS	3.269524	20			

Regr. Coefficients; Var.: Brix; R-sqr=.27254; Adj.: 03005 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 21 Runs; MS Pure Error=.0022727 DV: Brix

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	1.360000	0.021320	63.78966	0.000000	1.313075	1.406925
(1)Maíz (L)	0.179550	0.011918	15.06505	0.000000	0.153318	0.205782
Maíz (Q)	0.173125	0.014838	11.66755	0.000000	0.140467	0.205784
(2)Azúcar (L)	0.007322	0.011918	0.61438	0.551458	-0.018910	0.033554
Azúcar (Q)	0.135625	0.014838	9.14028	0.000002	0.102967	0.168284
1L by 2L	0.000000	0.016855	0.00000	1.000000	-0.037098	0.037098

Anexos 2. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para ° Brix

ANOVA; Var.: pH; R-sqr=.95817; Adj.: 94323 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0002773 DV: pH

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	0.008930	1	0.008930	32.2057	0.000143
Maíz (Q)	0.027344	1	0.027344	98.6166	0.000001
(2)Azúcar (L)	0.000271	1	0.000271	0.9777	0.344027
Azúcar (Q)	0.102608	1	0.102608	370.0621	0.000000
1L by 2L	0.002450	1	0.002450	8.8361	0.012687
Lack of Fit	0.001980	3	0.000660	2.3807	0.125270
Pure Error	0.003050	11	0.000277		
Total SS	0.120255	19			

Regr. Coefficients; Var.: pH; R-sqr=.95817; Adj.: 94323 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0002773 DV: pH

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	4.650000	0.008326	558.5080	0.000000	4.631675	4.668325
(1)Maíz (L)	0.023624	0.004163	5.6750	0.000143	0.014462	0.032787
Maíz (Q)	-0.054688	0.005507	-9.9306	0.000001	-0.066808	-0.042567
(2)Azúcar (L)	0.004116	0.004163	0.9888	0.344027	-0.005046	0.013279
Azúcar (Q)	-0.105938	0.005507	-19.2370	0.000000	-0.118059	-0.093817
1L by 2L	0.017500	0.005887	2.9726	0.012687	0.004542	0.030458

Anexos 3. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para L*

ANOVA; Var.:L*; R-sqr=.9625; Adj.:94911 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.000186 DV: L*

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	0.595773	1	0.595773	3202.688	0.000000
Maíz (Q)	0.021202	1	0.021202	113.977	0.000000
(2)Azúcar (L)	0.000761	1	0.000761	4.089	0.068179
Azúcar (Q)	0.000292	1	0.000292	1.572	0.235864
1L by 2L	0.000780	1	0.000780	4.194	0.065216
Lack of Fit	0.022147	3	0.007382	39.685	0.000003
Pure Error	0.002046	11	0.000186		
Total SS	0.645223	19			

Regr. Coefficients; Var.:L*; R-sqr=.9625; Adj.:94911 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.000186 DV: L*

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	8.322750	0.006820	1220.433	0.000000	8.307741	8.337760
(1)Maíz (L)	-0.192966	0.003410	-56.592	0.000000	-0.200471	-0.185461
Maíz (Q)	0.048156	0.004511	10.676	0.000000	0.038228	0.058084
(2)Azúcar (L)	0.006895	0.003410	2.022	0.068179	-0.000610	0.014399
Azúcar (Q)	0.005656	0.004511	1.254	0.235864	-0.004272	0.015584
1L by 2L	0.009875	0.004822	2.048	0.065216	-0.000738	0.020488

Anexos 4. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para C*

ANOVA; Var.:C*; R-sqr=.79862; Adj.:7267 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0003212 DV: C*

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	6.12104	1	6.121043	19053.83	0.000000
Maíz (Q)	4.33954	1	4.339537	13508.29	0.000000
(2)Azúcar (L)	1.14234	1	1.142338	3555.92	0.000000
Azúcar (Q)	0.32422	1	0.324222	1009.25	0.000000
1L by 2L	4.71706	1	4.717056	14683.44	0.000000
Lack of Fit	4.14403	3	1.381343	4299.90	0.000000
Pure Error	0.00353	11	0.000321		
Total SS	20.59563	19			

Regr. Coefficients; Var.:C*; R-sqr=.79862; Adj.:7267 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0003212 DV: C*

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	21.33725	0.008962	2380.932	0.000000	21.31753	21.35698
(1)Maíz (L)	0.61852	0.004481	138.036	0.000000	0.60866	0.62838
Maíz (Q)	-0.68894	0.005928	-116.225	0.000000	-0.70199	-0.67589
(2)Azúcar (L)	-0.26720	0.004481	-59.632	0.000000	-0.27706	-0.25734
Azúcar (Q)	-0.18831	0.005928	-31.769	0.000000	-0.20136	-0.17527
1L by 2L	-0.76787	0.006337	-121.175	0.000000	-0.78182	-0.75393

Anexos 5. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para H*

ANOVA; Var.: pH; R-sqr= .47984; Adj.: 29407 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error= .0000682 DV: pH

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	0.013191	1	0.013191	193.4702	0.000000
Maíz (Q)	0.000258	1	0.000258	3.7846	0.077723
(2)Azúcar (L)	0.000065	1	0.000065	0.9464	0.351544
Azúcar (Q)	0.000151	1	0.000151	2.2132	0.164933
1L by 2L	0.000450	1	0.000450	6.6000	0.026095
Lack of Fit	0.014426	3	0.004809	70.5250	0.000000
Pure Error	0.000750	11	0.000068		
Total SS	0.029175	19			

Regr. Coefficients; Var.: pH; R-sqr= .47984; Adj.: 29407 (Spreadsheet7) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error= .0000682 DV: pH

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	3.500000	0.004129	847.7421	0.000000	3.490913	3.509087
(1)Maíz (L)	0.028713	0.002064	13.9094	0.000000	0.024170	0.033257
Maíz (Q)	0.005313	0.002731	1.9454	0.077723	-0.000698	0.011323
(2)Azúcar (L)	0.002008	0.002064	0.9728	0.351544	-0.002535	0.006552
Azúcar (Q)	0.004063	0.002731	1.4877	0.164933	-0.001948	0.010073
1L by 2L	0.007500	0.002919	2.5690	0.026095	0.001075	0.013925

Anexos 6. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para Ac.Antioxidante

ANOVA; Var.: ABTS; R-sqr= .66565; Adj.: 54624 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error= .0804121 DV: ABTS

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	1.93738	1	1.93738	24.0932	0.000465
Maíz (Q)	0.88591	1	0.88591	11.0171	0.006841
(2)Azúcar (L)	11.74102	1	11.74102	146.0106	0.000000
Azúcar (Q)	4.98669	1	4.98669	62.0141	0.000008
1L by 2L	0.68665	1	0.68665	8.5391	0.013883
Lack of Fit	11.05277	3	3.68426	45.8172	0.000002
Pure Error	0.88453	11	0.08041		
Total SS	35.70318	19			

Regr. Coefficients; Var.: ABTS; R-sqr= .66565; Adj.: 54624 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error= .0804121 DV: ABTS

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	46.94567	0.141785	331.1044	0.000000	46.63361	47.25774
(1)Maíz (L)	0.34798	0.070893	4.9085	0.000465	0.19194	0.50401
Maíz (Q)	0.31128	0.093782	3.3192	0.006841	0.10487	0.51770
(2)Azúcar (L)	-0.85663	0.070893	-12.0835	0.000000	-1.01266	-0.70060
Azúcar (Q)	-0.73853	0.093782	-7.8749	0.000008	-0.94494	-0.53211
1L by 2L	-0.29297	0.100257	-2.9222	0.013883	-0.51363	-0.07230

Anexos 7. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para C.Fenólicos Totales

ANOVA; Var.: Fenoles; R-sqr=.31047; Adj.:.0642 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=8613.952 DV: Fenoles

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	15909.9	1	15909.93	1.846995	0.201345
Maíz (Q)	263.1	1	263.08	0.030542	0.864442
(2)Azúcar (L)	2324.2	1	2324.20	0.269818	0.613745
Azúcar (Q)	26466.0	1	26465.96	3.072453	0.107416
1L by 2L	28203.1	1	28203.13	3.274121	0.097760
Lack of Fit	87256.8	3	29085.58	3.376567	0.058136
Pure Error	94753.5	11	8613.95		
Total SS	263961.1	19			

Regr. Coefficients; Var.: Fenoles; R-sqr=.31047; Adj.:.0642 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=8613.952 DV: Fenoles

	Regressn	Std.Err.	t(11)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	301.0840	46.40569	6.48808	0.000045	198.946	403.2223
(1)Maíz (L)	31.5337	23.20287	1.35904	0.201345	-19.535	82.6029
Maíz (Q)	5.3642	30.69458	0.17476	0.864442	-62.194	72.9226
(2)Azúcar (L)	12.0525	23.20287	0.51944	0.613745	-39.017	63.1217
Azúcar (Q)	-53.8027	30.69458	-1.75284	0.107416	-121.361	13.7556
1L by 2L	-59.3750	32.81378	-1.80945	0.097760	-131.598	12.8476

Anexos 8. Tabla de ANOVA y coeficientes de regresión para Antocianinas Monoméricas

ANOVA; Var.: pH diferencial; R-sqr=.7221; Adj.:.62285 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=47205.51 DV: pH diferencial

	SS	df	MS	F	p
(1)Maíz (L)	3278337	1	3278337	69.44818	0.000004
Maíz (Q)	46846	1	46846	0.99238	0.340570
(2)Azúcar (L)	1733017	1	1733017	36.71217	0.000082
Azúcar (Q)	329592	1	329592	6.98207	0.022896
1L by 2L	8476	1	8476	0.17955	0.679925
Lack of Fit	1640298	3	546766	11.58267	0.000992
Pure Error	519261	11	47206		
Total SS	7770994	19			

Regr. Coefficients; Var.: pH diferencial; R-sqr=.7221; Adj.:.62285 (Spreadsheet40) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=154254.2 DV: pH diferencial

	Regressn	Std.Err.	t(14)	p	-95.%	+95.%
Mean/Interc.	1121.348	196.3760	5.71021	0.000054	700.163	1542.533
(1)Maíz (L)	452.655	98.1881	4.61008	0.000405	242.062	663.248
Maíz (Q)	71.581	129.8909	0.55108	0.590264	-207.008	350.169
(2)Azúcar (L)	329.111	98.1881	3.35184	0.004747	118.518	539.703
Azúcar (Q)	-189.867	129.8909	-1.46174	0.165894	-468.455	88.722
1L by 2L	32.550	138.8588	0.23441	0.818061	-265.273	330.372