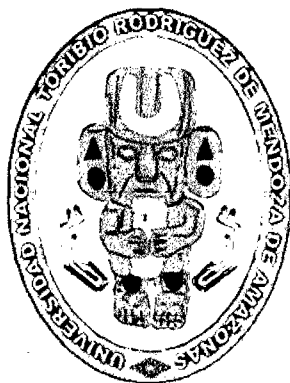


**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE *Zea maíz l.* (MAIZ
MORADO) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SALUDABLE**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

AGROINDUSTRIAL

Autores: Bach. Jaiver Lenin Terrones Gómez
Bach. Leydy Francisca Díaz Santillán.

Asesor: Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva

CHACHAPOYAS – PERÚ

2016



18 MAR 2016

DEDICATORIA

A Dios, quien me dio la fortaleza, salud, sabiduría, y la esperanza para elaborar la tesis, a mis padres quienes son las personas más importantes en mi vida, por lo que siempre estuvieron día a día conmigo, en los malos y en los buenos momentos, brindándome su amor su cariño, ayuda incondicional, supieron comprenderme y darme esas fuerzas para surgir, enfrentando las adversidades, los obstáculos frente a una sociedad intolerante.

Jaiver Lenin Terrones Gómez

La presente investigación la dedico principalmente a Dios, quien me dio la fuerza, salud y sabiduría para la realización de esta investigación, a mi hija quien es el motivo para seguir adelante en mi vida, a mi padre por su apoyo incondicional

Leydy Francisca Díaz Santillán.

AGRADECIMIENTO

Como parte de nuestra fe iniciamos el agradecimiento a Dios todo poderoso.

A nuestro asesor el Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva, quien con su conocimiento, tiempo, paciencia e interés hicieron posible la culminación de este tesis.

Nuestro más amplio y agradecimiento a todo el personal docente y técnicos de laboratorio de la UNTRM-A por su apoyo, y su paciencia durante la parte de análisis y de proceso en la presente investigación.

A los diferentes profesionales por el apoyo incondicional brindado en la realización del presente trabajo de investigación.

A la universidad y maestros, por darnos la oportunidad de aprender y forjarnos como profesionales.

LOS AUTORES

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

**Ph. Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADEMICO (e)**

**Dr. MARIA NELLY LUJAN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN (e)**

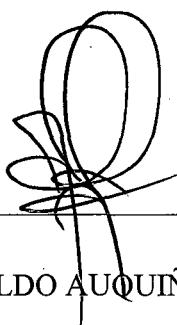
**Ing. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo. Ing. ERICK ALDO AUQUINIVIN SILVA, docente de la UNTRM-Amazonas, hace constar que ha asesorado el proyecto tesis titulada: **“MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DEL ZEA MAIZ L. MAÍZ MORADO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SALUDABLE”**, Presentado por los Bachilleres JAIVER LENIN TERRONES GÓMEZ y LEYDY FRANCISCA DIAZ SANTILLÁN.

Habiendo revisado el informe final de la tesis en mención doy la conformidad y el visto bueno dándole pase para ser revisada por los miembros del jurado, comprometiéndose a realizar el levantamiento de observaciones junto a los tesisistas que se presenten en la revisión y para su posterior sustentación.

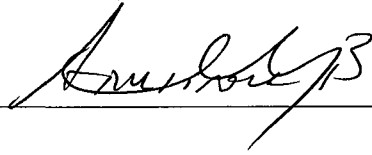
Chachapoyas 29 de enero de 2016



Ing. ERICK ALDO AUQUINIVIN SILVA

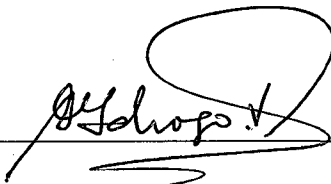
Asesor de tesis

JURADO EVALUADOR




Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí

PRESIDENTE



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

SECRETARIO



Ing. Mpr. Lizette Daniana Méndez Fasabi

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de ENERO del año 2016, siendo las 2:30pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: ING. MgSc. ARMSTRONG BONARD FERNÁNDEZ JERI

Secretario: ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

Vocal: ING. Mpr. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller,

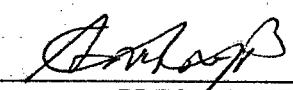
don(ña) BACH. JAIVER LENEN TERRONES GOMEZ

titulado "MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE MAIZ MORADO (Zea Mays L) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SALUDABLE"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

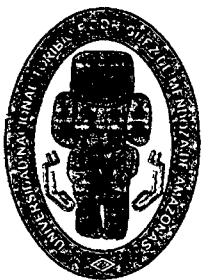
Siendo las 4:00pm horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

Form6- T



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de ENERO del año 2016, siendo las 2:30 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: ING. MgSc. ARNSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

Secretario: ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

Vocal: ING. Mpr. LIZETTE DANFANA MENDEZ TASABI

para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por el(la) bachiller,

don(ña) BACH. LEYDY FRANCISCA DÍAZ SANTILLÁN

titulado "METODOS DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE

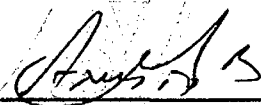
MAIZ MORADO (200 MAJS L.) PARA LA ELABORACIÓN

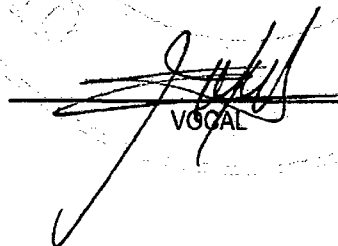
DE UNA BEBIDA SALUDABLE"

Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la **APROBACIÓN (X)**, **DESAPROBACIÓN ()** por mayoría () por unanimidad (X), en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

Siendo las 4:00 pm horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

Form 6-T

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JUARADO EVALUADOR.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	ix
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades sobre <i>Zea mays L.</i> (maíz morado).....	2
Descripción.....	2
Características-propiedades.....	4
1.2. Colorantes extraídos del maíz morado.....	6
1.3. Factores que alteran la estabilidad de las antocianinas.....	8
Efecto del Ph.....	9
Efecto de la temperatura.....	10
Efecto del agua.....	10
Efecto de la copigmentación.....	11
Efecto del agua.....	11
Efecto del oxígeno.....	12
1.4. Métodos de extracción del maíz morado.....	12
Maceración.....	12
Cocción.....	13
Lixiviación.....	14
1.5. Propiedades de la antocianina.....	14

1.6. Efectos beneficiosos de las antocianinas en el organismo	16
1.7. Producción y consumos de maíz morado	17
1.8. Bebida saludable de maíz morado	18
Producto final	18

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución	21
2.2. Materia prima	21
2.3. Análisis previos	21
2.4. Extracción del colorante	22
Maceración	22
Cocción	23
Lixiviación	24
Descripción del flujo de operaciones para la extracción del pigmento óptimo por maceración	25
Descripción del flujo de operaciones de extracción del pigmento óptimo para la elaboración de una bebida saludable	27
2.5. Análisis estadístico y organoléptico	29

III. RESULTADOS

3.1. Análisis biométricos	31
3.2. Análisis proximal de la materia prima	31
3.3. Composición del pigmento extraído	32
3.4. Absorbancia del pigmento extraído	32
3.5. Proporciones	32
3.6. Rendimiento	33
3.7. Absorbancia del pigmento extraído luego de las proporciones	34
3.8. Extracción de antocianinas en diferentes tratamientos	35
3.9. Análisis organoléptico de las dos temperaturas	39
3.10. Análisis organoléptico de las tres diluciones	40
3.11. Grado de aceptación del producto	43

3.12. Evaluación estadística de los supuestos del diseño en bloques	
completamente al azar DBCA.....	44
IV. DISCUSIONES	47
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características del maíz morado.....	5
Tabla 2. Sustituyentes de las antocianinas.....	7
Tabla 3. Composición fisicoquímica de la coronta y grano de maíz morado 100g de la parte comestible.....	15
Tabla 4. Producción actual del maíz morado en Amazonas.....	17
Tabla 5. Composición porcentual de la bebida saludable.....	19
Tabla 6. Composición nutricional de la bebida saludable.....	19
Tabla 7. Claves de los diferentes tratamientos.....	30
Tabla 8. Valores biométricos de la materia prima.....	31
Tabla 9. Valores de humedad de la materia prima.....	31
Tabla 10. Valores de fibra de la materia prima.....	31
Tabla 11. Valores de cenizas de la materia prima.....	31
Tabla 12. Composición química del pigmento extraído.....	32
Tabla 13. Valores de absorbancia del primer pigmento extraído.....	32
Tabla 14. Proporcione para la extracción del pigmento.....	32
Tabla 15. Cantidades de colorante obtenidas en la primera extracción.....	33
Tabla 16. Valores de absorbancia del pigmento extraído.....	34
Tabla 17. Valores de extracción de antocianinas a diferentes factores.....	36
Tabla 18. Valores del primer análisis organoléptico.....	39
Tabla 19. Valores del segundo análisis organoléptico.....	40
Tabla 20. Valores promedio del aspecto del pigmento del maíz morado.....	41
Tabla 21. Valores promedio del sabor del pigmento del maíz morado.....	42
Tabla 22. Valores promedio de la textura del pigmento del maíz morado.....	42
Tabla 23. Valores promedio del olor del pigmento del maíz morado.....	42
Tabla 24. Valores promedio de la impresión general del pigmento del maíz morado.....	43
Tabla 25. Valores estadísticas de la primera prueba organoléptica en los tres métodos..	45
Tabla 26. Valores estadísticos de la prueba organoléptica en tres diluciones.....	45

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planta del maíz morado.....	4
Figura 2. Mazorcas de maíz morado	6
Figura 3. Estructura química y sustituyentes de las antocianinas	6
Figura 4. Estructura de las antocianinas a diferentes valores de pH. Donde $R_1 = H$ o glúcidos R_2 y $R_3 = H$ o metilo.....	10
Figura 5. Presentación del producto final.....	20
Figura 6. Diagrama de flujo general de operaciones para la extracción del pigmento óptimo por maceración	26
Figura 7. Diagrama de flujo general de operaciones para la obtención del colorante óptimo para la elaboración de la bebida saludable	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Desglose de calorías	20
Gráfico 2. Extracción del colorante por cocciones	32
Gráfico 3. Extracción del colorante por maceración	32
Gráfico 4. Cocción con maíz desgranado	33
Gráfico 5. Cocción con maíz entero	34
Gráfico 6. Macerado	34
Gráfico 7. Extracción de antocianina con diferentes factores (pH3).....	35
Gráfico 8. Extracción de antocianina con diferentes factores (pH5).....	36
Gráfico 9. Colorante extraído vs. Temperatura	36
Gráfico 10. Colorante extraído vs. Tiempo	37
Gráfico 11. Colorante extraído vs. pH.....	37
Gráfico 12. Valores organolépticos de las dos temperaturas.....	37
Gráfico 13. Valores del análisis organoléptico de las tres diluciones	38
Gráfico 14. Grado de aceptación del producto	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA Y DEL COLORANTE	56
Anexo 1.1.Método para la determinación de la humedad	56
Anexo 1.2.Método para la determinación del pH.....	56
Anexo 1.3.Método para la determinación de la acidez titulable	56
Anexo 1.4.Método para la determinación de cenizas.....	57
Anexo 1.5. Método para la determinación de fibras.....	57
Anexo 1.6.Método para medir la absorbancia.....	58
ANEXO 2: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LOS TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN MEDIANTE SUS ABSORBANCIAS	59
Anexo 2.1.Análisis de varianza univariante	59
Anexo 2.2.Prueba de post hoc	60
ANEXO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA ORGANOLÉPTICA CON DOS TEMPERATURAS	66
Anexo 3.1.Prueba de T-Student.....	66
Anexo 3.2.Prueba de muestras independientes	67
ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA ORGANOLÉPTICA CON DE LAS TRES DILUCIONES	69
Anexo 4.1.Valores de la prueba kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de las muestras usadas	69
Anexo 4.2.Prueba de homogeneidad de varianzas	70
Anexo 4.3.Análisis de varianza Univariante	70
Anexo 4.4.Prueba de los efectos inter-sujetos.....	72
Anexo 4.5.Informe de las pruebas anteriores	80

ANEXO 5: BALANCE DE MATERIA.....	82
Anexo 5.1.Balance de materia para la extracción del colorante de <i>Zea maíz L.</i> “Maíz morado”. Segunda experiencia de extracción-con pH= 3, T= 80°C, tiempo= 120 min	82
ANEXO 6: GRADO DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	83
Anexo 6.1.Resultados de aceptación del producto por 32 panelistas	83
ANEXO 7: COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO FINAL	84
Anexo 7.1.Costos de producción para la obtención de una bebida saludable de <i>Zea maíz L.</i> “Maíz morado”	84
ANEXO 8	85
Anexo 8.1.Fotografías de la ejecución de la tesis	85

RESUMEN

Se describe diversos pasos a fin de elegir el método y las mejores condiciones de extracción del colorante de antocianina para la elaboración de una bebida saludable.

Tras realizar los análisis fisicoquímicos de la materia prima, se procedió a extraer el colorante con tres métodos, cocción con maíz entero, cocción con maíz desgranado ambas a temperaturas de 60, 70 y 80°C por 120 min y el tercer método por maceración, con 20 y 50°C con un tiempo de 24horas, utilizando como disolvente el etanol, luego se procede a la medición de su absorbancia en el espectrofotómetro, de los tres métodos anteriores, obteniendo que el método de cocción con maíz entero a 70 y 80°C presentan mayor absorbancia. Para elegir detalladamente la mejor condición de extracción, se continuó con el método de cocción con maíz entero, esta vez utilizando diversos factores como pH (3 y 5), tiempos (30, 60,90y120min.), temperaturas (25, 60,70y 80°C), obteniendo como resultados que la mejor condición de extracción es con un pH 3, con una temperatura de 80°C, y un tiempo 120min.

Se realizó una prueba organoléptica en base a los resultados de absorbancia, con temperaturas de 70 y 80°C, determinando que a temperatura de 80°C es la que mantiene sus propiedades organolépticas. Seguidamente se trabajó con tres proporciones de 1:1, 1:2, 1:3, colorante y agua, obteniendo tres muestras, para nuevamente hacer una segunda prueba organoléptica con 31 panelistas, que determinaron que la dilación 1:2 es la más adecuada para proceder a realizar la bebida saludable.

Se hizo tres análisis estadístico, primero con los tres métodos bajos sus valores de absorbancia, segundo con dos temperaturas de cocción y ultimo utilizando tres diluciones, con la finalidad de determinar el nivel de significancia entre ellos, con un valor de confianza al 95%.

Palabras clave: Zea mays, maíz morado, antocianinas, prueba organoléptica, coronta.

ABSTRACT

He described various steps in order to choose the method and the best extraction conditions anthocyanin dye to prepare a healthy beverage.

After making the physical and chemical analysis of raw materials, we proceeded to extract the dye with three methods, cooking whole corn, cooking corn husking both at temperatures of 60, 70 and 80 ° C for 120 min and the third method by maceration, 20 and 50 ° C with a time of 24 hours, using as solvent ethanol, then proceed to measuring its absorbance in the spectrophotometer, of the above three methods, obtaining the cooking method with whole corn 70 and 80 ° C have higher absorbance. Detail to choose the best extraction condition, we continued with the cooking method with whole corn, this time using various factors such as pH (3 and 5), times (30, 60, 90 y 120 min.), Temperatures (25, 60, 70 y 80 ° C), obtaining as a result that the best extraction condition is pH 3 with a temperature of 80 ° C, and time 120 min.

An organoleptic test was conducted based on the results of absorbance with temperatures of 70 to 80 ° C, determining that a temperature of 80 ° C is that keeps its organoleptic properties. Then we worked with three ratios of 1: 1, 1: 2, 1: 3, dye and water, obtaining three samples, to again make a second sensory test with 31 panelists, who determined that the delay 1: 2 is the most appropriate to proceed with the healthy drink.

Statistical analysis was done three, first with the three methods low absorbance values, two second and final cooking temperatures using three dilution in order to determine the level of significance between them, with a value of 95% confidence.

Keywords: Zea mays, purple corn anthocyanins, organoleptic test, cob.

I. INTRODUCCIÓN

En el intento de encontrar información necesaria para obtener un buen producto agroindustrial, en esta investigación se extrajo el colorante del maíz morado, para ser evaluado y obtener una bebida saludable, se ha constatado que en bibliografías encontradas relacionadas con el tema se refiere a bebidas saludables, a una bebida natural con colorantes naturales de los cuales mencionamos los colorantes extraídos del maíz morado.

Los colorantes naturales pueden ser obtenidos de fuentes animales, vegetales o minerales. Su importancia en la agroindustria se ha incrementado debido a su valor nutricional, y amplia diversidad en las siguientes áreas: Bebidas refrescantes, en la industria de las gaseosas, pastelerías, tintes, textilería, pinturas, etc. (Luisa Negrón 2011).

Actualmente existe interés en las antocianinas debido a sus beneficios potenciales para la salud por su actividad antioxidante y su utilización como colorante natural en la industria alimentaria. (Zapata, 2014).

De acuerdo a investigaciones realizadas a nivel nacional y mundial, el maíz morado presenta propiedades hipotensoras, antiinflamatorias y protectoras para el cáncer de colon; (Luisa Negrón 2011).

La investigación permitió verificar la mejor condición de extracción del colorante de maíz morado aplicando parámetros de extracción como temperatura, pH, tiempo, solvente, rendimiento, y varias pruebas organolépticas realizadas para después poder elaborar una bebida saludable apta para el consumo humano.

El estudio y el uso de colorantes naturales ha adquirido relevancia en los últimos años debido a que organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han cuestionado el uso de colorantes sintéticos por estar vinculados con el desarrollo de enfermedades degenerativas como algunos tipos de cáncer (Gamarra, 2009).

Las antocianinas se pueden extraer de diferentes tejidos vegetales (Pereira, 2010). A nivel comercial, las antocianinas se obtienen principalmente de los subproductos industriales de la uva.

En la actualidad existe la tendencia de utilizar los extractos antocianicos sin necesidad de realizar la separación de los distintos componentes, debido a que todos ellos, presentan propiedades antioxidantes (Von Elbe y Steven, 2000).

En relación a la extracción, el método usual de extracción es la extracción sólido-líquido. El carácter polar de la molécula de antocianina permite su solubilidad en variados solventes, tales como alcoholes, acetona y agua. (Pereira, 2010).

Las condiciones de extracción, tales como relación sólido-líquido, y factores como temperatura, tiempo, tipo de disolvente y concentración de disolvente influyen en la estabilidad de las antocianinas, así como también en la concentración de antocianinas extraídas (Bridgers, 2010). Así, se debe maximizar la recuperación de pigmentos, minimizar los compuestos adjuntos extraídos y limitar la degradación del estado natural del extracto. El conocimiento de los factores involucrados en su estabilidad y de los mecanismos de degradación es sumamente vital para una eficiente extracción, purificación y uso de las antocianinas como colorantes de alimentos. (Gorriti, 2009).

1.1 .Generalidades sobre (*Zea mays L.*) maíz morado.

Descripción

El maíz, millo o elote (*Zea mays L.*) es una planta gramínea anual originaria de América introducida en Europa en el siglo XVI.

Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y el arroz.

Maíz morado, es la variedad morada del *Zea mays L.* nativa del Perú. Su cultivo tradicional se restringe a la antigua área de influencia Inca.

El “maíz morado” es esencialmente una planta subtropical, se cultiva en los valles bajos de los Andes. Allí se le llama “Kculli” (voz quechua) y se está usando como alimento, desde hace milenios. (Otiniano, V. 2012).

Esta forma de variedad de maíz ha venido siendo usada por la gente de los Andes para dar color a alimentos y bebidas, algo que el mundo industrializado recién está explotando.

Actualmente, al igual que los antiguos peruanos, también se prepara una bebida a partir de la mazorca entera y la llaman chicha morada. Con este maíz también se prepara un postre bastante popular llamado mazamorra morada.

Clasificación Botánica:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Liliopsida
Subclase : Commelinidae
Orden : Poales
Familia : Poaceae
Subfamilia : Panicoideae
Tribu : Andropogoneae
Género : Zea
Especie : Z. mays

Nombre binomial: Zea mays L.

Existen diferentes variedades de maíz morado todas derivadas de un línea más ancestral denominada "Kculli" aún cultivada en Perú, Bolivia y Argentina.

Variedades:

- Morado Canteño: variedad nativa, altura de 1.8-2.5 m, floración a los 110-125 días.
- Morado Mejorado (derivados de Caraz): para siembra en sierra media; para costa central, altura cercana a los 2m, precocidad de floración masculina, 90 a 100 días.
- Morado Caraz: usado para siembra en sierra.
- Arequipeño: variedad tradicional, de color no intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores.
- Cusco Morado: tardío, granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidos.
- Negro de Junín: en la sierra centro y sur llegando hasta Arequipa.

Características – Propiedades.

1. Composición química

Grano y coronta:

Contiene, entre 7.7 a 13 % de proteínas, 3.3% de aceites, 61.7% de almidón. También contiene, P, Fe, Vitamina A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, Ac. Ascórbico, y antocianinas. El maíz morado (*Zea mays L.*), contiene seis importantes antocianinas, de los cuales la cianidina 3-glucósido es el componente mayoritario.

Las antocianinas exhiben propiedades antioxidantes interesantes, y podría por lo tanto representar una prometedora clase de compuestos útiles en el tratamiento de patologías donde la producción de radicales libres juega un rol principal. (Otiniano, V. 2012).

Figura 1. Planta de maíz morado



2. La planta.

El maíz morado (*Zea mays L.*) es una planta monoica; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. Si bien la planta es anual, su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido; algunas variedades silvestres alcanzan los 7 m de altura. El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por

filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta.

Tabla 1. Características del maíz morado.

Características	Promedio	Máximo	Mínimo
Largo de la coronta (cm)	15.0	20.0	12.0
Ancho de la coronta (cm)	5.0	5.8	4.0
Número de hilera	10.0	12.0	8.0
Numero de granos por hileras	25.0	36.0	18.8
Largo de granos (mm)	11.6	13.0	10.4
Ancho de granos (mm)	5.6	6.2	5.0
Espesor de hileras (mm)	6.0	6.5	5.5

Fuente: Boletín de información Técnica del Ministerio de Agricultura-Lima Perú, 2009.

El maíz es una planta de noches largas y florece en el ambiente del cual se adaptó. Esa magnitud de la influencia de las noches largas hace que el número de días que deben pasar antes que florezca está genéticamente prescripto y regulado por el sistema-fitocromo. La foto periodicidad puede ser excéntrica en cultivares tropicales, mientras que los días largos (noches cortas) propios de altas latitudes permiten a las plantas crecer tanto en altura que no tienen suficiente tiempo para producir semillas antes de ser aniquiladas por heladas. Esos atributos, sin embargo, pueden ser muy útiles para usar maíces tropicales en biofueles. El maíz es absolutamente capaz de reproducirse por sí solo. En apariencia el grueso recubrimiento de brácteas de su mazorca, la forma en que los granos se encuentran dispuestos y están sólidamente sujetos, impedirían que la planta pueda hacer germinar sus granos. Su simbiosis con la especie humana aparentaría ser total, a tal punto que algunos investigadores lo llaman un "artefacto cultural", aunque estos son conceptos mágicos, alejados de la realidad, cuando una espiga cae al suelo, las brácteas son consumidas por hongos, y no lo son sus cariopses que logran germinar, generándose una gran competencia, que hará solo sobrevivir a unos muy pocos de cada espiga.

Figura 2. Mazorcas de maíz morado (*Zea mays L.*)

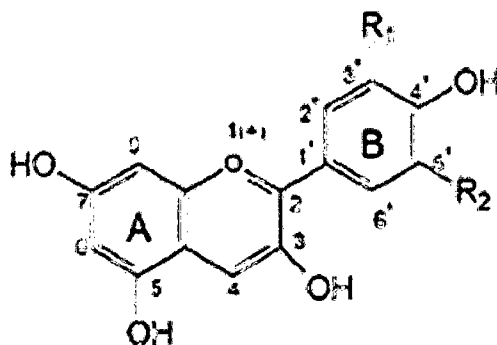


Existen maíces en estado silvestre, y su negación es otra de las afirmaciones mágicas, sin contraste científico, de que el maíz se resiembró sin la intervención humana. Las plantas caídas y con sus espigas en contacto con la tierra, y condiciones de humedad, aseguran la perpetuación de esta especie anual.

Por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a sequías, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas por severos vientos.

1.2 Colorantes extraídos del maíz morado.

Figura 3. Estructura química y sustituyentes de las antocianinas



Fuente: Castañeda-Ovando et al., 2009.

Tabla 2. Sustituyentes de las antocianinas

Aglicona	Sustituyentes		λ max (nm)
	R1	R2	Espectro visible
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508 (azul-rojo)
Malvinidina	OCH ₃	OCH ₃	510 (azul-rojo)

Fuente: Garzón, 2008.

Las antocianinas, al igual que otras sustancias polifenólicas, se encuentran en la naturaleza en forma de glicósidos, siendo conocidas sus agliconas como antocianidinas, a las cuales les une un azúcar por medio de un enlace β -glicosídico. Se trata de flavonoides, es decir, sustancias derivadas del núcleo flavano, con un anillo-A benzoil y un anillo-B hidroxicinamoil. La estructura de la antocianina es el 2-fenilbenzopirilio de la sal de flavilio. Cuando el residuo de azúcar es un hidrolizado de la antocianina, el resultado es la aglicona, conocida como se menciona anteriormente como antocianidina. Las más comunes formas de antocianidinas son: pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, malvidina y petunidina.

En la Figura 3 se muestran los diferentes tipos de antocianinas. Las clases comunes de glucósidos son: 3-monósido, 3-biósido y 3- triósido, así como también 3,5-diglicósido y más raramente el 3,7- diglicósido con glucosa, galactosa, arabinosa (es uno de los más frecuentes) y xilosa. Las antocianinas poseen uniones de azúcar en el anillo-B 3' y 5'-hidroxilos. Los dos tipos más importantes de glucósidos son: el 3-monósidos y el 3-4-diglicósido. Como regla el 3-hidroxil siempre tiene un azúcar, exceptuando 3-desoxipelargonidina, 3-desoxicianidina y 3-desoxidelfina.

Además de la glucosilación, la introducción de moléculas aciladas es un efecto que ocurre ampliamente. Los grupos comunes de acilo son los ácidos aromáticos de los cuales los más comúnmente encontrados son ácidos hidroxicinámicos: p-coumárico, cafeico y ferúlico, hidrógenos, o electrones a los radicales libres o bien atraparlos y

desplazados en su estructura aromática. Una actividad antioxidante óptima se relaciona con la presencia de grupos hidroxilos en las posiciones 3' y 4' del anillo B, los cuales confieren una elevada estabilidad al radical formado.

Los grupos hidroxilos libres en las posición 3 del anillo C y en la posición 5 del anillo A, junto con el grupo carbonilo en la posición 4 son donadores de electrones.

La diversidad estructural contribuye favorablemente a la existencia natural de unos antocianos con diferentes sustituciones glucosídicas, en la estructura básica del ion fenil-2-benzopirilio o flavilio, representado en la Figura 3 las principales antocianinas.

Las antocianinas son el grupo más importante de compuestos hidrosolubles, responsables de los colores rojos, púrpura y azul que se aprecian en flores, frutos y otras partes de las plantas.

El colorante que caracteriza el maíz morado es una antocianina que es el cianidin-3-b-glucosa y se encuentra tanto en los granos como en la coronta. Este colorante natural cambia de acuerdo al pH y a la temperatura de la solución.

Por consiguiente, es posible observar un color rojo o anaranjado a pH ácido de aproximadamente 2 o menor, un color azulado a pH entre 2 y 4, predominando la base quinoidal.

Con un pH de 5 la antocianina es incolora y presenta la pseudobase carbinol; si el pH es de 6 se tiene la pseudo base chalcona, que es también incolora. Y cuando el pH se incrementa por arriba de 7, la antocianina se degrada de forma irreversible.

1.3 Factores que alteran la estabilidad de las antocianinas:

Existen diversos factores que influyen en la estabilidad de las antocianinas. La estructura de éstas puede verse afectada en cualquier etapa de un proceso tecnológico, como en un proceso de extracción de antocianinas de un material vegetal, como así también durante un tratamiento térmico o durante el almacenamiento de un producto que las contiene.

A continuación se exponen los factores más relevantes que afectan a la estabilidad de las antocianinas.

❖ Efecto del pH.

Este es uno de los factores más importantes. Las antocianinas son más estables en un medio ácido que en un medio neutro o alcalino. En medio ácido la forma predominante es la del ión flavilio, el cual da el color rojo, cuando esta es sometida a pH básico o alcalino, el ión flavilio es susceptible al ataque nucleofílico por parte del agua, produciéndose la pseudo base carbinol, esto es a pH 4.

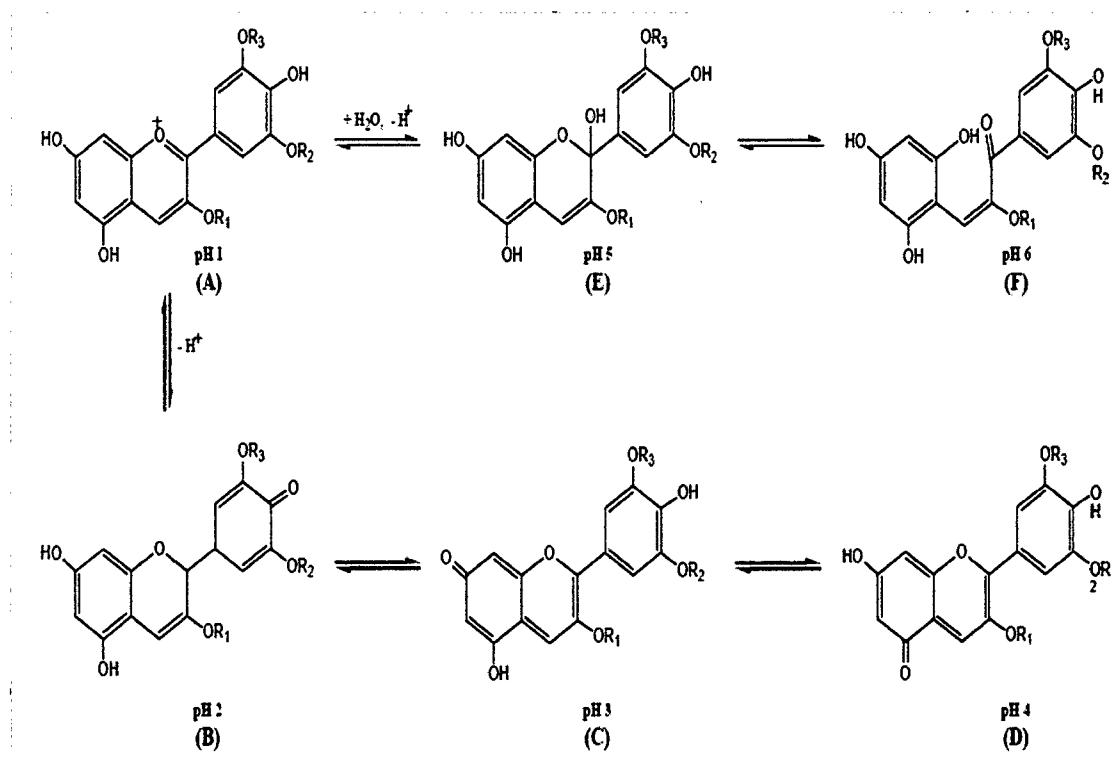
A pH 1 predomina el catión flavilio que es de color rojo y es la forma más estable de las antocianinas (Figura 4.A), a valores de pH entre 2 y 4 ocurre la pérdida de un protón y adición de agua, encontrándose las antocianinas preferentemente bajo la formas quinodales (Figura 4.B. C y D) de color azul. A pH entre 5 y 6 se observan las especies pseudobase carbinol, que es incolora (Figura 4.E), y chalcona, de color amarillo (Figura 4.F), ambas bastante inestables.

A pH superiores a 7 se produce la degradación rápida de las antocianinas por oxidación con el aire. Esta reacción se ve afectada, además del pH, por la presencia de sustituyentes presentes en el anillo B (Moldovan, 2012; Castañeda-Ovando, 2009a; Garzón, 2008).

A pH entre 4 y 6, pH característico de las frutas y hortalizas frescas o procesadas, se observa una mezcla en equilibrio de las formas catión flavilio, bases quinodales y carbinol, como así también de la forma chalcona (Moldovan, 2012).

Conociendo esto, las antocianinas tienen su máxima expresión de color a pH ácidos (pH_1), y su forma incolora se produce a pH neutros o alcalinos, debido a esta característica se utilizan a las antocianinas a pH ácido o ligeramente neutro.

Figura 4. Estructura de las antocianinas a diferentes valores de pH. Donde R₁=H o glúcidos R₂ y R₃=H o metilo.



Fuente: Castañeda-Ovando, 2009.

❖ Efecto de la Temperatura.

La temperatura es otro de los factores críticos que influyen en la degradación de antocianinas. Las conversiones estructurales de las antocianinas son reacciones endotérmicas. Resisten bien procesos térmicos a altas temperaturas durante cortos periodos de tiempo. Por efecto del calor (a temperaturas por encima de los 60°C) se degradan según una cinética de primer orden. En general las características estructurales que conducen a una mayor estabilidad al pH son las mismas que conducen a una mayor estabilidad térmica. Por lo tanto las antocianinas altamente hidroxiladas son menos estables térmicamente que las metiladas, glicosidadas o acetiladas (Fennema, 2000).

La elevación de la temperatura hasta 80°C estaría favoreciendo la extracción al aumentar la solubilidad de los antocianos y el coeficiente de difusión (Cacace y Mazza, 2003). Sin embargo, por encima de esa temperatura, las antocianinas extraídas se

degradarán, probablemente debido a que el efecto del calor produciría pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo, con la consecuente producción de chalconas incoloras (Garzón, 2008).

Se puede decir que las temperaturas más elevadas provocan un efecto adverso sobre la estructura de las antocianinas, especialmente durante un tratamiento térmico o el almacenamiento. Sin embargo, los mejores rendimientos de extracción de antocianinas de un determinado producto se darían a temperaturas altas.

Probablemente, este último efecto se deba a la mayor transferencia de antocianinas desde la matriz que lo contiene hacia el seno de la disolución extractiva. Por lo tanto, en un proceso de extracción de antocianinas de maíz morado habría que buscar una temperatura de compromiso que favoreciera el proceso de extracción pero no perjudicara a la calidad del extracto.

❖ Efecto del Agua.

El agua puede actuar como nucleófilo y atacar el catión flavilio en el C-2 formando la base carbinol incolora según el mecanismo que se explicó en el efecto de pH. Sin embargo, esta degradación puede variar, dependiendo de la concentración de azúcares o con el fenómeno denominado copigmentación. Cuando los azúcares se encuentran a altas concentraciones, la actividad de agua es baja, por lo que las moléculas de agua tienen menores posibilidades de atacar el catión flavilio para formar la base carbinol. Sin embargo, cuando los azúcares están en bajas concentraciones la actividad de agua no se ve afectada, por lo que sus productos de degradación (hidroximetilfurfural y furfural) aceleran la degradación de las antocianinas (Fernández, N.A. 1995).

Dado que la molécula de agua interviene en reacciones que deterioran las antocianinas, resulta conveniente su eliminación para disminuir las probabilidades de ataque nucleofílico al catión flavilio.

❖ Efecto de la Copigmentación.

La copigmentación es uno de los principales factores de estabilización de la estructura del catión flavilio in vivo. Las formas coloreadas de las antocianinas pueden estabilizarse por interacción con componentes, llamados copigmentos, que existen en las células de las flores, frutas y berries. Los copigmentos pueden ser flavonoides,

polifenoles, alcaloides, aminoácidos, ácidos orgánicos y grupos acilo aromáticos, entre otros (Cacace JE, Mazza G. 2003).

La copigmentación se lleva a cabo en un rango de pH ácido (Mazza, 1995) y puede ocurrir a través de una serie de interacciones. Los mecanismos más importantes son las: copigmentación intermolecular, copigmentación intramolecular, autoasociación y formación de complejos de metales.

❖ Efecto del Oxígeno.

Las antocianinas pueden oxidarse por reacción directa con oxígeno, o bien a través de una oxidación indirecta en la que éstas reaccionan con compuestos que han sido previamente oxidados, dando lugar a la formación de productos de color marrón o incoloro. También, pueden reaccionar con radicales de oxígeno actuando como antioxidantes. Estos mecanismos de oxidación se ven favorecidos cuando se eleva la temperatura (Fan G, 2008a).

1.4 Métodos de extracción del colorante del maíz morado.

Para esta investigación se ha empleado tres métodos de extracción, como la maceración, cocción con maíz desgranado, y la cocción con maíz entero (coronta de maíz). La lixiviación se considera como el método general de extracción ya que en los tres procesos se utiliza un solvente para la separación de fases, eliminando de esta manera el componente soluble del interior del sólido, aplicando calor a diferentes temperaturas. (Castañeda-Ovando, 2009a).

Los sólidos que se lixivian se hallan en una diversidad de formas físicas, y a menudo se requiere su desintegración para formar una gran superficie de contacto con el disolvente.

Maceración

Esta extracción es sencilla. Se somete únicamente a la disolución del soluto en un solvente, dejando reposar hasta que el solvente penetre en la estructura celular, lo ablande y disuelva las porciones solubles, controlando convenientemente las temperaturas de 20°C y 50°C y la duración del proceso. Si el tiempo de maceración se prolonga se debería usar conservadores para evitar alteraciones microbianas (Yúfera,

1979). La ventaja de esta extracción es producir un extracto con una concentración uniforme, sin embargo resulta laboriosa, y para conseguir mejores rendimientos se requerirá de mayor tiempo de extracción. En esta etapa se evalúa lo siguiente:

- Influencia del tiempo de maceración.
- Influencia de la relación M.P/Solvente de extracción.
- Influencia del ácido.
- Influencia de la temperatura de maceración

Cocción

Los cocimientos son preparados líquidos que se confeccionan hirviendo con agua las sustancias vegetales. La muestra se coloca en un recipiente de vidrio, se agrega el solvente y se somete a ebullición a diferentes temperaturas. La temperatura de extracción debe ser tal que no afecte a la estructura del colorante (Yúfera, 1979). En este método de extracción de la antocianina del maíz morado se evalúa:

- Influencia del tiempo de extracción.
- Influencia de temperatura de calentamiento en la extracción.

La separación de un líquido de un sólido se lleva a cabo en una sola o en múltiples etapas. Una etapa es una unidad de equipo en la que se ponen en contacto las fases durante un tiempo determinado, de forma que se realiza la transferencia de materia entre los componentes de las fases. Esta transferencia tiene lugar hasta alcanzarse el equilibrio. En este contexto, el equilibrio se puede definir como aquella situación lograda cuando la disolución adherida al residuo tiene la misma composición que la del flujo líquido (Brennan, 1980).

Una vez alcanzado dicho equilibrio se procedería a la separación mecánica de las fases. Sin embargo, en un proceso real es difícil alcanzar el equilibrio teórico ya que se necesitaría un tiempo de proceso muy largo.

Es por esto, que para el cálculo de las etapas reales es preciso considerar una eficacia. Ésta se define para una etapa como el cociente entre el cambio en la composición que se logra realmente y el que debería haber tenido lugar en una situación de equilibrio teórico bajo las mismas condiciones de trabajo (Ibarz y Barbosa – Cánovas, 2005).

Lixiviación

La lixiviación es la extracción en la que una mezcla o una fase sólida se descomponen en sus componentes o en la que un componente valioso se quita y recupera de una masa sólida mediante el tratamiento por un líquido. En general las operaciones que comprenden el tratamiento de sólidos por disolventes incluyen cierto número de circunstancias distintas. El sólido suele consistir en una mezcla heterogénea de varios constituyentes, uno o más de los cuales pueden ser líquidos o sólidos en disolución, pero puede ser una mezcla homogénea tal como una solución sólida o una sal doble. Los sólidos que se lixivian se hallan en una diversidad de formas físicas, y a menudo se requiere su desintegración para formar una gran superficie de contacto con el disolvente.

Posiblemente, la clase más importante de las operaciones de lixiviación es la eliminación del componente soluble del interior del sólido inerte efectuado por un proceso lento de difusión a través de una membrana vegetal o animal. Son ejemplos, la recuperación del disolvente de aceites de semillas, nueces y sustancias vegetales semejantes; los extractos medicinales; la extracción de taninos, trementina y colofonia a partir de la madera mediante el proceso por disolventes; de la clorofila a partir de la alfalfa; y la extracción del azúcar de remolacha por lixiviación con agua (Perry, 1979). Las fuerzas físicas que tienen efecto importante en la lixiviación son: gravedad, viscosidad, adherencia, fricción, ósmosis, capilaridad y solución.

1.5 Propiedades de las antocianinas:

La antocianina es un ingrediente natural que se extrae de la coronta y granos del maíz morado, variedad de maíz que es originario del altiplano andino. Existen diferentes clases de antocianina, siendo la cianidina-3-bglucósido, su pigmento mayoritario.

Desintoxican al cuerpo de los agentes de la contaminación ambiental, desactivan sustancias cancerígenas, fortalecen el sistema inmune y protegen al cuerpo en el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como cataratas, artritis, tensión alta, diabetes, envejecimiento, arterosclerosis y enfermedades cardíacas. Incrementa la agudeza visual y mejora la visión nocturna. Ayuda también en el tratamiento del glaucoma y la retinopatía. (Fernández, N.A. 1995).

Tabla 3. Composición Fisicoquímico proximal de la coronta y grano de maíz morado (100g. de la parte comestible).

Componentes mayores (g), menores (mg),	Maíz morado	Bebida
Calorías	357.00g	20.00g
Agua	11.40g	95.00g
Proteínas	6.70g.	0.00g
Carbohidratos	76.90g	5.00g
Fibra	1.80g	-
Cenizas	1.70g	0.1g
Calcio	12.00mg	24.00mg
Fosforo	328.00mg	4.00mg
Hierro	0.02mg	1.30mg
Cianidina	0.06mg	-
Tiamina	0.38mg	0.00mg
Rivoflavina	0.02mg	0.10mg.
Niacina	2.80mg	0.04mg.
Ácido ascórbico reducido	0.00mg	0.000mg

Fuente: Collazos (1962), mencionada por Araujo (1995).

Estos atributos de las antocianinas, colorantes y antioxidantes, resultan de interés a efectos de estudiar metodologías de extracción para poder utilizar posteriormente el producto en aplicaciones tecnológicas, especialmente como ingrediente en la industria alimentaria e incorporarlo a bebidas (Castañeda-Ovando, 2009a; Faria, 2005).

Actividad Biológica de las Antocianinas

El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas (Garzón, G.A. 2008). y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento

cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante.

1.6 Efectos beneficiosos de las antocianinas en el organismo.

❖ Efecto en el Sistema Circulatorio

Las antocianinas presentes en el Maíz Morado pueden promover la circulación sanguínea, estabilizando y protegiendo los vasos sanguíneos en general y los capilares en particular, del daño oxidativo, mejorando así la micro circulación. Los resultados de varios estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de alimentos ricos en compuestos polifenólicos está asociado con una reducción en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. El Maíz Morado puede ser empleado para controlar la presión sanguínea elevada.

❖ Efecto en la Actividad Anti-Inflamatoria

La principal antocianina presente en el Maíz Morado es C3G, la cual ha demostrado tener actividad antiinflamatoria, que proveen de una base bioquímica para el uso de C3G como un factor de alimento funcional y también puede tener implicaciones importantes para la prevención de males inflamatorios provocados por medio del óxido nítrico.

❖ Efecto en la Regeneración del Tejido

Las antocianinas presentes en Maíz Morado pueden estimular la regeneración del tejido conectivo y promover la formación del colágeno. Cuando el Maíz Morado es añadido a la dieta, puede suprimir las enzimas del cuerpo que ayudan a sintetizar ácidos grasos, lo cual podría ser beneficioso para prevenir la diabetes y la obesidad. Recientemente, se ha reportado que la materia morada obtenida de Maíz Morado puede disminuir la carcinogénesis en el colon. También se dice que este pigmento tiene una capacidad antioxidante y una cinética anti radical mayor que las moras y una cantidad mayor o similar en contenido antocianínico y fenólico.

1.7 Producción y consumo de maíz morado

1. Producción Nacional

Las zonas de mayor producción de maíz morado se ubican en la Cordillera de los Andes del Perú entre los 500 a 1200 hasta 4000 m.s.n.m. (mayor disponibilidad durante los meses de Abril, Noviembre y diciembre).

Las principales regiones productoras son Arequipa, Lima, Cajamarca, Huánuco, Huaraz, y las Asociaciones de Huanta y Huamanga.

Las exportaciones peruanas de maíz morado durante el periodo 2008 – 2013, tuvieron como principal destino a EE.UU., el cual concentró el 92.12% del total de los envíos, cuya variación respecto al año anterior es de 22.68%, seguidamente podemos observar a Alemania que tan solo participa con el 4.21% en las importaciones de maíz morado desde Perú, cabe indicar que los siguientes destinos solo muestran participaciones minoritarias. (www.minagri.gob.pe).

2. Situación actual del cultivo de maíz morado en Amazonas.

La región Amazonas aún presenta poca producción, ya que no existe una estandarización de calidad en sus cosechas no cuenta con los recursos tecnológicos apropiados para obtener una producción en aumento.

Tabla 4. Producción actual de maíz morado en Amazonas.

Producción Agropecuaria <i>(Miles de toneladas métricas)</i>							
Cultivo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Maíz morado	10.5	13.4	15.1	16.9	17.8	18.5	20.1
Exportación en los últimos años							
Cultivo	2013			2014			
	Volumen (t)	Valor FOB. Miles de US\$	FOB.	Volumen (t)		Valor FOB. Miles de US\$	
Maíz morado	434.6	789.4		478.2		795.4	
Superficie Cosechada en Ha							
Cultivo	2010	2011	2012	2013	2014	Var%	Part.%
Maíz morado	6.040	7.537	8.234	8.654	9.054	24.78	3.80

Rendimiento kg /Ha							
Cultivo	2010	2011	2012	2013	2014	Var%	Part.%
Maíz morado	826	819	775	764	813	-3.38	5.45

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego.

1.8 Bebida saludable de maíz morado.

El maíz morado posee un potente efecto antioxidante gracias al contenido de antocianinas, ayudando a la regeneración de los tejidos, fomentando el flujo de sangre, reduciendo el colesterol y promoviendo la formación de colágeno, entre otros; de esta manera nos beneficia mejorando la circulación, disminuyendo los riesgos de cataratas, artritis, diabetes, arterosclerosis y enfermedades cardiacas, y como alimento preventivo de cáncer. Todas las personas deberían consumir este alimento mediante su preparación, principalmente deberían incrementar su ingesta aquellos con riesgos de enfermedades degenerativas no transmisibles como son la diabetes, hipertensión arterial, cardiopatías, etc. (Fernández ,1995).

Producto final.

Se elaborará con las mejores condiciones de extracción del colorante obtenido con los datos durante la investigación.

El colorante extraído del maíz morado contiene agua, colorante, conservante y un edulcorante con bajo contenido en azúcar con el fin de que se pueda elaborar una bebida saludable aceptado por el paladar del consumidor,

Existen muchas recetas caseras en las que incluye otras frutas como manzana, piña, adicional al insumo principal que es el maíz morado, así como especies como canela y clavo de olor; los cuales mejoran el sabor y poder antioxidante, antiinflamatoria y diurética de la bebida.

Tabla 5. Composición porcentual del colorante como producto final.

Ingredientes	% para un litro
Agua	66.39
Colorante	33.05
Conservante	0.05
Edulcorante	0.084
Total	100%

El beneficio de una bebida saludable es por su poder antioxidante, sin embargo sin embargo se debe tener cuidado con el consumo de esta bebida peruana; ya que en un vaso de 100 ml contiene aproximadamente 60 calorías.

Tabla 6. Composición nutricional de la bebida saludable.

Contenido Nutricional	Para un litro
Energía	600cal o 2510kcal
Proteína	2.8g
Grasa	1.5g
Grasa saturada	0.3g
Grasa poliinsaturada	0.59g.
Grasa monoinsaturada	0.29g
Colesterol	0mg
Carbohidrato	154.60g
Fibra	7g
Azúcar	131.8g
Sodio	239mg
Potasio	770mg

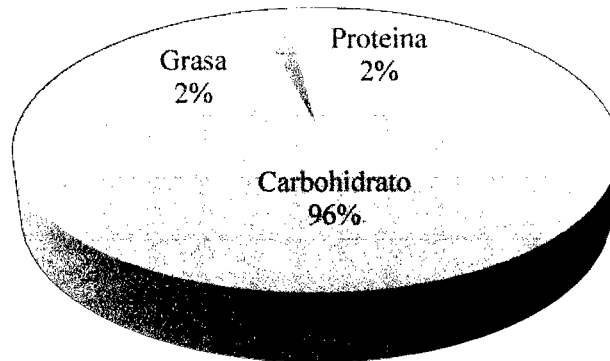
Fuente. [Http://www.fatsecret.cl/caloriasnutricion/genérico](http://www.fatsecret.cl/caloriasnutricion/genérico)

Resumen nutricional

Calorías	Grasa	Carbohidratos	Proteinas
600	1.5g	154.60g	2.8g

Hay 600 calorías en la bebida saludable de un litro, de lo cual representa el 30% de IDR, basado en un IDR de 2000 calorías. El desglose de calorías será.

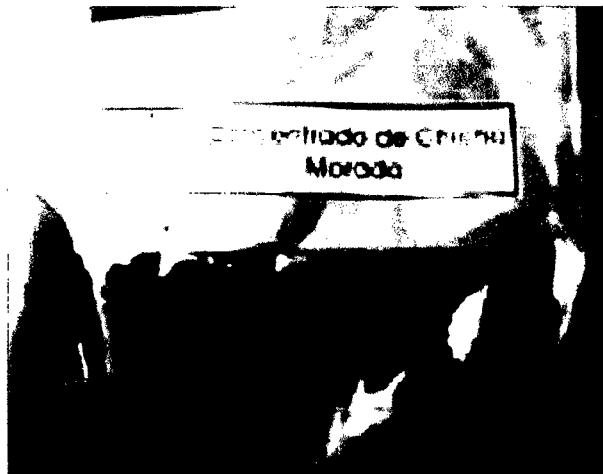
Gráfico 1. Desglose de calorías



Carbohidrato Grasa Proteína

Fuente. [Http://www.fatsecret.cl/caloriasnutricion/genérico](http://www.fatsecret.cl/caloriasnutricion/genérico)

Figura 5. Presentación del producto final.



II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, distrito y provincia de Chachapoyas.

2.2. Materia prima

En la tesis se utilizó "*Zea mays L.*" maíz morado, en buen estado fisiológico, proveniente de la provincia de Utcubamba.

2.3. Análisis previos.

2.3.1 Análisis biométrico. Se calculó a partir de las muestras de maíz morado según Norma ITINTEC 1993.

2.3.2 Análisis proximal.

Humedad. Se determinó la cantidad de agua presente en los granos de maíz morado, siguiendo el método oficial de AACC 81993. Según el anexo 1.1.

Fibras. Obtenida de la materia prima. Según la metodología sugerida por AOAC. Según el anexo 1.5.

Cenizas. Se obtuvo de los granos de maíz morado. Según la metodología sugerida por AOAC. Según el anexo 1.4.

2.3.3 Composición del pigmento.

°Brix. La medición del grado °Brix, se realizó del colorante extraído del maíz morado, por las tres metodologías. Según el método recomendado por AOAC.

Acidez titulable. La acidez total del colorante se obtuvo, según el método de la AOAC. Descrito en el anexo 1.3.

pH. El pH del colorante, se obtuvo a partir del método de la AOAC, descrito en el anexo 1.2.

2.3.4 Absorbancia.

Del colorante obtenido por los tres métodos, se obtuvo la absorbancia por espectrofotometría, utilizando el Espectrofotómetro Espectonic Génesis Milton Ray.

La primera medición de absorbancia se hizo con 660 y 750nm, obteniendo resultados no muy aceptables.

Posteriormente y con el propósito de efectuar la corrección de la medida debida a la presencia de compuestos degradados, sustancias interferentes, o a la intensidad de color de pigmentos poliméricos amarronados y antocianinas degradadas, se procedió a medir la absorbancia diluyendo a cada muestra a una cantidad adecuada (tabla 14) a diferentes valores 340, 440, 500 y 560nm. Las mediciones se realizaron contra un blanco de agua ultra pura.

Rendimiento:

Obtenido de la materia prima.

2.4. Extracción del colorante:

El proceso de obtención de colorante de maíz morado comenzó con una selección de la materia prima, un lavado con el fin de eliminar las partes dañadas e impurezas, una vez limpia fue separada en tres muestras para utilizarlo en tres métodos de extracción. La primera muestra se procedió a cortar en trozos pequeños, la segunda desgranada, la tercera también en trozos pequeños.

En esta investigación se evaluó tres métodos de extracción para extraer el colorante del maíz morado, y se tendrá en cuenta el mejor método que responda a las expectativas de esta investigación. La descripción de cada método se describen a continuación.

Maceración.

Teniendo ya las muestras limpias, libres de impurezas, se procedió a cortarlos en trozos pequeños, colocándolos en dos vasos de precipitación 50g de muestra en cada vaso, sometiendo de esta manera a la disolución del soluto con 100ml de solvente (etanol), dejando reposar (madurar) por 24 horas hasta que el solvente penetre en la estructura celular, lo ablande y disuelva las porciones solubles. El solvente se utilizó a dos temperaturas en el primer vaso a 20°C y en el segundo a 50°C donde se observó la temperatura que mantendría el punto de equilibrio entre el solvente y la partícula del soluto (antocianina) donde se produjo la transferencia de materia, el cual se alcanza cuando el soluto se disuelve totalmente en el solvente y se obtiene una disolución de concentración uniforme.

Se utilizó el etanol como solvente por tener, al igual que el agua, dos pares de electrones donde podría actuar como nucleófilo, éste presenta mayor impedimento estérico para atacar al C-2 del catión flavilio, lo que estaría disminuyendo la efectividad de los ataques.

La ventaja de esta extracción fue producir un extracto con una concentración uniforme, sin embargo resulta laboriosa, y para conseguir mejores rendimientos se requerirá de mayor tiempo de extracción. En esta etapa se evaluó lo siguiente:

-Influencia del tiempo de maceración. Si en caso se requiere extender el tiempo de maduración, se usará entonces conservantes para evitar así la proliferación microbiana tanto externa como interna.

-Influencia de la relación M.P/Solvente de extracción.

Cuanto mayor sea la proporción de materia prima / solvente, mayor será el gradiente de concentración entre las partículas de maíz y la solución extractiva y así la velocidad de difusión de las antocianinas aumentará (Cacace y Mazza, 2003). Sin embargo, conviene hacer también el análisis desde un punto de vista económico, ya que trabajar con mayor cantidad de solvente, no solo significa un mayor consumo de éste (aunque parte podría llegar a recuperarse), sino que también, se requerirá mayor tiempo para su eliminación a efectos de conseguir un extracto concentrado de antocianinas

-Influencia del ácido.

El efecto degradativo del ácido ascórbico sobre la estabilidad de las antocianinas está relacionado con el oxígeno. (Sondheimer y Kertesz, 1953) reportaron que las condiciones que favorecen la oxidación aeróbica del ácido ascórbico en jugo de fresa y en sistemas modelo que contenían pelargonidina 3-glucósido proveniente de la fresa causaban grandes pérdidas de antocianinas, pero cuando el oxígeno era excluido del sistema no se observaba deterioro del color.

Cocción

Se pesó 300g de maíz para seis vasos de vidrio repartidos en 50g para cada vaso, en tres de ellas se colocó con maíz desgranado, y tres con maíz cortado en pequeños trozos. Seguidamente se agregó 100ml de solvente (agua) a cada vaso, sometiendo a ebullición por un tiempo de 120 minutos, con temperaturas de 60, 70 y 80°C,



tratando de controlar que las temperaturas no excedan lo establecido evitando de que no afecte a la estructura del colorante.

El número de etapas está relacionado al rendimiento de antocianinas ya que si se trabaja con mayor número de temperaturas y tiempo, las antocianinas al llegar a su punto de equilibrio entre su soluto y el solvente tiende a decaer por lo que bajara el rendimiento.

Para complementar el método de cocción con maíz entero, y verificar cuales son las condiciones óptimas de extracción, con respecto a dos niveles de pH y su rendimiento, realizando de la siguiente manera.

Se pesó 25 g. de maíz morado entero extraídos con 200 ml de agua destilada, durante tiempos de extracción de 30, 60, 90 y 120 minutos, a temperaturas de 25, 60, 70 y 80, con pH de 3 y de 5. Los extractos obtenidos fueron filtrados utilizando papel filtro Whatman N°040.

_ Temperatura: 25, 60, 70 y 80°C. La temperatura se midió con un Termómetro de casilla – 10°- 110 °C

_ pH: 3 y 5. El ajuste de dichos valores se realizó con hidróxido de sodio a 0.1 N, y utilizando pH-metro modelo Q400MT. Rango 0-14.

_ Tiempo de extracción: 30, 60, 90 y 120 minutos se midió con un cronómetro digital.

El número total de experiencias realizadas fue de 32 y las combinaciones de las variables estudiadas se especificaron en la Tabla 17.

Se obtuvo la mejor combinación de los niveles de los factores que dio por resultado el máximo rendimiento de antocianinas totales. Se anotó los resultados para luego ser analizados e identificados cuales son las mejores condiciones de extracción con el máximo rendimiento del colorante para la elaboración de la bebida saludable.

Lixiviación

Este método se utiliza a manera general ya que en los métodos anteriores se utiliza un solvente para la extracción, donde una fase solida se descomponen en sus componentes o en la que un componente valioso se quita y recupera de una masa sólida mediante el tratamiento por dicho solvente.

Los sólidos que se lixivian se hallan en una diversidad de formas físicas, y a menudo se requiere su desintegración para formar una gran superficie de contacto con el disolvente. Posiblemente, la clase más importante de las operaciones de lixiviación es la eliminación del componente soluble del interior del sólido inerte efectuado por un proceso lento de difusión a través de una membrana vegetal o animal.

Las fuerzas físicas que tienen efecto importante en la lixiviación son: gravedad, viscosidad, adherencia, fricción, ósmosis, capilaridad y solución.

Descripción del flujo de operaciones para la extracción del pigmento óptimo por maceración.

a. Selección

Esta operación se efectuó manualmente, con el fin de separar las mazorcas que presentaban signos de deterioro, granos dañados o con indicios de pudrición.

b. Lavado

Se realizó utilizando agua a presión para eliminar suciedad e impurezas.

c. Secado

Esta operación tuvo por objeto lograr una disminución de la humedad de la mazorca de maíz hasta llegar a temperatura ambiente así conservar sus características durante el almacenamiento.

d. Cortado

El cortado se realizó en forma manual en pequeños trozos, con la finalidad de facilitar la extracción.

e. Maceración

Se pone a macerar utilizando como solvente al etanol a temperaturas de 20 y 50°C durante 24 horas, con la finalidad de elegir con cuál de las dos presenta mayor concentración de antocianinas en las próximas mediciones de sus absorbancias.

e. Separación sólido- líquido

Se separan el soluto contenidos de la fase solida de la materia prima a través de un disolvente.

f. Almacenamiento:

Obtenida el colorante se almacenó en temperatura 4-5°C. Para su posterior uso.

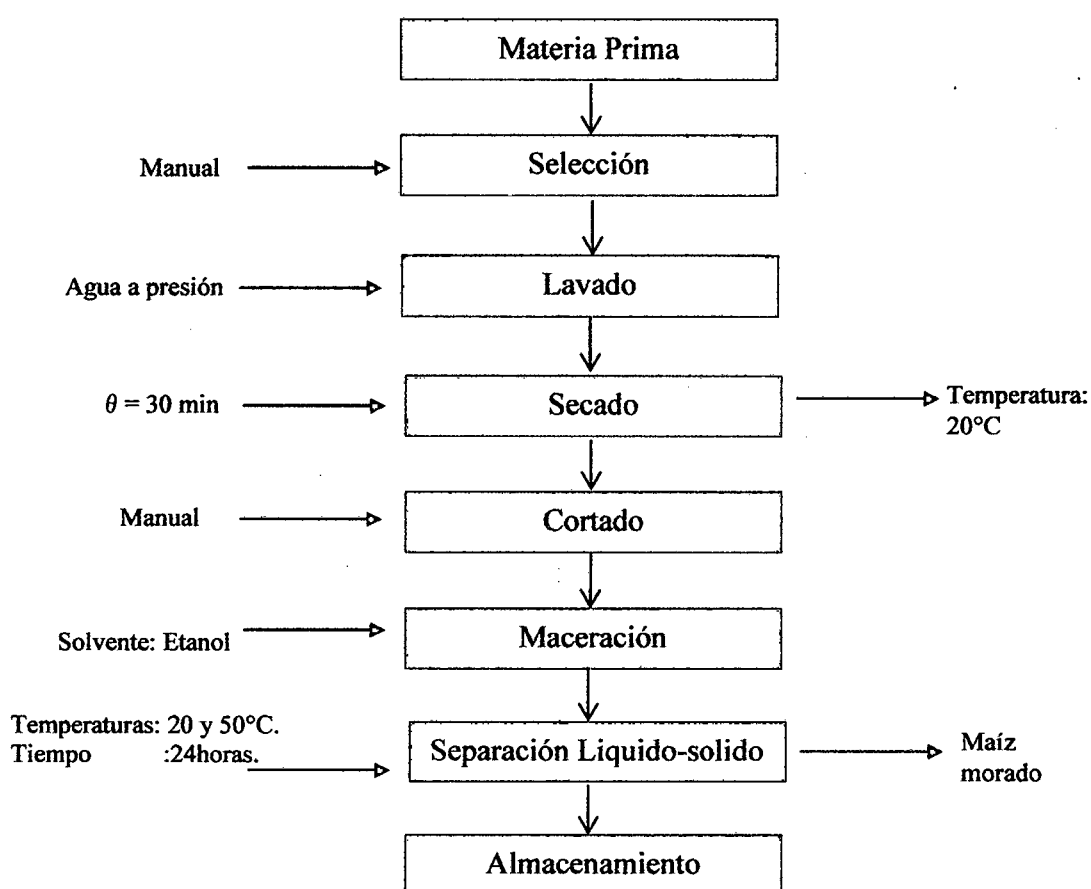


Figura 6: Diagrama de flujo de operaciones para la extracción del pigmento óptimo por maceración.

Fuente: Elaboración propia / 2016

Descripción del flujo de operaciones de extracción del pigmento óptimo para la elaboración de una bebida saludable.

a. Selección

Esta operación se efectuó manualmente, con el fin de separar las mazorcas que presentaban signos de deterioro, granos dañados o con indicios de pudrición.

b. Lavado

Se realizó utilizando agua a presión para eliminar suciedad e impurezas.

c. Secado

Esta operación tuvo por objeto lograr una disminución de la humedad de la mazorca de maíz hasta llegar a temperatura ambiente así conservar sus características durante el almacenamiento.

d. Cortado

El cortado se realizó en forma manual en pequeños trozos, con la finalidad de facilitar la extracción.

e. Cocción

La cocción se realizó con todos los parámetros óptimos de extracción establecidos durante el desarrollo de la investigación.

e. Separación sólido- líquido

Se realizó con la finalidad de extraer el colorante del maíz morado a través de un solvente, utilizando los parámetros establecidos.

e. Homogenizado: Al tener el colorante extraído a una temperatura ambiente se añade el conservante a 0.05% y el edulcorante a 0.084% tratando de homogenizar completamente.

f. Envasado: Se envasó en bolsas de polietileno.

g. Etiquetado: Luego del envasado se procedió a etiquetar con todas las especificaciones para la preparación de una bebida saludable.

h. Almacenamiento: Se almacenará a temperaturas de 4-5°C por su mejor conservación.

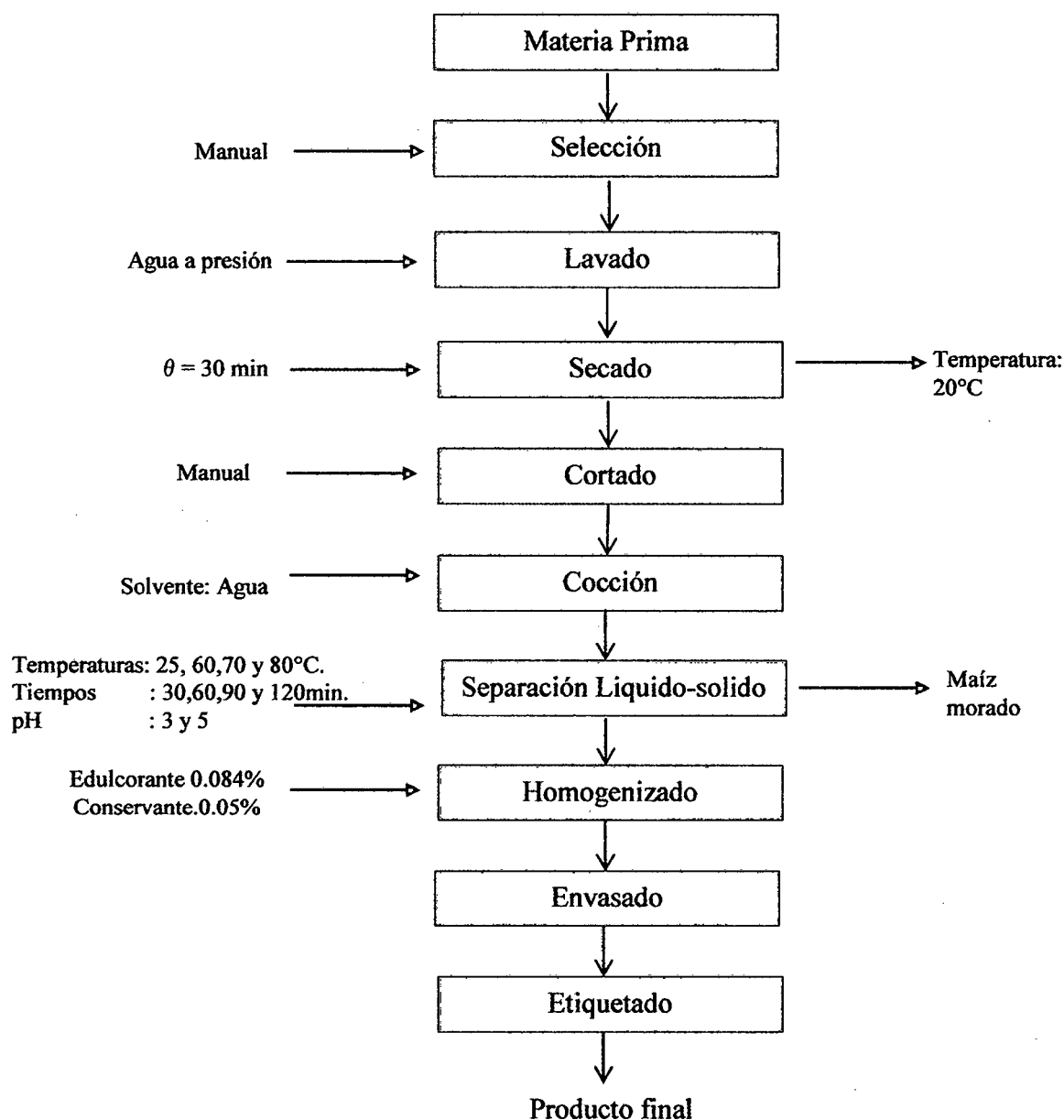


Figura 7: Diagrama de flujo general de operaciones para la obtención del colorante de maíz morado

Fuente: Elaboración propia / 2016

1.1. Análisis estadístico y organoléptico

Análisis estadístico para los tres métodos de extracción.

Para evaluar el mejor método de extracción usando los resultados de sus absorbancias se empleó un experimento factorial ANVA bajo un diseño en bloques completamente al azar DBCA, empleando también Comparaciones Múltiples para los tres métodos de extracción con la Prueba Post Hoc, y dos pruebas, DHS de Tukey y Duncan para establecer la significancia entre ellas.

Análisis organoléptico para las dos temperaturas de cocción.

Para evaluar cuál es la mejor temperatura de cocción se sometió a una prueba organoléptica, bajo una escala hedónica, para ver cuál de ellas mantiene sus propiedades organolépticas, o existe un nivel de significancia entre ellas. Para ello se empleó el método de T- Student, (para la igualdad de las medias) y de Levene (para la igualdad de varianzas) con un nivel de confianza del 95% y la prueba de muestras independientes.

Análisis Organoléptico del pigmento con tres disoluciones.

Para el análisis de las tres disoluciones se sometió a una prueba organoléptica bajo una escala hedónica, para saber cuál de ellas mantiene sus propiedades organolépticas, para ello se empleó un análisis de varianza univariante bajo un diseño en bloques completamente al azar DBCA, empleando también comparaciones múltiples mediante dos pruebas DHS de Tukey y Duncan.

Comparaciones Múltiples.

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos se empleó las pruebas DHS de Tukey y Duncan con:

Nivel de significancia (α) : 5 %

Nivel de confianza ($1 - \alpha$) : 95%

Tabla 7. Claves de los diferentes tratamientos

CLAVE	TRATAMIENTO
104	Cocción con maíz entero a 70°C
204	Cocción con maíz entero a 80°C
110	Dilución del colorante a una proporción de 1:2
130	Dilución del colorante a una proporción de 1:1
120	Dilución del colorante a una proporción de 1:3

Fuente: elaboración propia /2016

Escala hedónica.

Para el uso de las pruebas organolépticas con dos temperaturas y tres diluciones trabajadas con 6 y 31 panelistas respectivamente, se utilizó la siguiente escala:

Muy excelente	5
Excelente	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

III. RESULTADOS

3.1 Análisis Biométricos

Tabla 8. Valores Biométricos de la materia prima.

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Color
1	11.6	4.5	52.2	111.22	Morado
2	16.0	4.8	76.8	206.45	Morado
3	17.3	5.2	89.96	247.39	Morado
4	17.4	4.4	76.56	137.64	Morado
5	20.4	5.4	110.16	302.0	Morado

Fuente: elaboración propia /2016

3.2 Análisis proximal de la materia prima (solidos)

Tabla .9. Valores de humedad de la materia prima

Muestras	Humedad (%)	Temperatura (°C)
A	71.25	120
B	75.13	120
C	62.67	120
Promedio.	69.68	120

Fuente: elaboración propia /2016

Tabla 10. Valores de fibras de la materia prima.

Muestras	Pesos (g)			Fibras (%)
	w1	W2	w3	
A	31.21	31.04	30.22	2.62
B	31.06	30.78	30.07	2.28
C	31.30	31.11	30.33	2.49

Fuente: elaboración propia /2016

Tabla 11. Valores de cenizas de la materia prima.

Muestra	Peso de muestra (g)		Cenizas (%)
	Inicial	Final	
A	17.41	15.43	1.0
B	17.38	15.39	0.5
C	17.04	15.06	1.0

Fuente: elaboración propia /2016

3.3 Composición del pigmento extraído.

Tabla 12. Composición química del pigmento extraído

Análisis Fisicoquímico	TRATAMIENTOS							
	Cocción con maíz desgranado			Cocción con maíz entero			Maceración- 1 día	
	60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C	20°C	50°C
pH	5.13	4.97	5.09	4.99	4.71	4.73	4.79	4.88
°Brix	2	2	2.5	2.3	2.5	3.5	10	8
Acidez	0.1655	0.1641	0.1438	0.1174	0.299	0.2348	0.1084	0.0587

Fuente: elaboración propia /2016

3.4 Absorbancia del primer pigmento extraído.

Tabla 13. Valores de absorbancia del primer pigmento extraído.

Longitud de Onda	TRATAMIENTOS							
	Cocción con maíz desgranado			Cocción con maíz entero			Maceración- 1 día	
	60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C	20°C	50°C
600	2.213	2.301	2.059	2.45	-	-	1.886	1.961
750	-	-	-	-	2.379	2.184	-	-

Fuente: elaboración propia /2016

3.5 Proporciones.

Tabla 14. Proporciones para la extracción del pigmento.

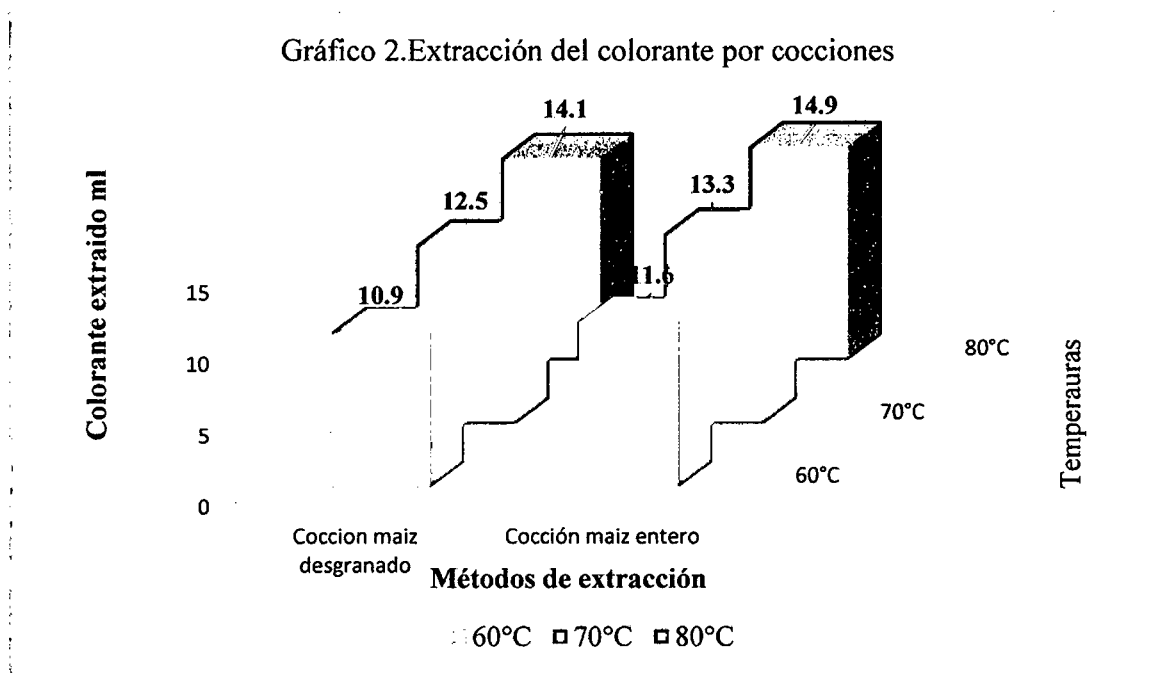
Materia	PROPORCIONES							
	Cocción con maíz desgranado			Cocción con maíz entero			Maceración- 1 día	
	60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C	20°C	50°C
Maíz	50g	50g	50g	50g	50g	50g	50g	50g
Agua/alcohol	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100 ml	100 ml
Relación	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Se agregó agua, a cada tubo que tenga 1ml, de muestra	13.3 ml	13.3 ml	13.3 ml	13.3 ml	13.3 ml	13.3 ml	13.3	13.3

3.6 Rendimiento.

Tabla 15. Cantidades de colorante obtenidas en la primera extracción.

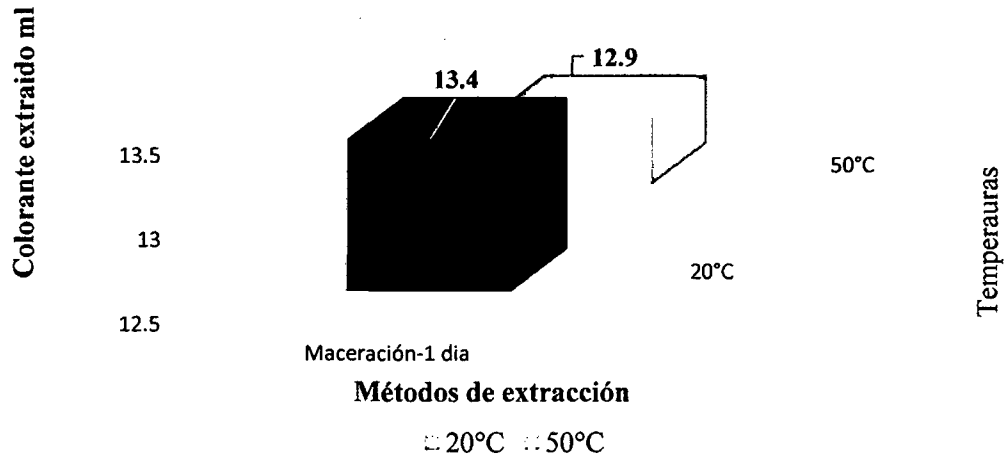
CANTIDADES DE COLORANTE OBTENIDAS DESPUES DEL PROCESO							
Cocción con maíz desgranado			Cocción con maíz entero			Maceración- 1 día	
60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C	20°C	50°C
10.9ml	12.5ml	14.1ml	11.6ml	13.3ml	14.9ml	13.4ml	12.9ml

Fuente: elaboración propia /2016



Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 3.Extracción del colorante por maceración



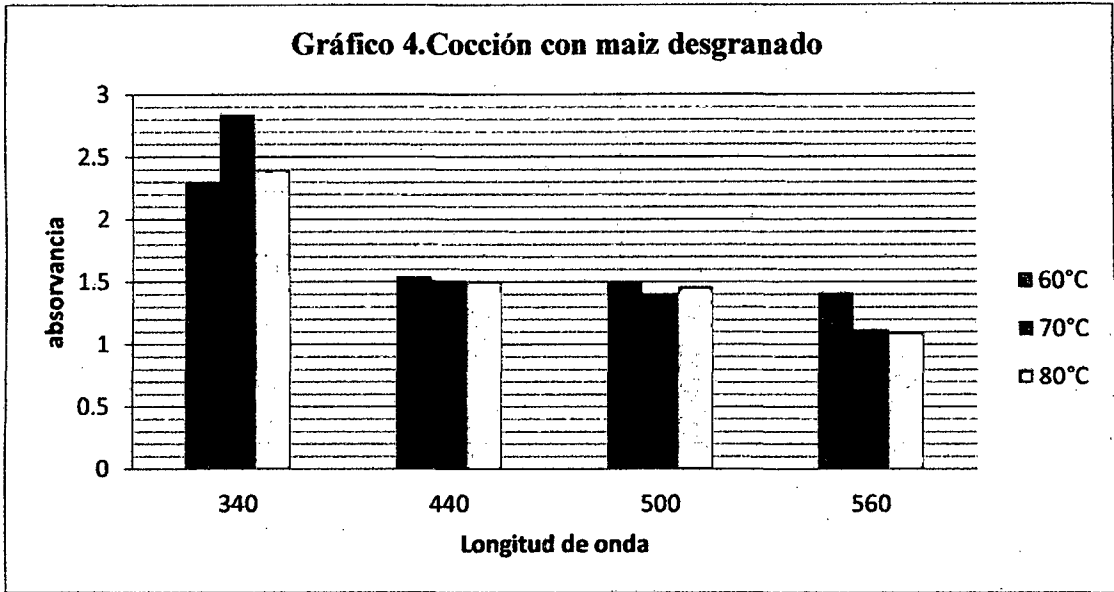
Fuente: elaboración propia /2016

3.7 Absorbancia del pigmento extraído, luego de las proporciones.

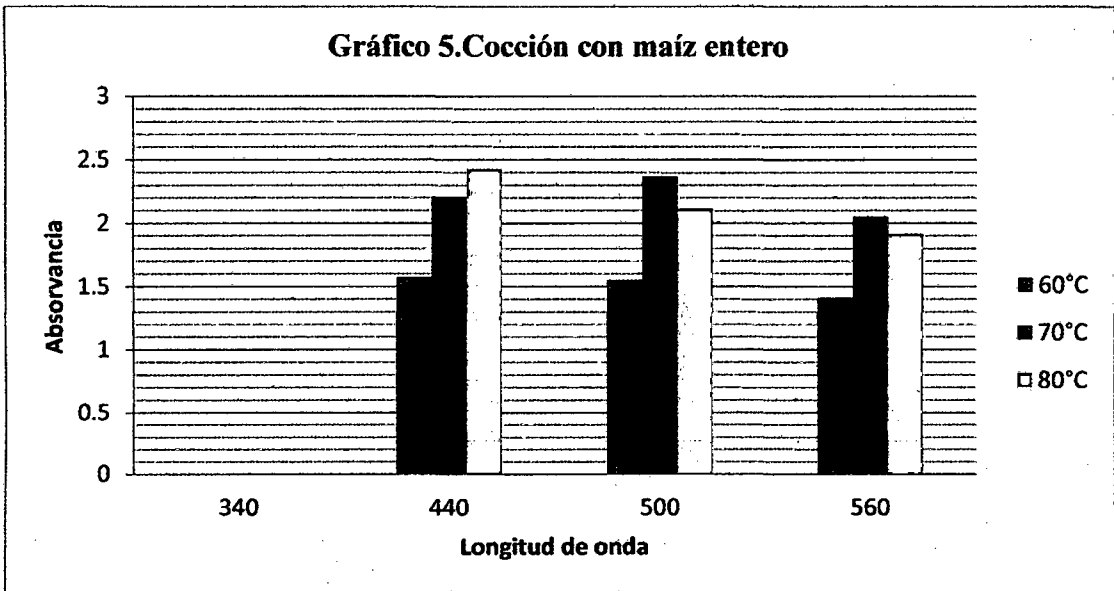
Tabla 16. Valores de absorbancia del pigmento extraído.

Longitud de Onda - nm-	ABSORBANCIAS							
	Cocción con Maíz Desgranado			Cocción con Maíz Entero			Macerado	
	60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C	20°C	50°C
340	2.3	2.84	2.4	-	-	-	1.274	0.945
440	1.541	1.51	1.5	1.576	2.207	2.429	0.375	0.294
500	1.496	1.41	1.464	1.552	2.372	2.116	0.368	0.21
560	1.414	1.117	1.099	1.412	2.056	1.916	0.236	0.178

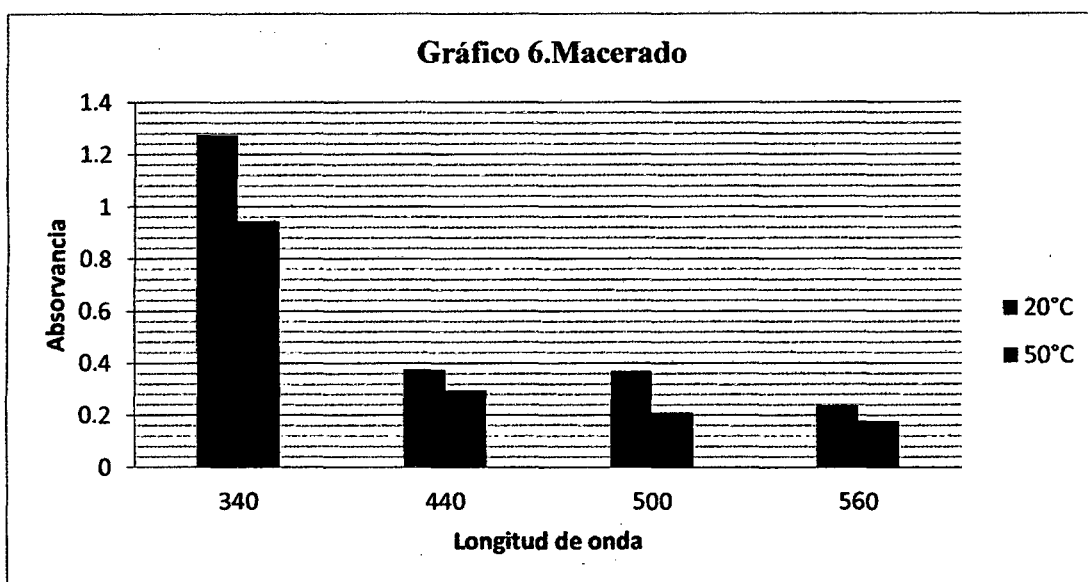
Fuente: elaboración propia /2016



Fuente: elaboración propia /2016



Fuente: elaboración propia /2016



Fuente: elaboración propia /2016

3.8 Extracción de antocianinas en diferentes tratamientos.

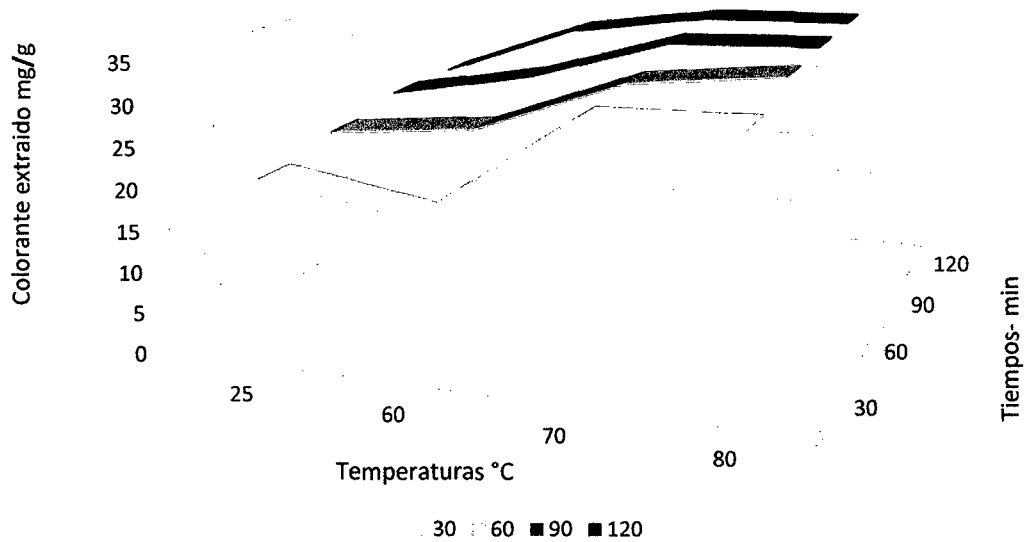
Tabla 17. Valores de extracción de antocianinas a diferentes factores.

N°	pH	Solvente	T °C	t min.	Ant. mg/g	N°	pH	Solvente	T °C	t min.	Ant. mg/g
2	3	A	25	60	22.377	18	5	A	25	60	17.57
3	3	A	25	90	23.765	19	5	A	25	90	15.022
4	3	A	25	120	23.476	20	5	A	25	120	15.634
5	3	A	60	30	17.781	21	5	A	60	30	20.023
6	3	A	60	60	24.128	22	5	A	60	60	22.489
7	3	A	60	90	27.158	23	5	A	60	90	26.237
8	3	A	60	120	30.341	24	5	A	60	120	28.212
9	3	A	70	30	30.665	25	5	A	70	30	24.764
10	3	A	70	60	31.137	26	5	A	70	60	24.332
11	3	A	70	90	32.756	27	5	A	70	90	31.104
12	3	A	70	120	33.108	28	5	A	70	120	32.128
13	3	A	80	30	32.11	29	5	A	80	30	21.375
14	3	A	80	60	33.196	30	5	A	80	60	21.129
15	3	A	80	90	33.482	31	5	A	80	90	20.981
16	3	A	80	120	33.539	32	5	A	80	120	23.275
Promedio					28.117313						22.11363

A= Solvente agua, T= Temperatura, t= tiempo, Ant.= Antocianina (mg/g muestra),

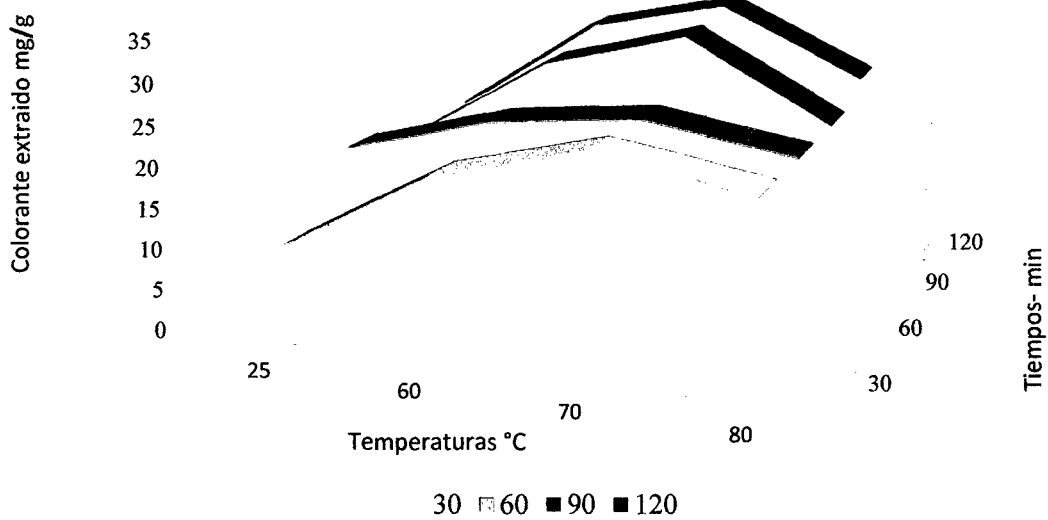
Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 7. Extracción de antocianina con diferentes factores (pH 3)



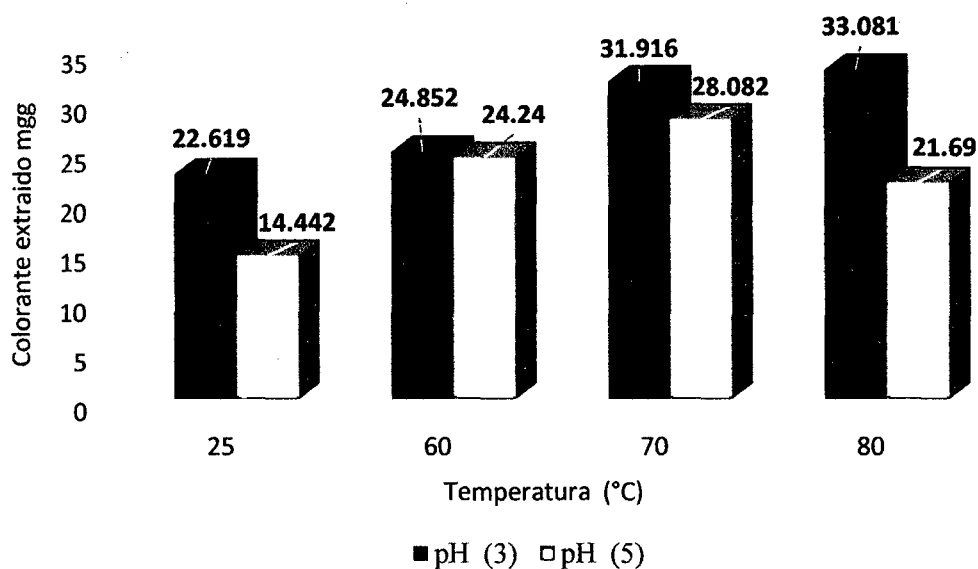
Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 8. Extracción de antocianina con diferentes factores (pH 5)



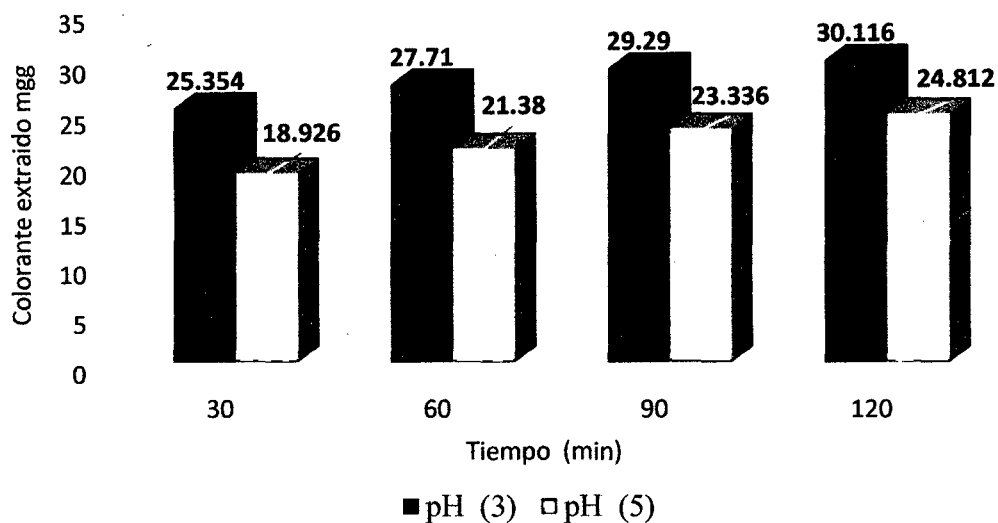
Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 9. Colorante extraído vs Temperatura



Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 10. Colorante extraído vs Tiempo

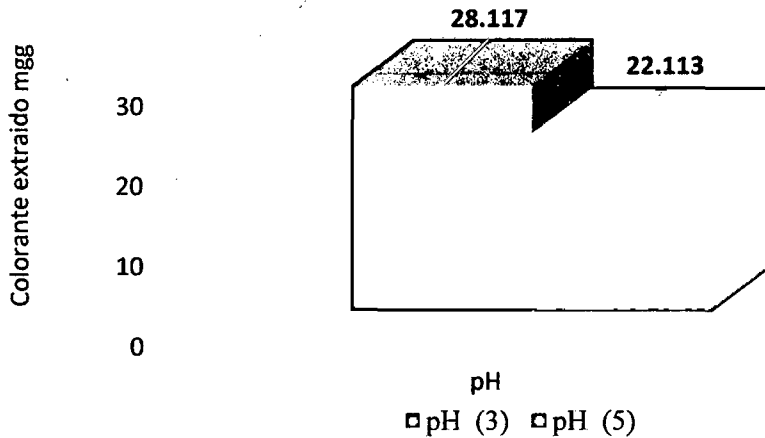


Fuente: elaboración propia /2016

En el grafico se observa que el tiempo de extracción adecuado es de 120 minutos, es lo suficiente como para que el solvente utilizado en la extracción ingrese y se difunda en las partículas sólidas del maíz, llene sus poros, las antocianinas entren en contacto y

difundan hacia el solvente y se produzca la transferencia de éstas desde la superficie de dicha partícula hacia el seno del solvente extractivo.

Gráfico 11. Colorante extraído vs pH



Fuente: elaboración propia /2016

3.9 Análisis Organoléptico de las dos temperaturas.

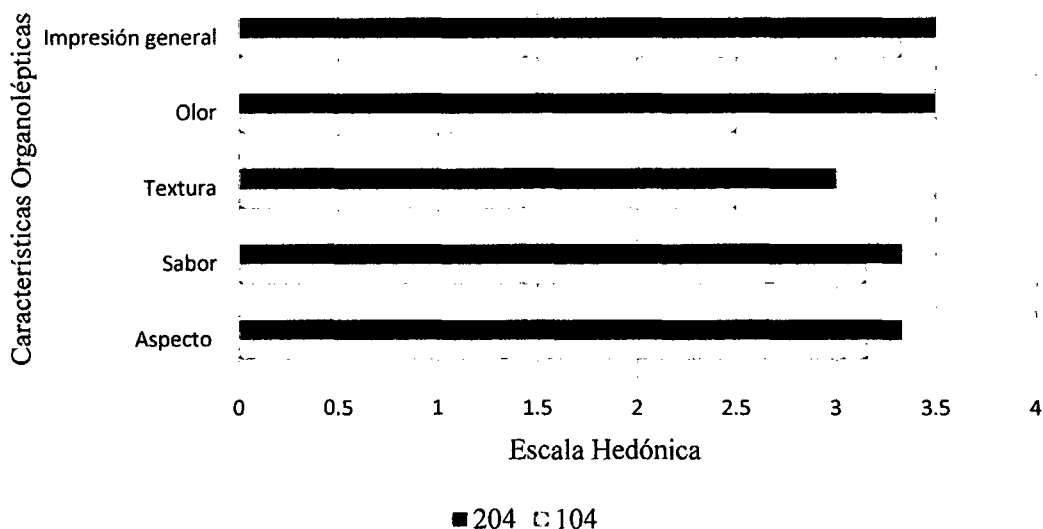
Se procede a evaluar las dos muestras con seis panelistas calificados.

Tabla 18. Valores del primer análisis organoléptico.

Panelistas	ASPECTO		SABOR		TEXTURA		OLOR		IMPRESIÓN GENERAL	
	Cocción maíz entero		Cocción maíz entero		Cocción maíz entero		Cocción maíz entero		Cocción maíz entero	
	104 (70° C)	204 (80° C)	104 (70° C)	204 (80° C)	104 (70° C)	204 (80° C)	104 (70° C)	204 (80° C)	104 (70° C)	204 (80° C)
1	3	4	4	3	3	3	2	3	3	4
2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2
3	2	3	4	3	2	3	2	4	3	4
4	4	4	2	4	3	2	3	4	4	3
5	3	4	4	3	2	3	2	3	3	4
6	4	3	3	4	3	5	4	5	4	4
Prom.	3.16	3.33	3.16	3.33	2.5	3	2.5	3.5	3.33	3.5

Fuente: elaboración propia /2016

Gráfico 12. Valores Organolépticos de las dos temperaturas.



Fuente: elaboración propia /2016

3.10 Análisis Organoléptico de las tres diluciones

Luego de obtener que la temperatura idónea es 80°C, se prepara tres muestras con tres proporciones para ser evaluada por 31 panelistas, con la finalidad de elegir cual proporción, el colorante mantiene sus propiedades organolépticas y es el adecuado para elaborar la bebida saludable.

Tabla 19. Valores del segundo análisis organoléptico.

	ASPECTO			SABOR			TEXTURA			OLOR			IMPRESIÓN GENERAL		
	Dilución			Dilución			Dilución			Dilución			Dilución		
	110'	130	120	110'	130	120	110'	130	120	110'	130	120	110'	130	120
1	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	1	4	4	2.5	4
2	4	2	4	3	2	3	4	2	4	4	1	4	4	2	4
3	4	2	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3
4	4	2	3	5	2	3	4	2	3	4	1	2	4	2	3
5	5	1	2	4	1	2	4	2	3	5	1	3	5	1	2
6	3	1	2	4	3	2	3	2	2	3	2	2	3.25	2	2
7	3	2	3	1	2	1	1	3	2	3	2	2	3	2	2
8	4	3	2	2	2	1	5	2	1	3	2	1	3.5	2	1

9	4	2	3	4	2	3	5	3	4	5	2	4	5	2	4
10	4	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3.5	2.5	3
11	5	2	3	5	3	3	5	2	3	5	3	4	5	3	3
12	3	3	3	4	2	3	3	3	2	5	4	3	3	3	2
13	5	3	5	5	1	3	4	2	3	5	2	4	5	2	4
14	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	3	4	3.25	2.5	3
15	4	3	3	4	2	3	5	3	3	4	3	3	4.25	2.75	3
16	4	3	3	5	4	2	4	4	3	4	3	3	4	4	3
17	4	3	4	3	3	3	5	4	4	4	3	3	4	3	3.5
18	4	1	2	3	1	2	3	1	2	4	2	3	3	2	2
19	3	2	4	5	3	4	2	3	5	5	4	2	4	4	3
20	5	2	3	4	2	3	3	2	2	5	4	2	4	2	3
21	2	2	2	3	2	2	3	2	3	4	2	3	3	2	2.5
22	3	4	3	2	3	2	4	4	3	3	2	3	3	3.3	2.8
23	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	3	2	3	4
24	4	3	4	5	3	4	4	4	3	5	4	4	5	4	4
25	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	4	2	3
26	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3
27	4	3	5	3	2	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3
28	4	3	3	4	2	1	4	3	2	4	4	4	4	3	3
29	5	2	3	5	2	3	4	3	2	4	2	2	5	3	4
30	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	3.5	2.7	2.5
31	3	2	3	2	3	2	4	3	2	4	1	3	3.3	2.3	2.5

Fuente: elaboración propia /2016

Tabla 20. Valores promedio del aspecto del pigmento del maíz morado.

Diluciones	Nº de panelistas	Resultados
1:2 (110).	31	3.74
1:3 (120).	31	2.41
1:1 (130).	31	3.12

Fuente: elaboración propia /2016

En este cuadro de resultados se observa que el aspecto de la dilución 1:2 es la más acertada por los panelistas, ya que se encuentra en un valor hedónico bueno, muy

cerca de excelente, dando a conocer que tiene muy buena presentación. La dilución 1:1 presenta una calificación buena.

Tabla 21. Valores promedio del sabor del pigmento del maíz morado.

Diluciones	Nº de panelistas	Resultados
1:2 (110).	31	3.51
1:3 (120).	31	2.32
1:1 (130).	31	2.70

Fuente: elaboración propia /2016

En este cuadro de resultados se observa que en cuanto al sabor de la dilución 1:2 es la más acertada por los panelistas, y que se encuentra en un valor hedónico de bueno, sobrepasando el promedio hedónico que es 3, dando a conocer que presenta muy buen sabor.

Tabla 22. Valores promedio de textura del pigmento del maíz morado.

Diluciones	Nº de panelistas	Resultados
1:2 (110).	31	3.54
1:3 (120).	31	2.64
1:1 (130).	31	2.83

Fuente: elaboración propia /2016

En este cuadro de resultados se observa que en cuanto a la textura de la dilución 1:2 es la más acertada por los panelistas, y que se encuentra en un valor hedónico bueno, sobrepasando el promedio general de la escala hedónica.

Tabla 23. Valores promedio del olor del pigmento del maíz morado.

Diluciones	Nº de panelistas	Resultados
1:2 (110).	31	3.93
1:3 (120).	31	2.45
1:1 (130).	31	2.93

Fuente: elaboración propia /2016

En este cuadro de resultados se observa que en cuanto al olor de la dilución 1:2 presenta una calificación más acertada por los panelistas y el mayor promedio a comparación de las demás características, encontrándose en un valor hedónico muy

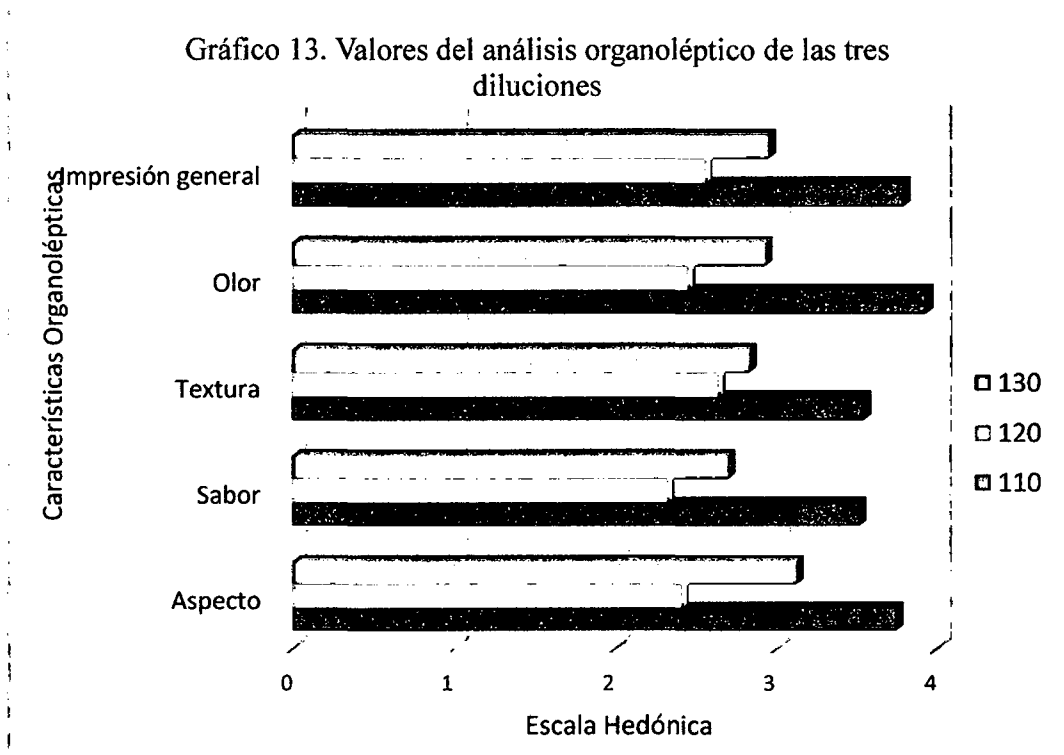
cerca de excelente, calificando de esta forma que el pigmento esta en excelentes condiciones, con un olor muy agradable.

Tabla 24. Valores promedio de impresión general del pigmento del maíz morado.

Diluciones	Nº de panelistas	Resultados
1:2 (110).	31	3.79
1:3 (120).	31	2.56
1:1 (130).	31	2.95

Fuente: elaboración propia /2016

En este cuadro de resultados se observa que en cuanto a la impresión general de la dilución 1:2 es la más acertada por los panelistas, y que se encuentra en un valor hedónico entre bueno a excelente, colocándose por encima del promedio general hedónico que es 3.



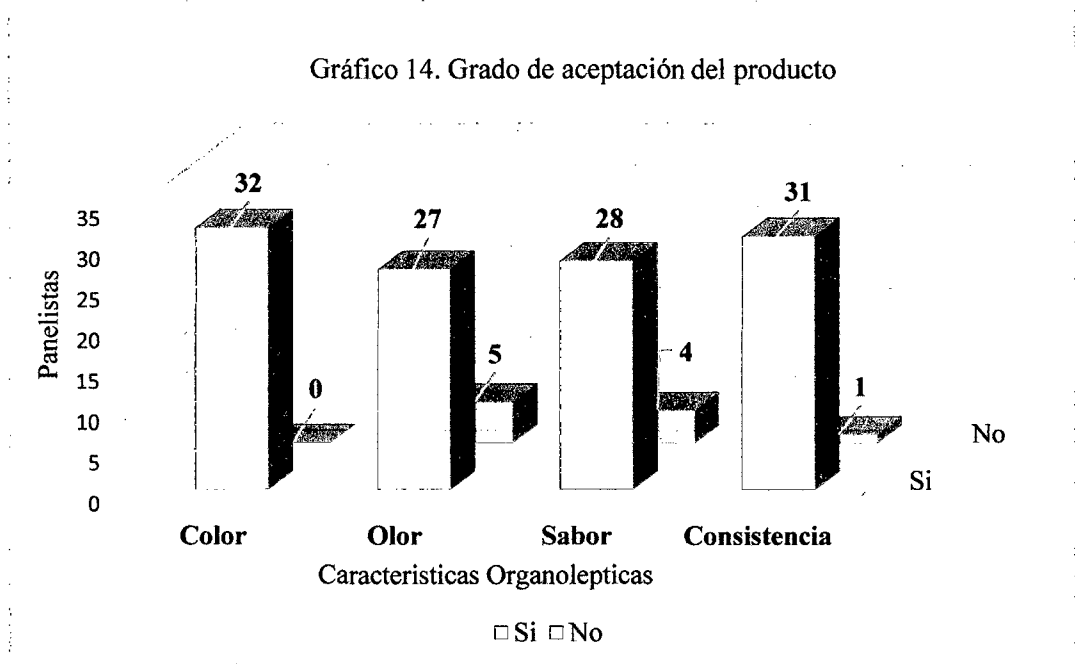
Fuente: elaboración propia /2016

Dado el gráfico anterior, se observa que la dilución 1:2 (110) es la más acertada por los panelistas con los mayores valores en la escala hedónica, en conclusión esta

dilución será la utilizada para la elaboración de la bebida saludable, ya que en sus características organolépticas presenta un alto índice de aceptación.

3.11 Grado de aceptación del producto

El cuadro de resultados de aceptación del producto, calificado por 32 panelistas se detalla en el anexo 6.



Fuente: elaboración propia /2016

Dado los resultados indican que el 100% de los panelistas califican que el producto mantiene su color totalmente, seguidamente un valor muy alto en cuanto a su consistencia, pocos dijeron que el sabor y su olor no mantenían sus propiedades organolépticas, pero en conclusión este producto se encuentra en buenas condiciones, mantiene en gran parte sus propiedades organolépticas, y está apto para el consumo, y salida al mercado.

3.12 Evaluación estadística de los supuestos del diseño en bloques completamente al azar DBCA.

Tabla 25. Valores estadísticos de la prueba organoléptica en los tres métodos.

Método de extracción	Media	N	Desv. típ.
Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	1.68775 (a)	4	0.411539
Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	1.71925 (a)	4	0.765551
Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	1.61575 (a)	4	0.553325
Cocción con Maíz Entero + 60°C	1.135 (a)	4	0.760115
Cocción con Maíz Entero + 70°C	1.65875 (a)	4	1.113338
Cocción con Maíz Entero + 80°C	1.61525 (a)	4	1.097334
Macerado + 20°C	0.56325 (a)	4	0.478128
Macerado + 50°C	0.40675 (a)	4	0.362152
Total	1.30022	32	0.831161

Fuente: elaboración propia /2016

Existe 1 grupo homogéneo de los cuales los 8 tratamientos reportan diferencias no significativas entre ellas $P < 0.05$. (Prueba Duncan).

El análisis de varianza reporta diferencias no significativas entre los tratamientos $P < 0.05$. (Prueba Tukey).

Tabla 26. Valores estadísticos de la prueba organoléptica en tres diluciones

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Aspecto del pigmento (antocianina) de maíz morado	0.221	2	90	0.802
Sabor del pigmento (antocianina) de maíz morado	5.537	2	90	0.005
Textura del pigmento (antocianina) de maíz morado	2.186	2	90	0.118

Olor del pigmento (antocianina) de maíz morado	1.185	2	90	0.311
Impresión general del pigmento (antocianina) de maíz morado	0.951	2	89	0.390

Fuente: elaboración propia /2016

Se cumple la igualdad de varianzas $P > 0.05$ a los largo de los tres tratamientos- Tres diluciones. (**Prueba de Levene**).

Se cumple la normalidad de los datos a los lardo de los tres tratamientos-Tres diluciones (**Prueba de Kolmogorov- Smirnov**).

IV. DISCUSIONES

- La estabilidad de antocianinas y otros pigmentos en los alimentos disminuirá con el aumento de temperatura (Otiniano, V. 2012). Observó una disminución consistente de proteínas a 100 °C en extractos de agua de maíz morado que indica una posible desnaturalización de proteína por las altas temperaturas, lo que podría resultar por la precipitación de la antocianina que conduce a una disminución de su contenido en las comidas preparadas. Por lo tanto, los diversos resultados dados en el proceso de extracción de antocianina indican la importancia del método de cocción en la retención de nutrientes y la preservación de los pigmentos naturales después del procesamiento térmico, los cuales son importantes parámetros de calidad. Finalmente, las propiedades funcionales de las antocianinas y su manera de consumirlas abren una nueva perspectiva para la obtención de productos coloreados con valor agregado para el consumo humano.
- Para aumentar la velocidad global de transferencia de materia suele actuarse sobre distintos factores como la reducción del tamaño de partícula, el aumento de la temperatura de extracción, la agitación del fluido, la proporción de sólido-líquido y el tipo de disolvente utilizado. En esta investigación cabe destacar que resultó muy importante la elección de un disolvente como el agua, que sea selectivo con el soluto que se desea extraer y que presente una viscosidad lo suficientemente baja para que pueda penetrar y moverse con facilidad por el interior del sólido (Ibarz Ribas et al., 2000).
- Gorriti Gutiérrez et. Al (2009) estudiaron las mejores condiciones de extracción de antocianinas a partir de corontas de maíz morado. Ensayaron extracciones con soluciones etanólicas al 20% y pH 2 acondicionadas según un diseño factorial con los factores temperatura y tiempo de extracción. Los resultados obtenidos indicaron que las mejores condiciones de extracción correspondieron a una temperatura de 75°C y un tiempo de extracción de entre 120 y 140 minutos, muy cerca a los resultados obtenidos que nos indicaron una temperatura favorable de 80°C y tiempo de 120 minutos (Gráfico 7 y 8), mientras que las condiciones más desfavorables

fueron 25°C y 30 minutos, que son los mismos resultados obtenidos. También estudiaron la influencia de otras variables de proceso como el solvente, pH, la temperatura y el tiempo de extracción (Gorriti Gutiérrez et al.2009 b). Concluyeron que la extracción se vio favorecida por la utilización de un medio etanólico al 20% como agente de extracción y un pH entre 2 y 4, resultado similar a lo obtenido en la presente investigación que fue entre 3 y 5 (Gráfico 11).

- En relación a la extracción, (Rodríguez y Wolstrad, 2001) señalan que el carácter polar de la molécula de antocianina permite su solubilidad en variados solventes, tales como alcoholes, agua que fueron los que se usó en la investigación y acetona. Su estabilidad es afectada fácilmente por modificaciones estructurales con grupos hidroxilos, metoxilos, glucósidos y, especialmente grupos acilos, además de por factores como la temperatura y la luz (Francis y Markakis, 1989, Wrolstad, 2000). El método de extracción debe ser el más adecuado para la aplicación concreta. Así en el caso de las antocianinas, se debe maximizar la extracción de pigmentos (método de cocción con maíz entero 80°C) minimizar los compuestos adjuntos extraídos y limitar la degradación o alteración del estado natural del extracto.
- Dependiendo del pH las antocianinas pueden encontrarse en distintas formas química (Moldovan et al., 2012; Bordignon et al., 2009). En los estudios consultados sobre el efecto del pH en la estabilidad de las antocianinas, los rangos de experimentación van desde 1.0 a 13.0. En general se puede señalar que bajos valores de pH posibilitaron la obtención un mayor rendimiento en la extracción, lo que probablemente se debió a que valores altos de acidez favorecieron la formación del catión flavilio, que es la forma más estable de las antocianinas. En la presente investigación se decidió trabajar entre los pH 3 y 5. No se trabajó a valores más bajos de pH dado que el objetivo de extraer antocianinas del maíz morados es poder obtener un extracto que pueda afectar las características sensoriales del producto en el que fuera añadido. Por otro lado, valores de pH más altos de 5.2 podrían producir una degradación rápida de las antocianinas, por lo que es probable que gran parte de éstas se perdieran en el proceso extractivo (Castañeda-Ovando, 2009a).

- En el gráfico 8 muestran las estimaciones para las antocianinas en función de la temperatura donde se ve que el mejor rendimiento de extracción es con una temperatura de 80°C. Por encima de esta temperatura, se producirá una disminución del rendimiento de antocianinas totales. Este comportamiento puede deberse a que hasta 80°C, la elevación de la temperatura estaría favoreciendo la extracción al aumentar la solubilidad de los antocianos y el coeficiente de difusión (Cacace y Mazza, 2003). Sin embargo, por encima de esa temperatura, las antocianinas extraídas se degradarán, probablemente debido a que el efecto del calor produciría pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo, con la consecuente producción de chalconas incoloras (Fennema, 2000).
- El tiempo de extracción debe ser el adecuado como para que el solvente utilizado en la extracción ingrese y se difunda en las partículas sólidas de maíz morado, llene sus poros, las antocianinas entren en contacto y difundan hacia el solvente y se produzca la transferencia de éstas desde la superficie de la partícula del maíz hacia el seno del solvente extractivo. Además conviene recordar que la transferencia de masa se producirá hasta que el conjunto (partícula – solvente) alcance una concentración de antocianinas uniforme (Ulularé et al., 2010; Brennan et al., 1980). Por otro lado, Fan et al. (2008a) y Gorriti Gutierrez et al. (2009a), estudiando el efecto del tiempo en la extracción de antocianinas de batata morada y de las corontas del maíz morado, respectivamente, trabajaron con un tiempo máximo de 2 h. Teniendo en cuenta todo esto, se planteó efectuar los ensayos de la presente investigación en el rango de tiempo entre 1.0 y 6.0 h. La decisión de realizar ensayos hasta tiempos de 6.0 h fue para considerar un tiempo suficientemente largo para que las estructuras de las antocianinas se vean deterioradas y así el máximo de extracción esté localizado dentro del rango de experimentación.

V. CONCLUSIONES

- El mejor método de extracción según sus niveles de absorbancia es por cocción con maíz entero, puesto que presenta mayor cantidad de sólidos totales (°Brix), mayor color, un pH más ácido, a comparación con los demás métodos, con resultados de °Brix bajos.
- La mejor condición de extracción en base a rendimientos óptimos son a una temperatura de 80°C, un tiempo de 120 minutos, un pH de 3. Por encima de estos valores se obtiene un rendimiento desfavorable, es por eso que no se trabajó con mayores temperaturas y tiempo.
- La mejor temperatura de extracción de antocianina dado por los 6 panelistas entrevistados durante la prueba organoléptica es de 80°C, obteniendo el promedio mayor en la escala hedónica de 3.5 en impresión general y olor, seguido de 3.33 en aspecto y sabor.
- La mejor dilución del colorante para la elaboración de la bebida saludable calificada por los 32 panelistas es de 1:2 (110) obteniendo mayores valores en la escala hedónica en todas sus características organolépticas, superando al promedio general que es de 3 frente a las otras diluciones. Con un olor, impresión general y aspecto de 3.93 y 3.79 y 3.74 respectivamente, ubicándose entre bueno y excelente.
- En el análisis estadístico para los tres métodos de extracción, tras realizar la prueba Duncan y Turkey frente a un nivel de significancia del 5%, se determinó que existen diferencias no significativas entre los subconjuntos homogéneos (métodos de extracción y longitud de onda) con un $P < 0.05$.
- En la Prueba T-student para la igualdad de medias, realizado en el análisis estadístico en dos temperaturas se determinó que no existe diferencias significativas entre los promedios en todas sus características organolépticas, ya que el valor de P

de significancia bilateral es mayor a 0.05, pero en la prueba de Levene para la igualdad de varianzas se determinó que solo en el sabor del método cocción de maíz entero, existe desigualdad en sus varianzas con un P de significancia < 0.05 .

- Existen diferencias significativas entre todas las diluciones respecto a cada variable dependiente o a cada característica organoléptica, en el análisis de varianza, por obtener valores de $p < 0.05$ y solamente en olor e impresión general existe diferencia significativa entre los 31 panelistas. Tras realizar las comparaciones múltiples mediante la prueba Duncan reporta que la dilución con mayor valor en la escala hedónica es la 110 (1:2).
- La bebida saludable elaborada tuvo una buena aceptación por los panelistas, ya que se hizo con las mejores condiciones de extracción comprobadas en la presente investigación, se consideró que tecnológicamente sería de mayor utilidad tener un producto a menor pH, mayor temperatura y mayor tiempo. De lo contrario afectaría sus características sensoriales.
- Cuanto mayor sea la cantidad de solvente usado menor será la concentración de antocianinas y de copigmentos en el medio de extracción, ya que esta constituye uno de los principales factores de estabilización de las antocianinas al proteger a estas del ataque nucleofílico de solventes prótidos (en este caso etanol) que ataca al catión flavilio posición (2) generando estructuras de antocianinas más inestables, y bases carbinol incoloras. Es por eso que el método de maceración se obtuvo menor rendimiento del colorante, menor color, mayor pH y por ende menor absorbancia.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones posteriores que permitan determinar la gran utilidad del colorante de antocianina en industrias como farmacéuticas, alimentarias, químicas, textiles, cosmetológicas, entre otras.
- Para la obtención del colorante antocianina del zea maíz L. “Maíz morado” de manera eficiente, se deberá eliminar por completo los residuos presentes en la superficie, y elegir el maíz en buen estado de madurez, libre de humedad ya que altera su nivel de pH.
- Formular proyectos de inversión que permita la utilización de la base tecnológica generada en la investigación en torno a la obtención del colorante de maíz morado que permitan la utilización en diferentes industrias, incentivar una idea de negocio.
- El colorante de antocianina obtenidos en la presente investigación antes de ser usados para la elaboración de bebida saludable tienen que ser pasados por investigación de inocuidad muy estricta, reacciones adversas en contacto con alimentos en cuanto a su solubilidad, de tal manera que no ponga en riesgo la seguridad alimentaria y salud pública, si se requiere poner al mercado.
- La extracción del colorante de maíz morado, y la elaboración de la bebida saludable con la tecnología empleada en la investigación (artesanal), deberá ser innovada a una producción automatizada y a buena escala a fin de que sea competitiva con otras investigaciones similares.
- Para el cálculo de las propiedades fisicoquímicas, de extracción del colorante con diversos factores, se tendría que hacer en maquinaria más eficiente que no permitan la distorsión de los datos indispensables para la elaboración de un producto a partir de ella.
- Para determinar los niveles de las variables en la elaboración de una bebida saludable es necesario analizar todos los parámetros que influyen en dicha bebida, ya que la estructura de una bebida saludable es diferente a la de una refrescante.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✦ Bordignon CL Jr, Francescato V, Nienow AA, Calvete E, Reginatto FH. (2009). Influencia del pH de solución extractiva en las antocianinas de frutos de morango. *Ciencia e Tegnologia de Alimentos*, 29: 183-188.
- ✦ Brennan JG, Butters JR, Cowell ND, Lilly AE. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. 2a ed., Zaragoza: Acribia, 1980.
- ✦ BRIDGERS, E.N.; CHINN, M.S.; TRUONG, V.D. (2010). Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweetpotatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. *Industrial, en: Crops and Products*, 32 (3): 613-620.
- ✦ Buckow R, Kastell A, Shiferaw, Terefe NS, Versteeg C. (2010). Pressure and temperature effects on degradation kinetics and storage stability of total anthocyanins in blueberry juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 10076-10084. traducir
- ✦ Cacace JE, Mazza G. (2003). Optimization of extraction of anthocyanins from black currants with aqueous ethanol. *Journal of Food Science*, 68: 240- 248.
- ✦ Castañeda Ovando A, Galán Vidal CA, Pacheco Hernández M de L, Rodríguez JA, Páez Hernández ME. (2009a). Evaluación del contenido de metales y su efecto en la estabilidad de antocianinas. *Journal of Food*, 7: 225– 232.
- ✦ Fan G, Han Y, Gu Z, Che D. (2008a). Optimizing conditions for anthocyanins extraction from purple sweet potato using response surface methodology (RSM), *LWT - Food Science and Technology* 41:155–160.
- ✦ Fennema OR. *Química de los Alimentos*, 2a ed. Zaragoza: Acribia SA, 2000.
- ✦ Fernández, N.A. 1995. Extracción y pre -purificación de antocianinas de maíz morado. Tesis para optar el título de Ing. en Industrias. Alimentarias. U.N.A. Lima-Perú.
- ✦ GAMARRA, F.M.; LEME, G.C.; TAMBOURGI, E.B.; BITTENCOURT, E. (2009). Extração de corantes de milho (*Zea mays* L.), en: *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 29(1): 62-69.

- ✦ Garzón, G.A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión, en: *Acta biol. Colomb.* 13(3): 27-36.
- ✦ Gorriti Gutierrez A., Arroyo Acevedo J., Negron Ballarte L. Jurado Teixeira B., Purizaca Llajaruna H., Santiago Aquise I., Taype Espinoza E., Quispe Jacobo F. (2009a). Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (*Zea mays* L.): Método de extracción. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8: 509-518.
- ✦ Gorriti Gutierrez A, Fredy Quispe J, Jorge L., Arroyo A., Augusta Córdova R., Bertha Jurado T., Llarío Santiago A., Evelyng Taype E. (2009b). Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. Maíz morado. *Ciencia e Investigacion*, 12 : 64-74.
- ✦ Ibarz Ribas A, Barbosa Cánovas GV, Garza Garza S, Gimeno Añó V. Métodos experimentales en la ingeniería alimentaria. España: Acribia S.A., 2000.
- ✦ Luisa Negrón (2011). *TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DEL YACÓN Y MAÍZ MORADO*, Universidad de San Marcos.
- ✦ Mazza G. (1995). Anthocyanins in grapes and grape products. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 35: 341-371.
- ✦ Ministerio de agricultura y riego- *Oficina de estudios económicos y estadísticos. www.minagri.gob.pe*
- ✦ Moldovan B, David L, Chişbora C, Cimpoi C. (2012). Degradation kinetics of anthocyanins from european cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) fruit extracts. Effects of temperature, pH and storage solvent. *Molecules* 2012, 17: 11655-11666.
- ✦ Otiniano, V. 2012. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en la coronta y grano de maíz (*Zea mays* L.) variedad morada nativa cultivada en la ciudad de Trujillo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo. 74 p.
- ✦ Rodríguez L, Wolstrad R. (2001). Extracción, asolación, y purificación de antocianinas. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. F1.1.1.

- ♣ Sari P, Wijaya CW, Sajuthi D, Supratman U. (2012). Colour properties, stability, and free radical scavenging activity of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: Natural and copigmented anthocyanins. *Food Chemistry*, 132: 1908–1914. Traducer.
- ♣ Stanciuc,V. (2011) Tesis “Teñido De Fibras Sinteticas Utilizando Colorante Extraído De Maíz Morado (*Zea Mays L.*) ” Universidad Nacional del Callao.
- ♣ Ullauri PG. Transporte de masa en extracción fase sólido – líquido. Quito: ReCiTeIA, 2010.
- ♣ Von Elbe J.H.; Steven J. (2000). Colorantes. (pp.773-854). En: FENNEMA, O.R. *Química de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia SA.
- ♣ Yufera, E.P. 1979. *Química agrícola III. Alimentos*. Ed. Alhambra S.A. 1ºed.p 320. España.17.
- ♣ Zapata (2014) “Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos” Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad Ciencias de la Alimentación, carrera Ingeniería de Alimentos .Córdoba, Argentina.
- ♣ Zapata, R. 1978. Extracción de colorante a partir de Achiote. Tesis para optar el título de Ing. en Ind. Alimentarias. U.N.A. Lima – Perú.
- ♣ [Http://www.fatsecret.cl/caloriasnutrición/genérico](http://www.fatsecret.cl/caloriasnutrición/genérico)

ANEXO 1.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA Y DEL COLORANTE.

Anexo1.1: Método para la determinación de la Humedad

Este método consiste en la eliminación del agua libre y semi ligada mediante el proceso de secado del maíz morado, para ello se utilizó la Balanza de Humedad (Adam Equipamiento, 2004), que funciona a base de radiación infrarroja, que arrojará resultados del % de humedad cada minuto.

Calculo en porcentaje de humedad

$$\% \text{ de Sólidos Totales} = 100 \cdot \left[\frac{W2 - W3}{W1} \right]$$

Donde

W1, peso de la muestra

W2, peso de placa más el peso de muestra, después de cada lectura

W3, peso constante de la placa.

Calculo del porcentaje de sólidos

$$\% \text{ de Humedad} = 100 - \% \text{ Sólidos totales}$$

Anexo1.2: Método para la determinación del pH.

Con el uso del pH-metro microprocesador Q400MT calibrado, se procedió primero a extraer el colorante del maíz morado con cocciones a diferentes temperaturas, con diferentes solventes, luego se introdujo en el diodo del equipo y se anotó los resultados.

Anexo1.3: Método para la determinación de acidez titulable.

El análisis se basa en la titulación con NaOH al 0.1.N colocándose 1g. de colorante de maíz morado y 10ml de agua destilada en un matraz de Erlenmeyer de 250 ml., posteriormente se agregó 3 gotas de

fenolftaleína al 1% y se tituló con NaOH al 0.1N, hasta que la solución cambie a una solución rosa, luego se expresó como porcentaje de acidez usando la siguiente formula:

$$\%Acidez = \left[\frac{N(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) \times PeX(\text{Acido citrico})}{W(\text{Peso dela muestra})} \right] \times 100$$

Donde

N= Normalidad de la solución de NaOH.

V= mL de NaOH gastado.

peX= Peso mili equivalente del ácido orgánico X (Ácido cítrico).

W= Peso dela muestra.

Anexo1.4: Método para la determinación de cenizas.

Las cenizas están constituidas por todos los residuos inorgánicos que quedan después que la materia orgánica se haya calcinado. Se calculó el porcentaje de cenizas en base al peso inicial, mediante la siguiente formula:

$$\%Cenizas = 100 \times \left[\frac{W3 - W1}{W2 - W1} \right]$$

Donde:

W₁: peso del crisol inicial (g)

W₂: peso del crisol más la muestra (g)

W₃: peso del crisol más la ceniza obtenida (g)

Anexo1.5: Método para la determinación de fibras.

Las fibras son los residuos orgánicos lavados y secados que queda después de hervir sucesivamente el material desgranado con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluido.

$$\% \text{ Fibra cruda} = 100 \times \left[\frac{W2 - W3}{W1} \right]$$

Donde:

W₁: peso del crisol inicial más la muestra (g)

W₂: peso del crisol después de salir de la estufa. (g)

W₃: peso del crisol después de salir de la mufla. (g)

Anexo1.6: Método para medir la Absorbancia.

La absorbancia es la distribución de energía de una luz reflejada o transmitida por un alimento en particular, en este caso por el color característico del colorante extraído del maíz morado. Esta energía está implícita en el espectrofotómetro continuo en intervalos que van desde longitudes de onda desde (λ) 10-5 nm hasta λ de 1017nm.

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LOS TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN MADIANTE SUS ABSORBANCIAS.

2.1 Análisis de Varianza Univariante.

Factor Inter sujetos

		Etiqueta del valor	N
Longitud de onda	1	340	8
	2	440	8
	3	500	8
	4	560	8
Métodos de extracción	1	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	4
	2	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	4
	3	Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	4
	4	Cocción con Maíz Entero + 60°C	4
	5	Cocción con Maíz Entero + 70°C	4
	6	Cocción con Maíz Entero + 80°C	4
	7	Macerado + 20°C	4
	8	Macerado + 50°C	4

Prueba de los efectos Inter-sujetos ANVA

Variable Independiente- Valores de observancias usando los tres métodos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Longitud de onda	0.337	3	0.112	0.181	0.908
Método empleado	8.087	7	1.155	1.868	0.127
Error	12.992	21	0.619		
Total corregida	21.416	31			

2.2. Prueba Post Hoc

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente:

Método Estadístico	(I) Método de extracción	(J) Método de extracción	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-0.03150	0.556169	1.000	-1.89697	1.83397
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	0.07200	0.556169	1.000	-1.79347	1.93747
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	0.55275	0.556169	0.970	-1.31272	2.41822
		Cocción con Maíz Entero + 70°C	0.02900	0.556169	1.000	-1.83647	1.89447
		Cocción con Maíz Entero + 80°C	0.07250	0.556169	1.000	-1.79297	1.93797
		Macerado + 20°C	1.12450	0.556169	0.492	-0.74097	2.98997
		Macerado + 50°C	1.28100	0.556169	0.337	-0.58447	3.14647
	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	0.03150	0.556169	1.000	-1.83397	1.89697
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	0.10350	0.556169	1.000	-1.76197	1.96897
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	0.58425	0.556169	0.960	-1.28122	2.44972
		Cocción con Maíz Entero + 70°C	0.06050	0.556169	1.000	-1.80497	1.92597
		Cocción con Maíz Entero + 80°C	0.10400	0.556169	1.000	-1.76147	1.96947

DHS de Tukey		80°C					
		Macerado + 20°C	1.15600	0.556169	0.458	-0.70947	3.02147
		Macerado + 50°C	1.31250	0.556169	0.310	-0.55297	3.17797
		Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	-0.07200	0.556169	1.000	-1.93747	1.79347
		Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-0.10350	0.556169	1.000	-1.96897	1.76197
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	0.48075	0.556169	0.986	-1.38472	2.34622
		Cocción con Maíz Entero + 70°C	-0.04300	0.556169	1.000	-1.90847	1.82247
		Cocción con Maíz Entero + 80°C	0.00050	0.556169	1.000	-1.86497	1.86597
		Macerado + 20°C	1.05250	0.556169	0.570	-0.81297	2.91797
		Macerado + 50°C	1.20900	0.556169	0.405	-0.65647	3.07447
		Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	-0.55275	0.556169	0.970	-2.41822	1.31272
		Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-0.58425	0.556169	0.960	-2.44972	1.28122
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	-0.48075	0.556169	0.986	-2.34622	1.38472
		Cocción con Maíz Entero + 70°C	-0.52375	0.556169	0.978	-2.38922	1.34172
		Cocción con Maíz Entero + 80°C	-0.48025	0.556169	0.986	-2.34572	1.38522
		Macerado + 20°C	0.57175	0.556169	0.965	-1.29372	2.43722
		Macerado + 50°C	0.72825	0.556169	0.885	-1.13722	2.59372
		Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	-0.02900	0.556169	1.000	-1.89447	1.83647

DHS de Tukey	Cocción con Maíz Entero + 70°C	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-0.06050	0.556169	1.000	-1.92597	1.80497
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	0.04300	0.556169	1.000	-1.82247	1.90847
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	0.52375	0.556169	0.978	-1.34172	2.38922
		Cocción con Maíz Entero + 80°C	0.04350	0.556169	1.000	-1.82197	1.90897
		Macerado + 20°C	1.09550	0.556169	0.523	-0.76997	2.96097
		Macerado + 50°C	1.25200	0.556169	0.363	-0.61347	3.11747
	Cocción con Maíz Entero + 80°C	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	-0.07250	0.556169	1.000	-1.93797	1.79297
		Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-0.10400	0.556169	1.000	-1.96947	1.76147
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	-0.00050	0.556169	1.000	-1.86597	1.86497
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	0.48025	0.556169	0.986	-1.38522	2.34572
		Cocción con Maíz Entero + 70°C	-0.04350	0.556169	1.000	-1.90897	1.82197
		Macerado + 20°C	1.05200	0.556169	0.571	-0.81347	2.91747
		Macerado + 50°C	1.20850	0.556169	0.405	-0.65697	3.07397
	Macerado + 20°C	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	-1.12450	0.556169	0.492	-2.98997	0.74097
		Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	-1.15600	0.556169	0.458	-3.02147	0.70947
		Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	-1.05250	0.556169	0.570	-2.91797	0.81297
		Cocción con Maíz Entero + 60°C	-0.57175	0.556169	0.965	-2.43722	1.29372

		Cocción con Maíz Entero + 70°C	-1.09550	0.556169	0.523	-2.96097	0.76997
		Cocción con maíz Entero + 80°C	-1.05200	0.556169	0.571	-2.91747	0.81347
		Macerado + 50°C	0.15650	0.556169	1.000	-1.70897	2.02197
	Macerado + 50°C	Cocción con maíz Desgranado + 60°C	-1.28100	0.556169	0.337	-3.14647	0.58447
		Cocción con maíz Desgranado + 70°C	-1.31250	0.556169	0.310	-3.17797	0.55297
		Cocción con maíz Desgranado + 80°C	-1.20900	0.556169	0.405	-3.07447	0.65647
		Cocción con maíz Entero + 60°C	-0.72825	0.556169	0.885	-2.59372	1.13722
		Cocción con maíz Entero + 70°C	-1.25200	0.556169	0.363	-3.11747	0.61347
		Cocción con maíz Entero + 80°C	-1.20850	0.556169	0.405	-3.07397	0.65697
		Macerado + 20°C	-0.15650	0.556169	1.000	-2.02197	1.70897

Basados en las medias observa

Subconjuntos Homogéneos- Para establecer la significancia de los métodos utilizando las pruebas Tukey y Duncan aplicadas a los valores de absorbancias.

	Método de extracción	N	Subconjunto
			1
DHS de Tukey(a,b)	Macerado + 50°C	4	0.40675
	Macerado + 20°C	4	0.56325
	Cocción con Maíz Entero + 60°C	4	1.13500
	Cocción con Maíz Entero + 80°C	4	1.61525
	Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	4	1.61575
	Cocción con Maíz Entero + 70°C	4	1.65875
	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	4	1.68775
	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	4	1.71925
	Significación		0.310
Duncan(a,b)	Macerado + 50°C	4	0.40675
	Macerado + 20°C	4	0.56325
	Cocción con Maíz Entero + 60°C	4	1.13500
	Cocción con Maíz Entero + 80°C	4	1.61525
	Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	4	1.61575
	Cocción con Maíz Entero + 70°C	4	1.65875
	Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	4	1.68775
	Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	4	1.71925
	Significación		0.052

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a .Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000

b . Alfa = 0.05.

Medias Armónicas

☆ Método de extracción

Método de extracción	Media	N	Desv. típ.
Cocción con Maíz Desgranado + 60°C	1.68775 (a)	4	0.411539
Cocción con Maíz Desgranado + 70°C	1.71925 (a)	4	0.765551
Cocción con Maíz Desgranado + 80°C	1.61575 (a)	4	0.553325
Cocción con Maíz Entero + 60°C	1.135 (a)	4	0.760115
Cocción con Maíz Entero + 70°C	1.65875 (a)	4	1.113338
Cocción con Maíz Entero + 80°C	1.61525 (a)	4	1.097334
Macerado + 20°C	0.56325 (a)	4	0.478128
Macerado + 50°C	0.40675 (a)	4	0.362152
Total	1.30022	32	0.831161

Letras iguales indican diferencias no significativas $P < 0.05$ - Prueba Duncan

☆ Longitud de Onda

Longitud de onda	Media	N	Desv. típ.
340	1.219875(a)	8	1.178797
440	1.386875(a)	8	0.707256
500	1.415625(a)	8	0.804202
560	1.1785(a)	8	0.689027
Total	1.30022	32	0.831161

Letras iguales indican diferencias no significativas $P < 0.05$ - Prueba Duncan

ANEXO 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA ORGANOLÉPTICA CON DOS TEMPERATURAS.

3.1. Prueba T-Student.

Estadísticos de grupos

	Dilución 1	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ASPECTO Cocción maíz entero	104 (70°C)	6	3.17	0.753	0.307
	204(80°C)	6	3.33	0.816	0.333
SABOR Cocción maíz entero	104 (70°C)	6	3.17	0.983	0.401
	204(80°C)	6	3.33	0.516	0.211
TEXTURA Cocción maíz entero	104 (70°C)	6	2.50	0.548	0.224
	204(80°C)	6	3.00	1.095	0.447
OLOR Cocción maíz entero	104 (70°C)	6	2.50	0.837	0.342
	204(80°C)	6	3.50	1.049	0.428
IMPRESIÓN GENERAL Cocción maíz entero	104 (70°C)	6	3.33	0.516	0.211
	204(80°C)	6	3.50	0.837	0.342

3.2 Prueba de Muestras Independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	P_Sig.	t	gl	P_Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
ASPECTO Cocción maíz entero	Se han asumido varianzas iguales	0.225	0.646 (a)	-0.368	10	0.721 (a)	-0.167	0.453	-1.177	0.844
	No se han asumido varianzas iguales		>0.05 las varianzas son iguales	-0.368	9.935	0.721	-0.167	0.453	-1.178	0.844
SABOR Cocción maíz entero	Se han asumido varianzas iguales	5.568	0.040 (b)	0.368	10	0.721 (b)	0.167	0.453	-0.844	1.177
	No se han asumido varianzas iguales		<0.05 las varianzas son diferentes	0.368	7.564	0.723	0.167	0.453	-0.889	1.223
TEXTURA Cocción maíz entero	Se han asumido varianzas iguales	0.250	0.628 (c)	-1.000	10	0.341 (c)	-0.500	0.500	-1.614	0.614
	No se han asumido varianzas iguales		>0.05 las varianzas son iguales	-1.000	7.353	0.349	-0.500	0.500	-1.671	0.671
OLOR Cocción maíz entero	Se han asumido varianzas iguales	0.385	0.549 (d)	-1.826	10	0.098 (d)	-1.000	0.548	-2.220	0.220

	No se han asumido varianzas iguales		>0.05 las varianzas son iguales	-1.826	9.529	0.099	-1.000	0.548	-2.229	0.229
IMPRESIÓN GENERAL Cocción maíz entero	Se han asumido varianzas iguales	1.509	0.247 (e)	-0.415	10	0.687 (e)	-0.167	0.401	-1.061	0.728
	No se han asumido varianzas iguales		>0.05 las varianzas son iguales	-0.415	8.327	0.688	-0.167	0.401	-1.086	0.753

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre los promedios.

En **(a)** No existe diferencias significativas entre los promedios $P = 0.721 > 0.05$ (**Prueba T-Student**), las varianzas son iguales $P = 0.646 > 0.05$. (**Prueba de Levene**).

En **(b)** No existe diferencias significativas entre los promedios $P = 0.721 > 0.05$ (**Prueba T-Student**), las varianzas son diferentes $P = 0.040 < 0.05$ (**Prueba de Levene**).

En **(c)** No existe diferencias significativas entre los promedios $P = 0.341 > 0.05$ (**Prueba T-Student**), las varianzas son iguales $P = 0.628 > 0.05$ (**Prueba de Levene**).

En **(d)** No existe diferencias significativas entre los promedios $P = 0.098 > 0.05$ (**Prueba T-Student**), las varianzas son iguales $P = 0.549 > 0.05$ (**Prueba de Levene**).

En **(e)** No existe diferencias significativas entre los promedios $P = 0.687 > 0.05$ (**Prueba T-Student**), las varianzas son iguales $P = 0.247 > 0.05$. (**Prueba de Levene**).

ANEXO 4

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA ORGANOLÉPTICA DE LAS TRES DILUCIONES.

4.1 Valores de la prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de las muestras usadas.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra							
Dilución			Aspecto del pigmento (antociana) de maíz morado	Sabor del pigmento (antociana) de maíz morado	Textura del pigmento (antociana) de maíz morado	Olor del pigmento (antociana) de maíz morado	Impresión general del pigmento (antociana) de maíz morado
110	N		31	31	31	31	31
	Parámetros normales(a,b)	Media	3.74	3.52	3.55	3.94	3.79
		Desviación típica	0.815	1.151	1.060	0.929	0.859
	Diferencias más extremas	Absoluta	0.269	0.189	0.213	0.270	0.146
		Positiva	0.214	0.189	0.149	0.182	0.146
		Negativa	-0.269	-0.159	-0.213	-0.270	-0.146
	Z de Kolmogorov-Smirnov		1.500	1.053	1.188	1.501	0.814
Sig. asintót. (bilateral)		0.022	0.217	0.119	0.022	0.521	
120	N		31	31	31	31	30
	Parámetros normales(a,b)	Media	2.42	2.32	2.65	2.45	2.57
		Desviación típica	0.720	0.702	0.755	0.961	0.710
	Diferencias más extremas	Absoluta	0.274	0.290	0.255	0.229	0.220
		Positiva	0.236	0.290	0.255	0.229	0.220
		Negativa	-0.274	-0.226	-0.229	-0.168	-0.180
	Z de Kolmogorov-Smirnov		1.525	1.615	1.421	1.277	1.207
Sig. asintót. (bilateral)		0.019	0.011	0.035	0.077	0.108	
	N		31	31	31	31	31
	Parámetros	Media	3.13	2.71	2.84	2.94	2.96

130	normales(a,b)	Desviación típica	0.806	0.864	0.860	0.814	0.753
	Diferencias más extremas	Absoluta	0.306	0.277	0.232	0.241	0.221
		Positiva	0.306	0.207	0.232	0.210	0.221
		Negativa	-0.243	-0.277	-0.220	-0.241	-0.199
	Z de Kolmogorov-Smirnov		1.701	1.541	1.292	1.343	1.228
Sig. asintót. (bilateral)		0.006	0.017	0.071	0.054	0.098	

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

4.2 Prueba de homogeneidad de varianzas.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Aspecto del pigmento (antocianina) de maíz morado	0.221	2	90	0.802
Sabor del pigmento (antocianina) de maíz morado	5.537	2	90	0.005
Textura del pigmento (antocianina) de maíz morado	2.186	2	90	0.118
Olor del pigmento (antocianina) de maíz morado	1.185	2	90	0.311
Impresión general del pigmento (antocianina) de maíz morado	0.951	2	89	0.390

Valor de significancia

Si $P > 0.05$ se cumple la igualdad de varianzas.

Si $P < 0.05$ No se cumple la igualdad de varianzas.

4.3 Análisis de Varianza Univariante.

Factores inter-sujetos			
Panelista		Etiqueta del valor	N
	1		3
	2		3
	3		3
	4		3
	5		3
	6		3
	7		3
	8		3
	9		3
	10		3
	11		3
	12		3
	13		3
	14		3
	15		3
	16		3
	17		3
	18		3
	19		3
	20		3
	21		3
	22		3
	23		3
	24		3
	25		3
	26		3
	27		3
	28		3
	29		3
	30		3
	31		3
Dilución	1	110	31
	2	120	31
	3	130	31

4.4 Pruebas de los efectos inter-sujetos

☒ Variable dependiente: Aspecto del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	24.796	30	0.827	1.644	0.051
Dilución	27.161	2	13.581	27.006	0.000
Error	30.172	60	0.503		
Total corregida	82.129	92			

Si $P > 0.05$ No existe diferencia significativa entre los panelistas.

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre las diluciones respecto al aspecto del pigmento.

Pruebas Post Hoc.

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: Aspecto del pigmento (antocianina) del maíz morado

	(I) Dilución	(J) Dilución	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tuke y	110	120	1.32(*)	0.180	0.000	0.89	1.76
		130	.61(*)	0.180	0.003	0.18	1.05
	120	110	-1.32(*)	0.180	0.000	-1.76	-0.89
		130	-.71(*)	0.180	0.001	-1.14	-0.28
	130	110	-.61(*)	0.180	0.003	-1.05	-0.18
		120	.71(*)	0.180	0.001	0.28	1.14

Basadas en las medias observadas

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos.

Subconjuntos homogéneos para establecer las significancias de las diluciones que se dieron al pigmento con respecto al aspecto, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan

Aspecto del pigmento (antocianina) del maíz morado.

	Dilusión	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey (a,b)	120	31	2.42		
	130	31		3.13	
	110	31			3.74
	Significación		1.000	1.000	1.000
Duncan (a,b)	120	31	2.42		
	130	31		3.13	
	110	31			3.74
	Significación		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a .Usa el tamaño muestral de la media armónica = 31.000

b . Alfa = 0.05.

☒ Variable dependiente: Sabor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	33.892	30	1.130	1.576	0.067
Dilusión	22.989	2	11.495	16.035	0.000
Error	43.011	60	0.717		
Total corregida	99.892	92			

Si $P > 0.05$ No existe diferencia significativa entre los panelistas.

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre las diluciones respecto al sabor del pigmento.

Pruebas Post Hoc.

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: Sabor del pigmento (antocianina) del maíz morado

	(I) Dilusión	(J) Dilusión	Diferencia entre medias (I- J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey y	110	120	1.19(*)	0.215	0.000	0.68	1.71
		130	.81(*)	0.215	0.001	0.29	1.32
	120	110	-1.19(*)	0.215	0.000	-1.71	-0.68
		130	-0.39	0.215	0.178	-0.90	0.13
	130	110	-.81(*)	0.215	0.001	-1.32	-0.29
		120	0.39	0.215	0.178	-0.13	0.90

Basadas en las medias observadas

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos.

Subconjuntos homogéneos para establecer las significancias de las diluciones que se dieron al pigmento con respecto al sabor, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan
Sabor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

	Dilusión	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey (a,b)	120	31	2.32	
	130	31	2.71	
	110	31		3.52
	Significación		0.178	1.000
Duncan (a,b)	120	31	2.32	
	130	31	2.71	
	110	31		3.52
	Significación		0.077	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a .Usa el tamaño muestral de la media armónica = 31.000

b . Alfa = 0.05.

☒ Variable dependiente: Textura del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	30.323	30	1.011	1.422	0.123
Dilusión	14.022	2	7.011	9.864	0.000
Error	42.645	60	0.711		
Total corregida	86.989	92			

Si $P > 0.05$ No existe diferencia significativa entre los panelistas.

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre las diluciones respecto a la textura del pigmento.

Pruebas Post Hoc.

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: Textura del pigmento (antocianina) del maíz morado

	(I) Dilución	(J) Dilución	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey	110	120	.90(*)	0.214	0.000	0.39	1.42
		130	.71(*)	0.214	0.004	0.20	1.22
	120	110	-.90(*)	0.214	0.000	-1.42	-0.39
		130	-0.19	0.214	0.640	-0.71	0.32
	130	110	-.71(*)	0.214	0.004	-1.22	-0.20
		120	0.19	0.214	0.640	-0.32	0.71

Basadas en las medias observadas

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos.

Subconjuntos homogéneos para establecer las significancias de las diluciones que se dieron al pigmento con respecto al sabor, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan
Sabor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

	Dilusión	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey (a,b)	120	31	2.65	
	130	31	2.84	
	110	31		3.55
	Significación		0.640	1.000
Duncan (a,b)	120	31	2.65	
	130	31	2.84	
	110	31		3.55
	Significación		0.370	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a . Usa el tamaño muestral de la media armónica = 31.000

b . Alfa = 0.05.

☒ Variable dependiente: Olor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	33.591	30	1.120	1.687	0.043
Dilusión	35.505	2	17.753	26.744	0.000
Error	39.828	60	0.664		
Total corregida	108.925	92			

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre las diluciones respecto al olor del pigmento.
 Existe diferencia significativa entre los panelistas.

Pruebas Post Hoc.

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: Olor del pigmento (antocianina) del maíz morado

	(I) Dilución	(J) Dilución	Diferencia entre medias (I- J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey	110	120	1.48(*)	0.207	0.000	0.99	1.98
		130	1.00(*)	0.207	0.000	0.50	1.50
	120	110	-1.48(*)	0.207	0.000	-1.98	-0.99
		130	-0.48	0.207	0.058	-0.98	0.01
	130	110	-1.00(*)	0.207	0.000	-1.50	-0.50
		120	0.48	0.207	0.058	-0.01	0.98

Basadas en las medias observadas

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos.

Subconjuntos homogéneos para establecer las significancias de las diluciones que se dieron al pigmento con respecto al olor, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan.

Olor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

	Dilución	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey(a,b)	120	31	2.45		
	130	31	2.94		
	110	31		3.94	
	Significación		0.058	1.000	
	120	31	2.45		

Duncan(a,b)	130	31		2.94	
	110	31			3.94
	Significación		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a . Usa el tamaño muestral de la media armónica = 31.000

b . Alfa = 0.05.

☒ Variable dependiente: Impresión del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	25.049	30	0.835	1.716	0.038
Dilusión	23.150	2	11.575	23.794	0.000
Error	28.701	59	0.486		
Total corregida	77.709	91			

Si $P < 0.05$ Existe diferencia significativa entre las diluciones respecto a la impresión general del pigmento.

Existe diferencia significativa entre los panelistas.

Pruebas Post Hoc.

Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: Impresión general del pigmento (antocianina) del maíz morado

	(I) Dilusión	(J) Dilusión	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS	110	120	1.23(*)	0.179	0.000	0.80	1.65
		130	.83(*)	0.177	0.000	0.40	1.26

de Tukey	120	110	-1.23(*)	0.179	0.000	-1.65	-0.80
		130	-0.39	0.179	0.078	-0.82	0.03
	130	110	-0.83(*)	0.177	0.000	-1.26	-0.40
		120	0.39	0.179	0.078	-0.03	0.82

Basadas en las medias observadas

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos.

Subconjuntos homogéneos para establecer las significancias de las diluciones que se dieron al pigmento con respecto a la impresión general, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan.

Impresión general del pigmento (antocianina) del maíz morado.

	Dilusión	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey (a,b,c)	120	30	2.57		
	130	31	2.96		
	110	31		3.79	
	Significación		0.077	1.000	
Duncan (a,b,c)	120	30	2.57		
	130	31		2.96	
	110	31			3.79
	Significación		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a .Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.659

b . Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c . Alfa = 0.05.

4.5 Informe de las pruebas anteriores

Aspecto del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Dilusión	Media	N	Desv. típ.
110	3.74 (a)	31	0.815
120	2.41 (c)	31	0.720
130	3.12 (b)	31	0.806
Total	3.10	93	0.945

Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0.05$), Prueba Duncan.

Sabor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Dilusión	Media	N	Desv. típ.
110	3.51 (a)	31	1.151
120	2.32 (b)	31	0.702
130	2.70 (b)	31	0.864
Total	2.85	93	1.042

Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0.05$), Prueba Duncan.

Textura del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Dilusión	Media	N	Desv. típ.
110	3.54 (a)	31	1.060
120	2.64 (b)	31	0.755
130	2.83 (b)	31	0.860
Total	3.01	93	0.972

Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0.05$), Prueba Duncan.

Olor del pigmento (antocianina) del maíz morado.

Dilusión	Media	N	Desv. típ.
110	3.93 (a)	31	0.929
120	2.45 (c)	31	0.961
130	2.93 (b)	31	0.814
Total	3.11	93	1.088

Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0.05$), Prueba Duncan.

Impresión general del pigmento (antocianina) del maíz morado.

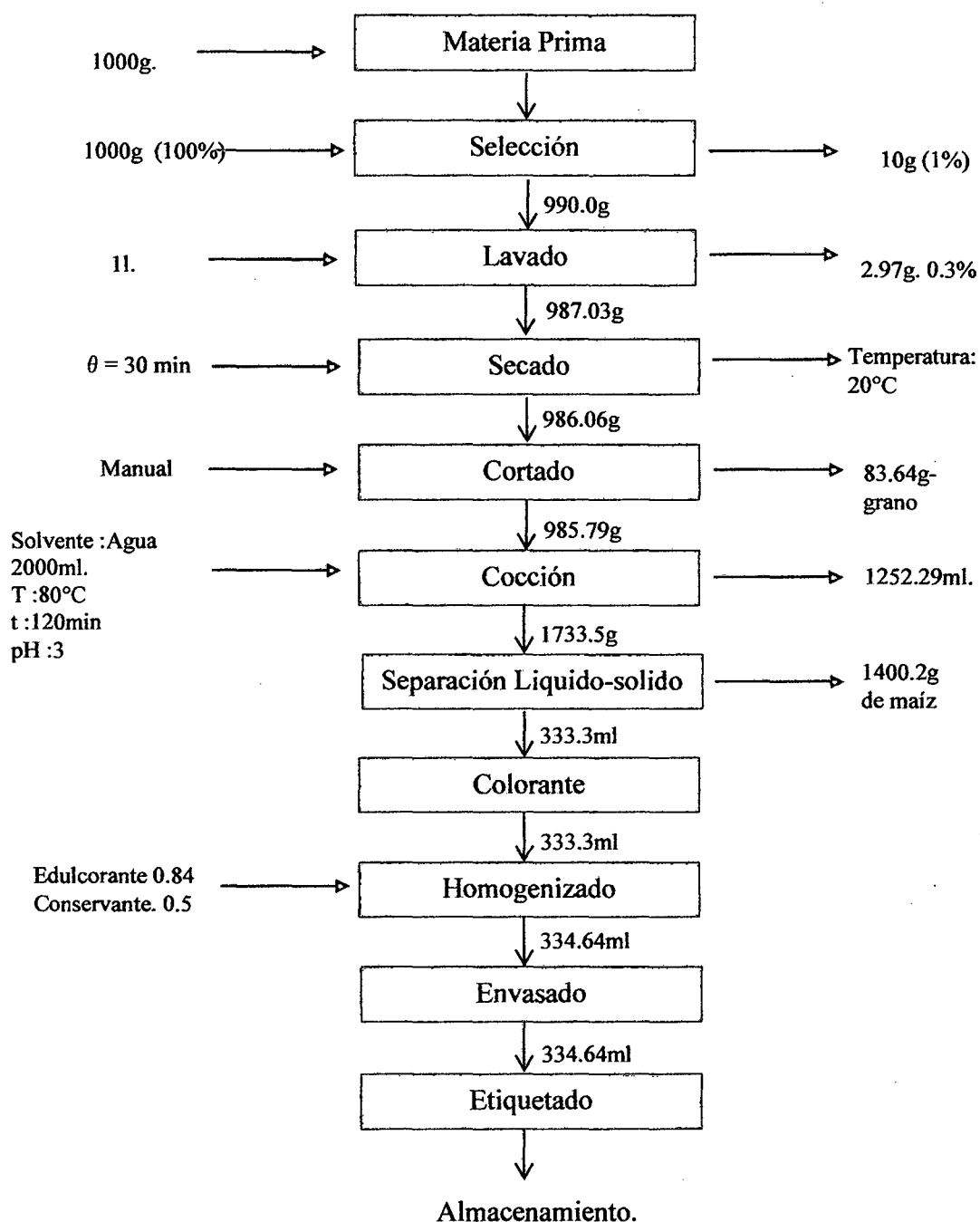
Dilusión	Media	N	Desv. típ.
110	3.79 (a)	31	0.859
120	2.56 (c)	30	0.710
130	2.95 (b)	31	0.753
Total	3.11	92	0.924

Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0.05$), Prueba Duncan.

ANEXO 5

BALANCE DE MATERIA

Anexo 5.1 Balance de materia para la extracción del colorante de *Zea maíz L.* "Maíz morado". De la metodología óptima del producto.



ANEXO 6

GRADO DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

6.1 Resultados de aceptación del producto por 32 panelistas.

Panelistas	Mantiene sus propiedades organoléptica				si
	color	olor	sabor	consistencia	
1	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x
7	x	no	x	x	x
8	x	x	x	x	x
9	x	no	x	x	x
10	x	x	x	x	x
11	x	x	no	x	x
12	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x
17	x	x	x	x	x
18	x	x	no	x	x
19	x	no	x	x	x
20	x	x	x	x	x
21	x	x	x	x	x
22	x	no	x	x	x
23	x	x	x	no	x
24	x	x	x	x	x
25	x	x	x	x	x
26	x	x	no	x	x
27	x	x	no	x	x
28	x	x	x	x	x
29	x	no	x	x	x
30	x	x	x	x	x
31	x	x	x	x	x
32	x	x	x	x	x

ANEXO 7
COSTOS DE PRODUCCIÓN

Anexo 7.1 Costos de producción para la obtención de una bebida saludable de Zea Maiz L. "Maíz morado"

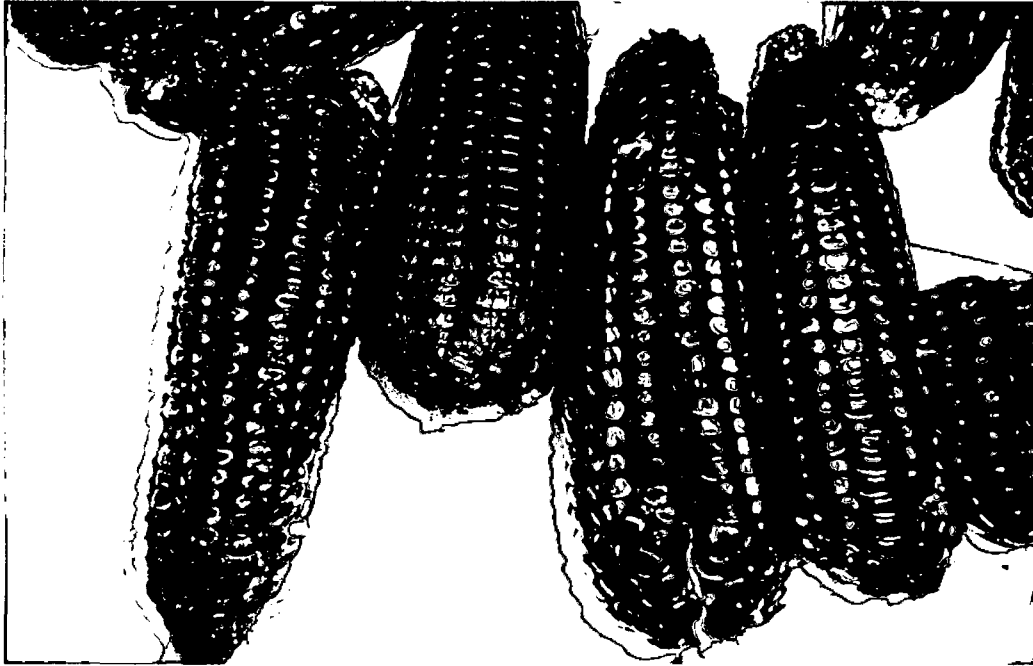
Nº	CODIGO	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL S.
1	001-GV	Insumos					2.0646
	001	Maíz morado	Colorante de antocianina	Gramos	500	3.5	1.75
	002	Agua destilada	Para la extracción	Mililitros	1000	1.650xm ³ *	0.00165
	003	Estevia	Para el endulzamiento	gramos	0.84	17.00	0.204
	004	Sorbato de potasio.	Para su conservación.	gramos	0.5	28/Kg	0.014
	005	Combustible	Para las cocciones	Porcentajes totales	5%		0.095
2	002-MV	Materiales y equipos					0.30
	002.1.	Bolsas de polietileno	Para la cocción	unidades	millar	0.1	0.1
	002.2.	Etiquetas.	Para la cocción	unidades	millar	0.2	0.2
3	003-MH	Mano de Obra	Directa	hh	10%	4	0.1
TOTAL							2.4646

*Precio en Chachapoyas.

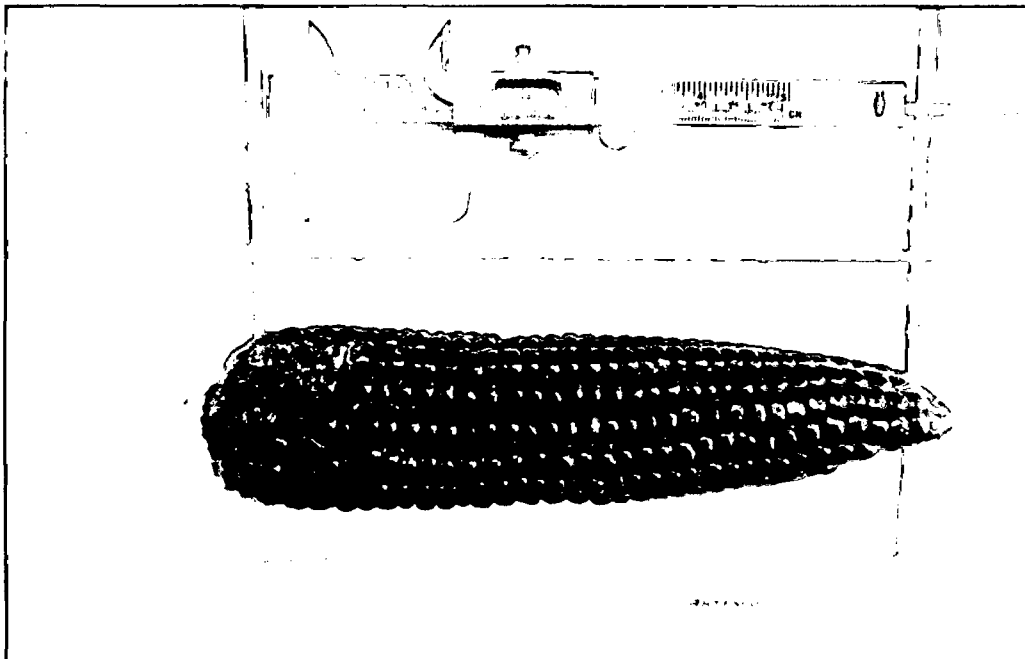
Costo de producción por 333.3ml de bebida saludable es de s/ 2.4646, por lo tanto para producir un litro el costo de producción es s/ 7.3807.

ANEXO 8

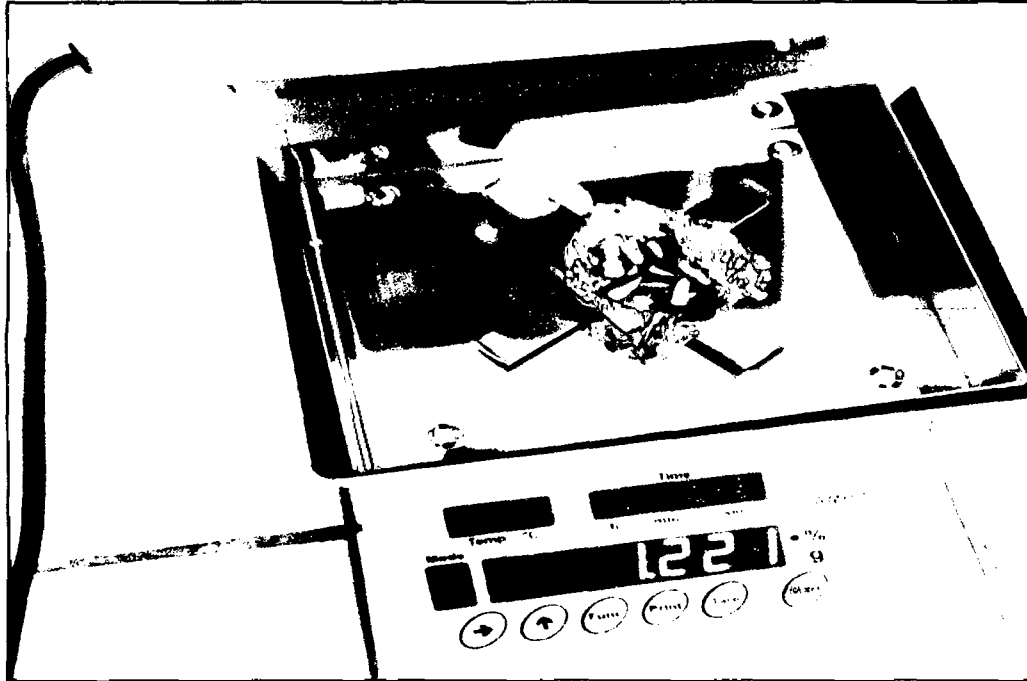
8.1. Fotografías de la ejecución de la tesis



Fotografía 1. Materia prima *Zea Maiz L.* "Maiz morado".



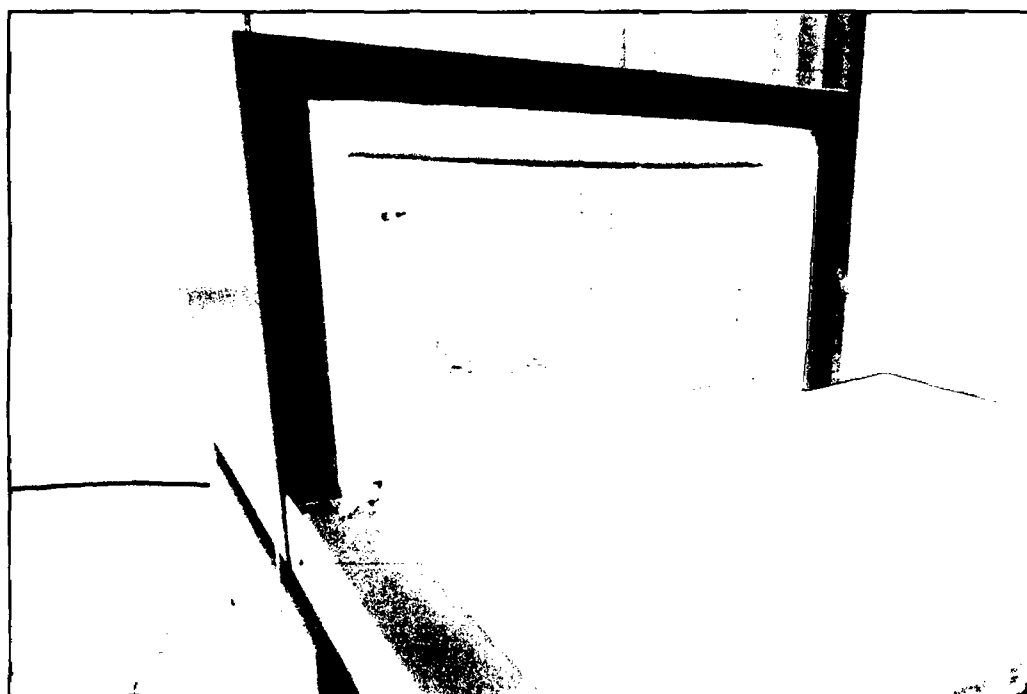
Fotografía 2. Medidas paramétricas de la materia prima



Fotografía 3. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.



Fotografía 4. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.



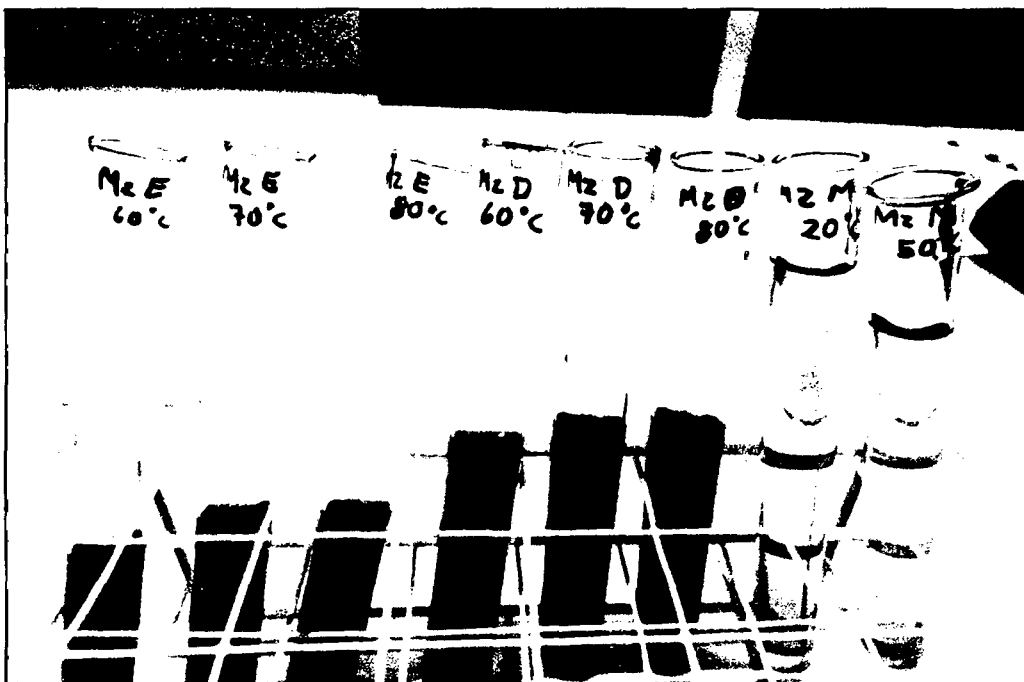
Fotografía 5. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.



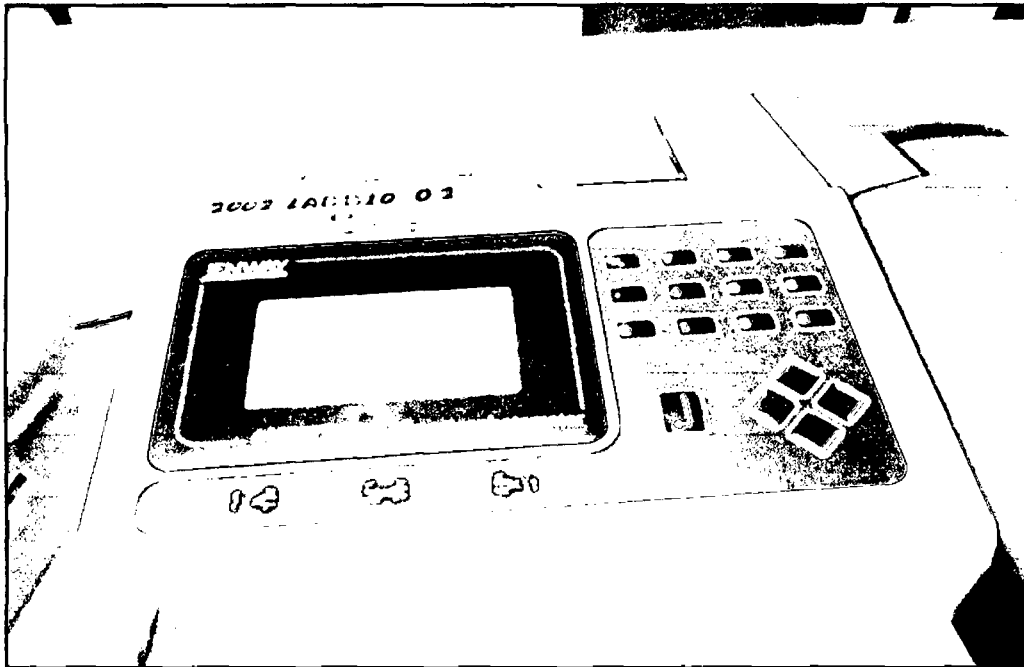
Fotografía 6. Obtención del colorante por cocción.



Fotografía 7. Obtención del colorante por cocciones.



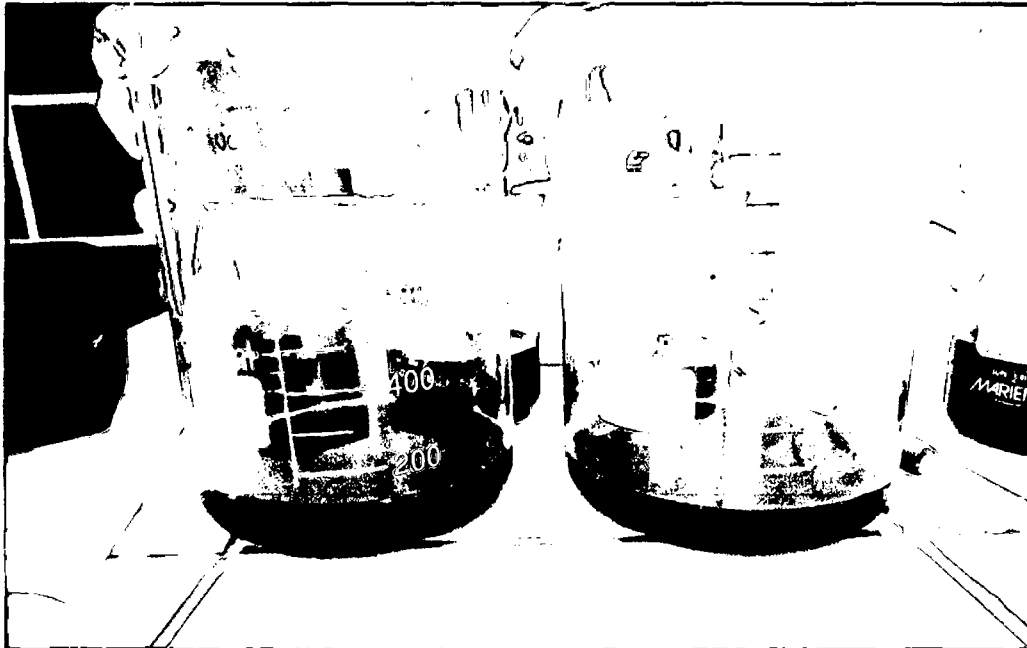
Fotografía 8. Muestras para la medición en el espectrofotómetro.



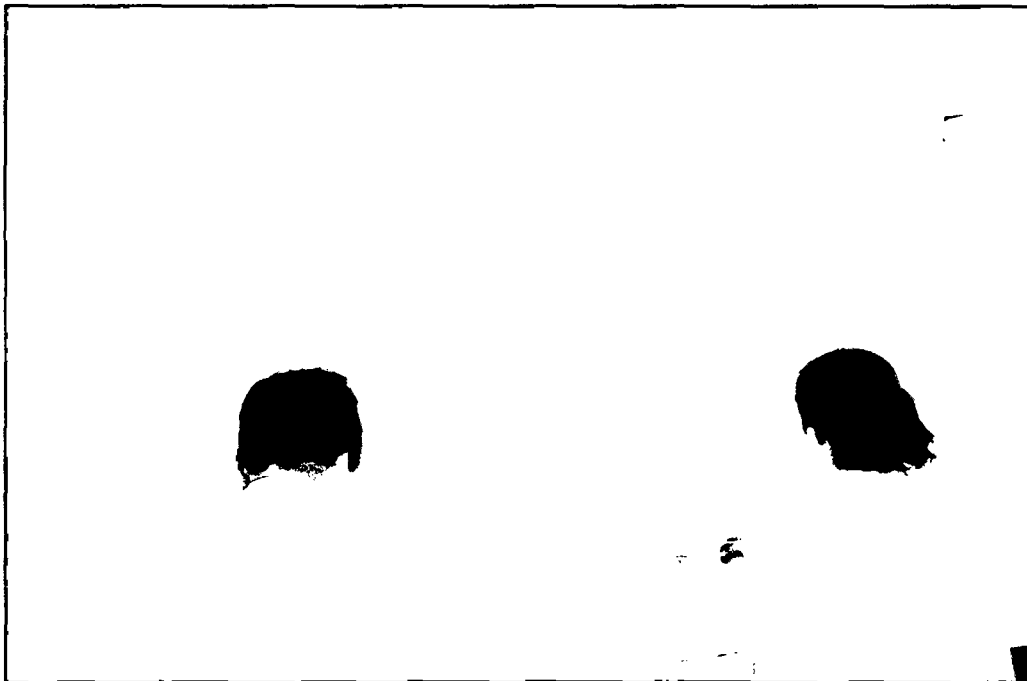
Fotografía 9. Medición de absorbancias.



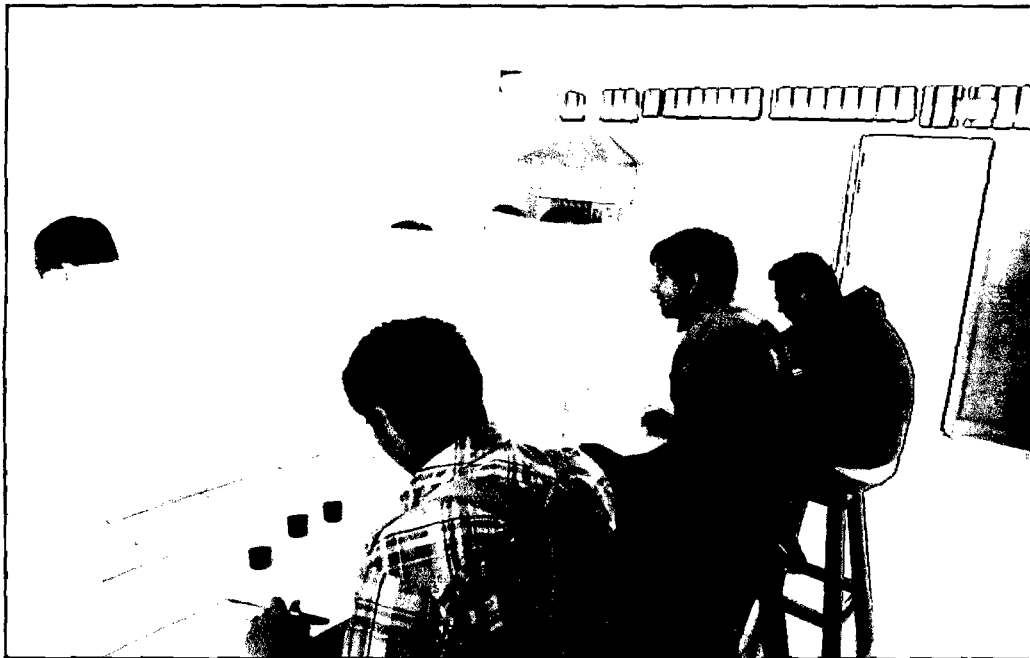
Fotografía 10. Obtención del colorante utilizando diferentes factores de extracción.



Fotografía 11. Obtención del colorante utilizando diferentes factores de extracción.



Fotografía 12. Primera evaluación organoléptica con los panelistas. Dos temperaturas.



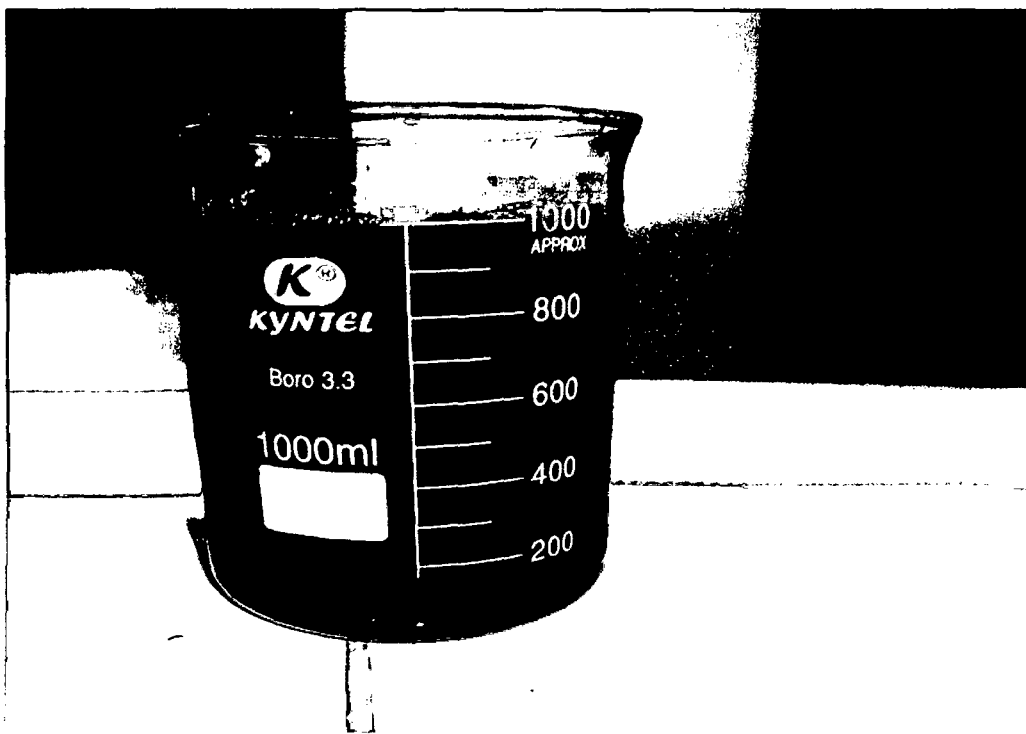
Fotografía 13. Segunda evaluación organoléptica con los panelistas-tres diluciones.



Fotografía 14. Elaboración del colorante de maíz morado para una bebida saludable con las mejores condiciones extracción.



Fotografía 15. Elaboración del colorante de maíz morado para una bebida saludable con las mejores condiciones extracción.



Fotografía 16. Elaboración del colorante de maíz morado para una bebida saludable con las mejores condiciones extracción.