

EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES A PARTIR DE CEROTE (*Hesperomeles heterophylla*), MOTILÓN (*Hyeronima macrocarpa*), MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*) Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE MORA (*Rubus glaucus benth*)

EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES A PARTIR DE CEROTE (*Hesperomeles heterophylla*), MOTILÓN (*Hyeronima macrocarpa*), MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*) Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE MORA (*Rubus glaucus benth*)

EXTRACTION OF NATURAL PIGMENTS FROM CEROTE (*Hesperomeles heterophylla*), MOTILÓN (*Hyeronima macrocarpa*), MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*) AND ITS APPLICATION IN THE PRODUCTION OF BLACKBERRY YOGURT (*Rubus glaucus Benth*)

(Entregado 17/09/2015 – Revisado 01/10/2015)

JORGE IVÁN MINA ORTEGA

Magister en Procesamiento de Alimentos, Magister en Educación y Desarrollo Social, Diploma Superior en Currículo por Competencias, Ingeniero Agroindustrial, Docente Titular Agregado en la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Decano de la FIACA

FREDDY GIOVANNY TORRES MAYANQUER

Magister en Procesamiento de Alimentos, Diploma Superior en Currículo por Competencias, Ingeniero Agroindustrial, Docente Titular Agregado en la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Coordinador de la Carrera de Alimentos

Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) Tulcán-Ecuador

jorge.mina@upec.edu.ec

freddy.torres@upec.edu.ec

Resumen

Ecuador posee una amplia gama de frutos con potencialidades tintoreas, de los cuales existen muy pocas investigaciones que nos permita establecer el potencial de ellas como alimento con propiedades funcionales y el desarrollo de productos con valor agregado que puedan ser usados como colorantes naturales para la producción de alimentos.

El objetivo de este trabajo es extraer los pigmentos naturales a partir del mortiño, motilón y cerote e identificar cuál de los extractos presenta mejores características para ser empleado como aditivo colorante. En la segunda fase los extractos acuosos de los frutos señalados se liofilizaron y fueron evaporados en un rotovaporador, los concentrados obtenidos se adicionaron en concentraciones de 0.5, 1.0, 1.5 y 2 g/100 g de yogur natural comercial, valorando su estabilidad durante 30 días de almacenamiento. Al yogur adicionado se le determinó: grados Brix y pH. Además, se evaluó el nivel de agrado del yogur adicionado con una prueba de preferencia por color.

Por medio del análisis sensorial que se realizó a los yogures adicionados los pigmentos de mortiño, motilón y cerote se determinó que presentan el color y la pureza más cercanos a los del yogur comercial sabor mora.

Con estos resultados se comprobó que las frutas estudiadas son una fuente promisoría de pigmentos naturales, y es posible su uso para colorear alimentos de acidez media como el yogur, siendo las muestras más preferidas el motilón y cerote.

Palabras Claves: pigmentos, extracción, cerote, mortiño, motilón.

Abstract

Ecuador has a wide range of fruits with dyeing potential, of which there is very little research which allows us to establish the potential of them as food support with Functional Properties and the development of products with added value Products that can be used as natural dyes for the Food Production.

The objective of this work is to extract natural pigments from blue berries, motilons, and cerotes and to identify which of these extracts presents best features to be employed as color additive. In the second phase the aqueous extracts of freeze dried fruits were appointed and evaporated in rotovaporator. The retrieved concentrations were added in concentrations of 0.5, 1.0, 1.5 and 2 g / 100 g of commercial natural yogurt valued due to its stability during 30 Days of Storage.

To the added yogurt was determined Brix and ph.: In addition, the level of customer satisfaction was evaluated with a test of preference for color through sensory analysis that one realized by adding yogurts pigments of blue berry, motilon and cerote which determined the color and purity that is closest to the commercial blackberry yogurt flavor.

According to these results it is proven that the studied fruits are a promissory source of natural pigments and its use is useful for coloring food of medium acidity as the yogurt, being the motilon and cerote samples the more preferred ones.

Keywords: pigments, extraction, cerote, mortiño, motilón.

Introducción

Normalmente, el color en alimentos es debido a los pigmentos naturalmente presentes, pero colorantes sintéticos o artificiales son a menudo añadidos para conferir el color deseado al producto final. Debido a que hay un incremento la demanda de alimentos naturales, la producción industrialmente práctica y económica de colorantes naturales alimenticios es una meta deseable para la industria de ingredientes alimenticios. Sin embargo, la disponibilidad de fuentes de pigmentos naturales, requerimientos de procesos de extracción y estabilidad de colorantes e idoneidad de uso debe ser tomado en cuenta en la producción de tales ingredientes. (Aguilera, 2009).

Precisamente la preocupación por su seguridad ha hecho que los colorantes artificiales hayan sido estudiados en forma exhaustiva en lo que respecta a su efecto sobre la salud, mucho más que la mayoría de los colorantes naturales. Esto ha llevado a reducir cada vez más el número de colorantes utilizables, aunque existen grandes variaciones de un país a otro (Noonan y Meggos, 1980).

El color y el aspecto quizá sean los principales atributos de calidad de los alimentos. Debido a nuestra habilidad para percibir con facilidad estos caracteres, son los primeros en ser evaluados por el consumidor al comprar alimentos. Uno proporcionar al consumidor los alimentos más nutritivos, seguros y económicos; pero si no son atractivos, no los comprará. El consumidor también relaciona colores específicos de alimentos con su calidad. (Fennema, 2008).

Los colorantes alimentarios son aditivos alimentarios que proporcionan color a los alimentos, se encuentran presentes de manera natural o por el contrario se añaden durante su procesado, estos generan efecto en pequeñas cantidades (ppm). En la actualidad la industria alimentaria emplea los colorantes con el objeto de modificar las preferencias del consumidor.

Materiales y métodos

Materiales, Equipo y Reactivos.

Los materiales y equipos que se utilizaron en esta investigación se detallan a continuación:

- Fruta de mortiño, cerote, motilón
- pHmetro HANNA
- Refractómetro manual: 0 - 32°Brix y 58 – 92°Brix
- Balanza gramera Boeco Max 310g – Min 0.01g
- Balanza analítica Citizen Max 310g – Min 10mg
- Estufa Ecocell
- Rotavaporador IKA RV10
- Espectrofotómetro UV-Visible Lovibond
- Liofilizador LABCONCO 4.5
- Refrigerador
- Baño maría
- Probetas 250ml
- Papel filtro, aluminio
- Embudos
- Alcoholímetro
- Pipetas 10ml
- Vasos de precipitación 100, 250, 1000ml
- Matraces redondos aforados 500ml
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Contador de Colonias
- Placas petrifilm para recuento de Mohos y Levaduras, aerobios totales y E. coli/coliformes

Reactivos y soluciones

- Etanol 96°
- Ácido cítrico
- Agua destilada
- Agua peptona

Métodos.

Localización del experimento.

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Análisis de Alimentos y microbiología pertenecientes a la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Ubicación del lugar donde se realizó el experimento

Geográficamente, el experimento se llevó a cabo, en la parroquia Tulcán, del cantón Tulcán, perteneciente a la provincia de Carchi. Las características climatológicas de la zona, según aeropuerto Luis A. Mantilla son las siguientes:

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DEL CANTÓN TULCÁN

Latitud:	0° 20' Norte
Longitud:	78° 0.8' Oeste
Altitud:	2938 m.s.n.m.
Temperatura:	13.2 °C
Presión atmosférica:	0.7714 atm.
Humedad relativa media:	79 %
Precipitación media anual:	75.1 mm.
Viento del norte intensidad:	14.4 Km/h
Temperatura máxima media:	26.1 °C
Temperatura mínima media:	6.4 °C

Fuente: Estación aeropuerto Luis A. Mantilla de Tulcán.

Elaborado por: Investigadores, 2014

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: color, grados brix y pH, la primera de ellas es una variable cualitativa o no paramétrica y las dos restantes variables cuantitativas.

Esquema del Experimento

Se evaluó la aplicación de cuatro niveles de colorantes de mortiño, motilón y cerote (0.5%; 1.0%; 1.5% y 2.0%), para coloración de yogur de mora frente a un testigo comercial (T0), los mismos que se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

% de colorante	Códigos			Tamaño unidad experimental	Gramos de yogur por tratamiento
	Colorante de mortiño	Colorante de motilón	Colorante de cerote		
0%	T0	T0	T0	100g	
0.5%	T1F	T1M	T1C	100g	300g
1.0%	T2F	T2M	T2C	100g	300g
1.5%	T3F	T3M	T3C	100g	300g
2.0%	T4F	T4M	T4C	100g	300g
TOTAL					1200g

Elaborado por: Investigadores, 2014

Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial se aplicó la Prueba Triangular que es una prueba discriminativa en la que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce el alimento en el analista, debido a que solo se desea establecer si existe o no diferencia en color entre el yogurt con el extracto obtenido del mortiño, cerote, motilón y el testigo.

Para las pruebas se emplearon 31 jueces semientrenados, debido a esto, se utilizaron como jueces a estudiantes de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Integral Agropecuario de la UPEC que cursan niveles superiores y que están familiarizados con el análisis sensorial.

A cada juez se le presento un total de 4 muestras, 3 de yogurt natural al que se le añadieron el extracto de mortiño, cerote y motilón en las concentraciones señaladas y 1 que representa al testigo.

Métodos de evaluación

Los métodos de evaluación: químico, microbiológico en el producto terminado para cada tratamiento fueron los siguientes:

Análisis químico

- Sólidos solubles totales. Grados Brix (a 20 °C). Los grados °Brix fueron evaluados utilizando el refractómetro manual con escala de 58 – 92°Brix. Cada tratamiento fue evaluado tres veces, obteniendo una lectura promedio de los sólidos solubles totales.
- Acidez. pH. La acidez fue evaluada utilizando el pHmetro HANNA. Cada tratamiento fue evaluado tres veces, obteniendo una lectura promedio del pH.

Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos para:

- Aerobios totales
- Coliformes totales
- *E. coli*.
- Mohos y levaduras
-

El análisis se lo realizó en Placas petrifilm que son placas listas para usar que sustituyen a agares convencionales, placas petri y otros elementos usados en análisis microbiológicos. Cada placa dispone de un agente soluble en frío, nutriente e indicadores deshidratados y estables en el almacenamiento.

Procedimiento

- Se preparó agua peptona medio usado como diluyente y para enriquecimiento bacteriano a partir de alimentos. (20 g 1L de agua destilada o lo indicado en el frasco) y, esterilizar en autoclave durante 45 minutos a 15 psi o 121 °C.

- En condiciones estériles (trabajar en la cámara de flujo laminar), se adicionó 1 g de la muestra del colorante con la ayuda de una espátula estéril en un tubo de dilución con 9 ml de agua destilada estéril (dilución 10⁻¹), agitar.
- Se realizó la inoculación en las tres placas petrifilm para recuento de Mohos y Levaduras, aerobios totales y E. coli/coliformes con la ayuda de una pipeta estéril colocar 1 ml en cada placa (dilución 10⁻¹).
- Se tomó 1 ml y transferirlo a un tubo con 9 ml de agua destilada estéril (dilución 10⁻²). De ahí se hacen diluciones sucesivas hasta completar diluciones decimales hasta 10⁻³, asegurándose de utilizar pipetas estériles diferentes en cada paso. Agitar de forma constante en cada transferencia en cada paso
- Luego se tomó 1 ml de la dilución seleccionada (10⁻⁴) y fue colocada en el centro de la placa de aerobios totales.
- Después de un periodo de incubación de 24 horas (E coli/ coliformes 37°C) 48 horas aerobios totales 37°C y 5 días para de Mohos y Levaduras 25°C, se procedió a contar el número de colonias y reportar como unidades formadoras de colonias (UFC).

Manejo específico del experimento

Para la recolección de las muestras de las frutas en estudio se trasladó a la zona donde se reporta que crecen estas especies, con el propósito de observar las características de la planta y recolectar los frutos que alcanzaron la madurez fisiológica de cosecha (aproximadamente 5 Kg).

Los frutos colectados fueron transportados a los laboratorios de la universidad, seleccionados y sometidos a un proceso de lavado, desinfección y secado, para luego ser refrigerados a una temperatura de 4°C, para preservarlos hasta el inicio de la parte experimental de la investigación.

La extracción de pigmentos naturales, se llevó a cabo teniendo en cuenta los factores que pueden afectar la integridad de los mismos; por lo cual este es un paso muy importante debido a que los resultados obtenidos dependen en gran parte del proceso de extracción realizado. (Santacruz, 2011).

Para la extracción de colorante antociano investigadores han utilizado las siguientes soluciones: Metanol, HCl; Etanol, HCl; Cloroformo, Acetona; Etanol, Ácido Acético; Metanol, Ácido Acético; Etanol, Ácido Cítrico. (Menéndez, 2008).

Se tomó en cuenta que el concentrado final será empleado como colorante para la industria de alimentos, las demás soluciones como el Metanol y el cloroformo podrían provocar daños irreversibles para la salud o podría dejar un olor residual como el caso del Ácido Acético y Acetona. (Menéndez, 2008).

Para este estudio, en la extracción de los pigmentos del mortiño, cerote y motilón se utilizó una solución de etanol a 96° de pureza con una concentración de ácido cítrico en relación peso / volumen del 0.03%. (Metodología sugerida por Menéndez, 2008).

- **Pesado.**- El pesado se realizó con el fin de obtener los datos necesarios para realizar el balance de materiales y establecer rendimientos.

Figura 3. Pesado de materia prima



Fuente: Investigadores, 2014

- **Lavado y desinfección.**- El lavado lo realizamos con abundante agua potable corriente, para eliminar impurezas del campo, partículas extrañas, luego de lo cual procedimos a desinfectar las materias primas con una solución de hipoclorito de sodio (cloro) al 0.01%, posterior a esto se realizó un enjuague con abundante agua potable.

Figura 4. Lavado de materia prima



Fuente: Investigadores, 2014

- **Secado.**- Esto permitió eliminar el exceso de humedad de la materia prima obtenida y evitar la aparición de microorganismos que perjudicarían la inocuidad de los frutos a emplearse.

Figura 5. Secado de las materias primas



Fuente: Investigadores, 2014

- **Despulpado.**- Esta operación se la realizó empleando la despulpadora..

Figura 6. Despulpadora empleada para obtener la pulpa de los frutos



Fuente: Investigadores, 2014

- **Liofilizado.**- Se realizó con el fin de remover el agua que pudiera contener la fruta. El liofilizado consiste en sublimar el hielo de un producto congelado. El agua del producto pasa, por tanto, directamente del estado sólido al estado de vapor, sin pasar por el estado líquido

Figura 7. Liofilizado de las materias primas



Fuente: Investigadores, 2014

- **Macerado.**- Se procedió a macerar el producto liofilizado obtenido de las tres frutas en estudio en la solución etanol/ácido cítrico, para obtener el pigmento, esta operación se la llevo a cabo durante 24 horas a temperatura de refrigeración.

Figura 8. Macerado de los productos liofilizados



Fuente: Investigadores, 2014

- **Filtrado.**- Se lo realiza con el objetivo de obtener la porción alcohólica la misma que contiene los pigmentos de las diferentes frutas analizadas.

Figura 9. Filtrado de las soluciones



Fuente: Investigadores, 2014

- **Evaporado.**- El producto obtenido fue evaporado con la ayuda de un rotovaporador para eliminar la porción alcohólica y obtener el concentrado de los pigmentos.

Figura 10. Obtención de los pigmentos



Fuente: Investigadores, 2014

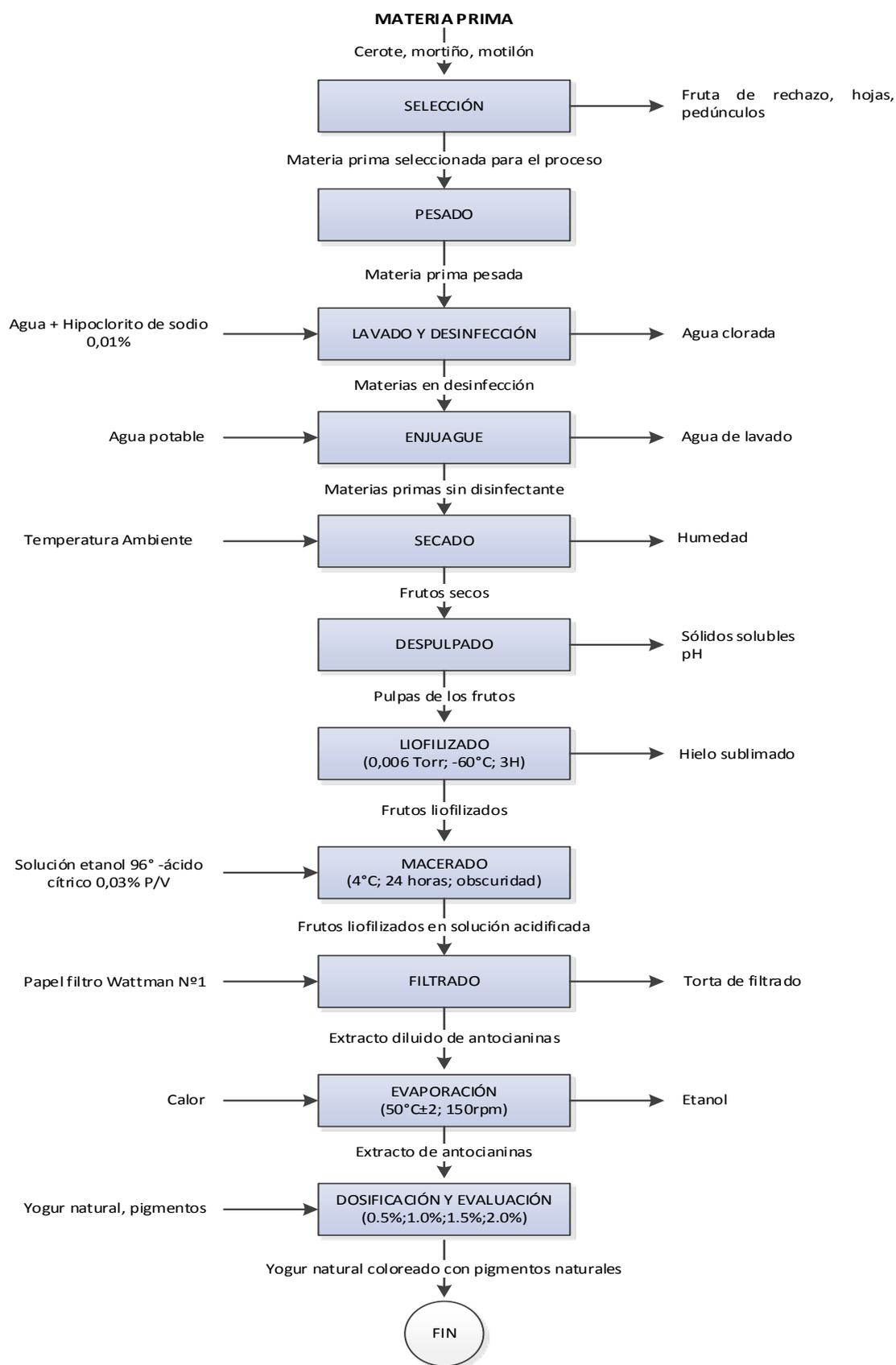
- **Almacenamiento.**- El almacenamiento del concentrado obtenido se lo realizó en refrigeración a temperatura de 4°C.

Figura 11. Colorantes obtenidos



Fuente: Investigadores, 2014

Diagrama del Proceso de la Investigación



Posibilidades de uso en yogurt

Se tomó como base para la experimentación 100 gr. de yogurt natural al cual se le añadió mediante agitación los extractos obtenidos a partir del mortiño, cerote y motilón, se aplicó las dosis seleccionadas (0.5%, 1%, 1.5%, 2%). Para evaluar el efecto del colorante en los diferentes tratamientos las muestras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 5 °C, por el lapso de 30 días.

Figura 12. Muestras de yogurt natural con las concentraciones de pigmentos adicionados



Fuente: Investigadores, 2014

Resultados y discusión

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación “Extracción de pigmentos naturales a partir de cerote (*Hesperomeles heterophylla*), motilón (*Hyeronima macrocarpa*), mortiño (*Vaccinium floribundum*) y su aplicación en la elaboración de yogurt de mora (*Rubus glaucus benth*).”, con la finalidad comprobar los objetivos planteados.

Análisis de Resultados Químicos y Microbiológicos

Análisis químico

Para realizar el análisis químico se tomaron las muestras de los diferentes colorantes obtenidos a partir del mortiño, cerote y motilón, se los codifico, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. CÓDIGOS DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS

Producto	Código
Colorante de Mortiño	TF
Colorante de Motilón	TM
Colorante de Cerote	TC

Elaborado por: Investigadores, 2014

Para el análisis de los resultados se aplicó, los siguientes métodos:

- Grados Brix: INEN 380
- pH: INEN 389

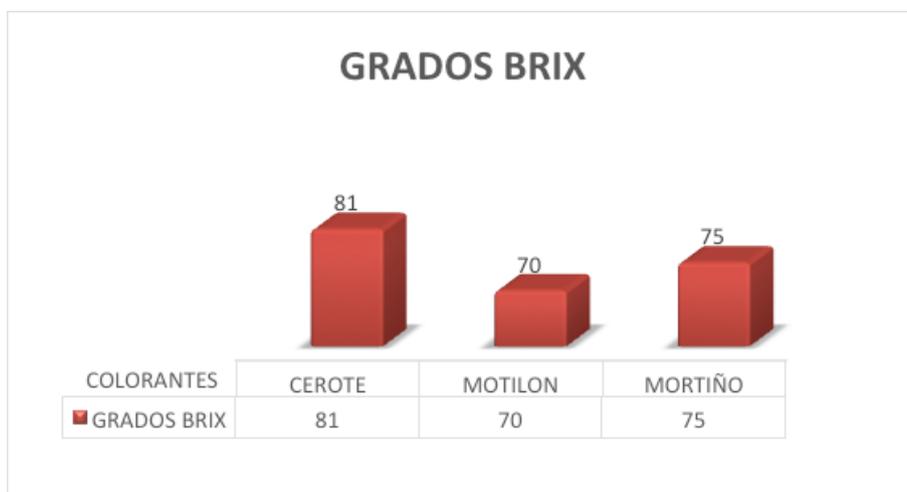
Tabla 4 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS COLORANTES OBTENIDOS

	Colorantes		
	Mortiño T1F	Motilón T2M	Cerote T3C
GRADOS BRUX	75	70	81
pH	3.81	3.63	4.95

Elaborado por: Investigadores, 2014

En la figura 13 se observa los grados brix de los productos obtenidos a partir del mortiño, cerote y motilón:

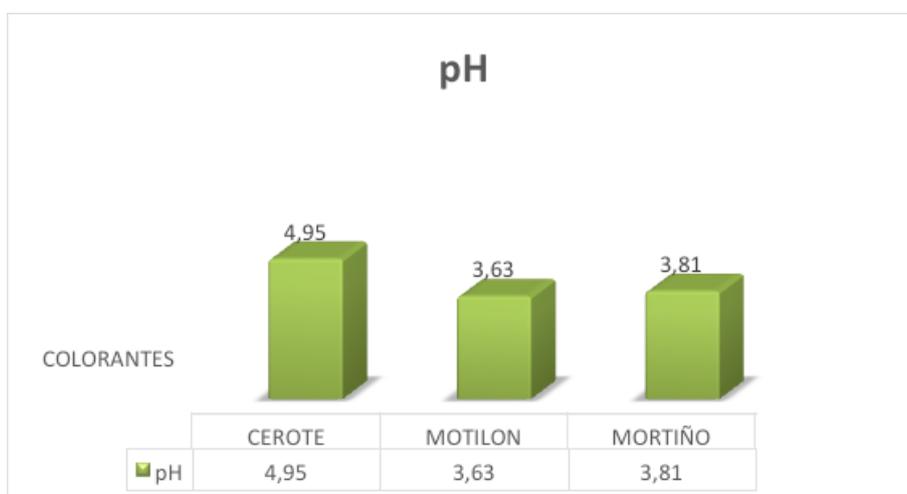
Figura 13. Grados Brix de los colorantes obtenidos



Elaborado por: Investigadores, 2014

De acuerdo a esta figura, los colorantes que presentaron mayor concentración de sólidos solubles fueron cerote con 81° Brix, mortiño con 75° y finalmente motilón con 70°.

Figura 14. pH de los colorantes obtenidos



Elaborado por: Investigadores, 2014

El valor de pH osciló entre 3.63 y 3.81 entre todos los productos obtenidos, como se muestra en la figura 14, lo que nos permite establecer que dependiendo del valor del pH y las condiciones de almacenamiento estos tendrán una mayor o menor estabilidad.

Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron a cada tratamiento para determinar la presencia de Aerobios totales, *E coli*/coliformes y mohos y levaduras en los productos elaborados, lo que se indica en la tabla 5.

Tabla 5. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Análisis	Tiempo	Temperatura	Dilución	
			10 ⁻¹ (UFC)	10 ⁻³ (UFC)
E coli /coliformes	25 H	37°C	0	
Aerobios totales	48 H	37°C	0	0
Mohos y levaduras	5 Días	25°C	0	

UFC: Unidades formadoras de colonias

Elaborado por: Investigadores, 2014

Al analizar los resultados microbiológicos realizados se puede observar que no existe proliferación de estos, dentro de los tiempos que determinan las normas, estableciendo que son aptos para su uso en la experimentación a realizar.

Esto debido a que las muestras fueron sometidas a un proceso de extracción en el cual se empleó una solución alcohol/ácido cítrico 96%/0.03%.

Análisis Organoléptico

Para el análisis sensorial de los productos elaborados se evaluó la característica color. Este análisis se realizó mediante la prueba no paramétrica de Friedman, en la que participó un grupo de 31 panelistas.

Análisis Estadístico

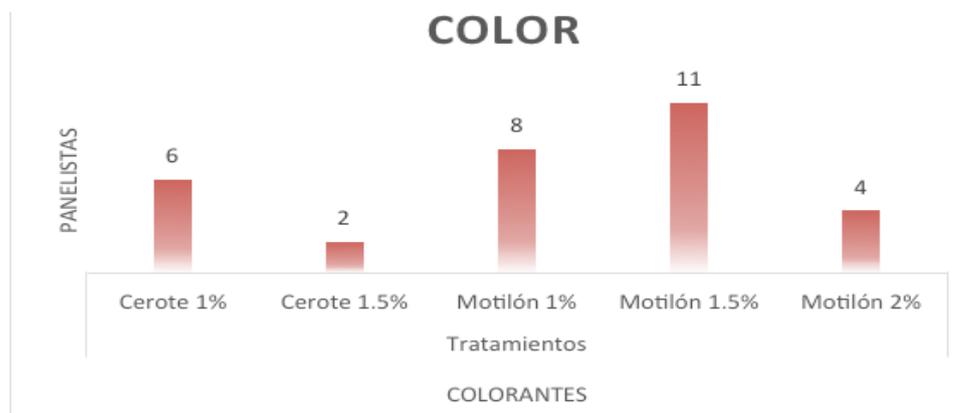
Con el fin de probar la aceptabilidad de los colorantes extraídos de los frutos del mortiño, motilón y cerote, se formularon las siguientes hipótesis:

Hi Los pigmentos antociánicos obtenidos de los frutos de cerote (*Hesperomeles heterophylla*), motilón (*Hyeronima macrocarpa*), mortiño (*Vaccinium floribundum*) presentan características óptimas para ser utilizadas como colorante en yogurt.

Ho Los pigmentos antociánicos obtenidos de los frutos de cerote (*Hesperomeles heterophylla*), motilón (*Hyeronima macrocarpa*), mortiño (*Vaccinium floribundum*) NO presentan características óptimas para ser utilizadas como colorante en yogurt.

Con el fin de comparar la preferencia del color en el yogurt natural al que se le adicionaron los diferentes tratamientos se procedió a realizar la prueba de degustación con 31 personas, cuyos resultados se indican a continuación:

Figura 15. Análisis de la preferencia para el color de yogurt adicionado los colorantes extraídos



Elaborado por: Investigadores, 2014

De acuerdo al gráfico, la preferencia por color que obtuvo el mayor porcentaje fue de 35.5%, que corresponde al tratamiento Motilón (T3M) con 1.5% de colorante/100g de yogur, seguido por el tratamiento Motilón (T2M) con 1% de colorante/100g de yogur que corresponde al 26%, también podemos apreciar que el tratamiento Cerote (T2C) con 1% de colorante/100g de yogur presentó un 19.4% de preferencia por parte de los panelistas. Con lo cual se afirma el poder colorante que poseen los pigmentos del motilón y cerote como colorantes naturales.

Por lo que, se acepta la primera hipótesis que afirma: Los pigmentos antocianicos obtenidos de los frutos de cerote (*Hesperomeles heterophylla*), motilón (*Hyeronima macrocarpa*), mortiño (*Vaccinium floribundum*) presentan características óptimas para ser utilizadas como colorante en yogurt". Cabe señalar que si bien es cierto en los datos obtenidos de la prueba sensorial realizada no arroja valores para el colorante de mortiño, no es que este no sea válido para estos fines, sino que sus cualidades colorantes no se asemejan a las de un color similar al de mora, pero pueden ser comparados con los de otras frutas, como se puede apreciar en los gráficos anexados.

Conclusiones

Una vez realizada la investigación hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- La presente investigación es de importancia ya que permitió obtener pigmentos con características colorantes derivados de la transformación del cerote (*Hesperomeles heterophylla*), motilón (*Hyeronima macrocarpa*), mortiño (*Vaccinium floribundum*).
- La acción del ser humano está contribuyendo inexorablemente a la inestabilidad de áreas donde crecen estas especies, actividades como el pastoreo que se incrementan notablemente cada día, las quemadas y la expansión de la frontera agrícola, dan como resultado una evidente alteración de la flora y fauna silvestre de esta importante zona de nuestra región.
- Mediante la prueba sensorial realizada, en la que se evaluó el color, se pudo determinar que los pigmentos que se adicionaron al yogur que tuvieron mayor aceptación fueron: Con el 35.5%, el tratamiento Motilón (T3M) con 1.5% de colorante/100g de yogur, seguido por el tratamiento Motilón (T2M) con 1% de colorante/100g de yogur que corresponde al 26%, y además el tratamiento Cerote (T2C) con 1% de colorante/100g de yogur con un 19.4% de preferencia.
- El mortiño, cerote y motilón posee gran potencial para la alimentación humana son ricos en antocianinas, los cuales refuerzan la pared de los vasos capilares, venosos y mejoran la circulación sanguínea en la retina, así como la de los miembros inferiores, además de su alto contenido en vitamina C.
- Tanto el mortiño, motilón y cerote no se cultivan de manera comercial en nuestro país de ahí la importancia que pueden adquirir estos cultivos a nivel nacional por contener un alto potencial económico al darles valor agregado o como frutas de exportación, como se ve en otros países.
- Es posible el uso de los pigmentos de mortiño, motilón y cerote para colorear alimentos de acidez intermedia como el yogur, así como también en alimentos procesados en los cuales se mantengan las condiciones óptimas de estabilidad; pH ácidos, temperaturas bajas de almacenamiento y que estén protegidos de la luz.

Recomendaciones

- Mejorar los procesos de extracción de antocianinas para tratar de recuperar la mayor cantidad de pigmento que sea posible.
- Desarrollar el proceso tecnológico para la preparación comercial de colorante obtenido de los frutos del mortiño, motilón y cerote.
- Ampliar la aplicación en la industria de alimentos y bebidas del colorante natural obtenidos a partir de estos frutos que crecen de manera silvestre en la región interandina.

Referencias bibliográficas:

- Abreu, Orlando A, Guirado, Armando Cuéllar, y Sylvia Prieto. «Fitoquímica del género *Vaccinium* (Ericaceae).» Revista Cubana de Plantas Medicinales, 2008: 1-11.
- Alimentarnos.com. 31 de Enero de 2014.
<http://www.alimentarnos.com/blog/2014/02/03/colorantes-naturales/> (último acceso: 31 de Enero de 2014).
- Badui, Salvador. Diccionario de tecnología de los alimentos. México: Alhambra Mexicana, 1997.
- Calvo, Carlos, y Luis Durán. TEMAS EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. México: Alfaomega, 2002.
- Carmona, Iris. «Agrimundo.cl.» 26 de Abril de 2013. http://www.agrimundo.cl/wpcontent/uploads/130426_reporte_alimentos_procesados_n51.pdf (último acceso: 26 de Abril de 2013).
- Chiralt, Amparo, Nuria Martínez, Chelo Gonzáles, Pau Talens, Moraga, y Gemma. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ALIMENTOS. Valencia: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2007.
- Damodaran, Srinivasan, Kirk Parkin, y Owen Fennema. Química de los alimentos. Zaragoza: ACRIBIA, 2010.
- Fellows, Peter. Tecnología del procesado de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 2007.
- Fuleki, T, y F.J. Francis. Quantitative Methods for Anthocyanins Extraction and Determination of Total Anthocyanins in cranberries. EE.UU: Journal of Food Science, 1968.
- Gamarra, Susan. «ÉNFASIS ALIMENTACIÓN.» ÉNFASIS ALIMENTACIÓN. 29 de 10 de 2009. <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14761-los-colorantes-naturales-del-momento> (último acceso: 1 de Diciembre de 2014).
- García, Mariano, Rodolfo Quintero, y Agustín López. Biotecnología Alimentaria. México: Limusa, 2002.
- GARZÓN, GLORIA. «virtual.unal.edu.» 22 de febrero de 2009. <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF%27s/v13n3/v13n3a2.pdf> (último acceso: 14 de agosto de 2008).
- González, Germán. Métodos estadísticos y principios de Diseño Experimental. Quito: Universidad Central del Ecuador, 1985.
- Gordon, HT, y JC Bauernfeind. «Carotenoids as food colorants.» Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1982: 59-97.
- Grupo Latino Ltda. Manual del Ingeniero de Alimentos. Bogotá: GRUPO LATINO, 2007.
- Guerrero, LI, HE López, y LR Armenta. «Pigmentos.» En Química de los alimentos, de Badui DS, 401-444. México: Pearson Educación: Química de alimentos, 2006.
- Hermann, Schmidt- Hebbel. Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Santiago: Universitaria, 1990.
- Ibarz, Albert, y Gustavo Barbosa. Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. México: Mundi-Prensa, 2005.
- Jeantet, Romain, Thomas Croguennec, Pierre Schuck, y Gérard Brulé. Ciencia de los Alimentos. Zaragoza: Acribia, 2010.
- Mandujano, Reynolds. Estudio preliminar de los pigmentos presentes en cáscara de pitaya (*Stenocereus stellatus*) de la región de Mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca: Universidad Tecnológica de Mixteca, 2006.

- Mendoza, Eduardo, y Concepción Calvo. Bromatología composición y propiedades de los alimentos. México: Mc Graw Hill, 2010.
- Menéndez, Walter. Obtención De Colorante Para Su Uso En Yogurt A Partir De La Flor De Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y Del Mortiño (*Vaccinium mytillus L.*). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2008.
- Muñoz, Orlando, Marco Schwartz, y Eduardo Loyola. «Antocianos, colorantes naturales de aplicación industrial.» Revista de Fitoterapia, 2003: 147-152.
- Nielsen, Suzanne. Análisis de los alimentos. Zaragoza: ACRIBIA, 2009.
- Niño, Víctor. Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U, 2011.
- Ortíz, Miguel. Caracterización y estabilidad de las antocianinas de higo ficus carica variedad misión cultivado en ciudad lerdo Durango. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2009.
- Padrón, Emilio. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. México D.F.: Trillas, 2009.
- Santacruz, Liliana. ANÁLISIS QUÍMICO DE ANTOCIANINAS EN FRUTOS SILVESTRES COLOMBIANOS. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Plan Nacional del Buen Vivir. Quito: Senplades, 2013.
- Vanaclocha, Ana, y José Requena. Procesos de Conservación de Alimentos. Madrid: Mundi-Prensa, 2003.
- Von, Elbe, y SJ Schwartz. «Colorantes.» En Química de alimentos, de Fennema, 773-854. Zaragoza: Acribia, 2000.