

DESARROLLO DE UN GEL ENERGIZANTE A PARTIR DE MANGO (*Mangifera indica* L.) VARIEDAD AZUCARADO

NANCY JHOANA TORRES GARCÍA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA,
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2016

DESARROLLO DE UN GEL ENERGIZANTE A PARTIR DE MANGO (*Mangifera indica* L.) VARIEDAD AZUCARADO

NANCY JHOANA TORRES GARCÍA

Trabajo presentado para optar por el título de Ingeniera de Alimentos

GRUPO DE INNOVACIONES ALIMENTARIAS-INNOVA
LÍNEA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Director
VÍCTOR MANUEL GÉLVEZ ORDOÑEZ
Ph.D

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2016

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Pamplona, 15 de Diciembre de 2016

DEDICATORIA

A Dios, por darme sabiduría y fortaleza para seguir adelante y cumplir este sueño tan anhelado.

A mis niños, quienes son el motor que me impulsa cada día y son la razón de ser de mi vida.

A mi esposo, por estar siempre a mi lado apoyándome y compartiendo grandes momentos.

A mi mamá, por darme el ejemplo de una mujer luchadora, por sus consejos y enseñanzas.

A mi papá y mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Universidad de Pamplona por ser grandes formadores, en especial a los profesores Víctor Manuel, Magda, Mariela, César, Henry, Carolina Pabón, por sus enseñanzas y apoyo.

A la profesora María Yaneth y Luz Alba Caballero Pérez por su colaboración y apoyo en el inicio de esta bella profesión.

A Don Wilson Mollano, Oscar, Adelaida, Amparito y Fabiola y en general a todo el personal de laboratorio por su disposición y colaboración para la realización de este trabajo.

A mi cuñada Cristina, Laura, Juliana y la profe Rosalba por su colaboración en el cuidado de mis niños.

A mis compañeros José Luís, Camila, Karime, Dayana, Carolina, Edwin, Jhon Jairo, Eliana, Richard, Edilson, Angelo por su apoyo, sus consejos y por los momentos compartidos durante la carrera.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1 EL MANGO	15
2.1.1 Generalidades.....	15
2.1.2 Origen.	15
2.1.3 Clasificación taxonómica.....	15
2.1.4 Composición del mango.....	16
2.1.5 Contenido nutricional.	16
2.1.6 Variedades de mango	17
2.1.7 Producción mundial de mango.....	19
2.1.8 Producción nacional.....	19
2.1.9 Producción departamental.	20
2.1.10 Postcosecha del mango.....	22
2.1.11 Posibilidades de industrialización.....	23
2.2 GEL ENERGIZANTE	23
2.2.1 Definición.	23
2.2.2 Origen.	24
2.2.3 Tipos de gel energizante.....	24
2.2.4 Marco legal.	25
2.3 ESTADO DEL ARTE.....	26
2.3.1 Nutrición para deportistas	26
3. OBJETIVOS.....	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	29
4. METODOLOGÍA	30
4.1 UBICACIÓN	30
4. 2 MATERIALES	30
4.3 MÉTODOS.....	31
4.3.1 Desarrollo del gel energizante.	31

4.3.2 Análisis sensorial.	37
4.3.3 Análisis fisicoquímico del gel energizante.	38
4.3.4 Análisis de color.	40
4.3.5 Aporte calórico.	40
4.3.6 Determinación de la estabilidad microbiológica.	41
4.3.7 Análisis estadístico.	42
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	43
5.1 DESARROLLO DEL GEL ENERGIZANTE.	43
5.1.1 Madurez de la fruta.	43
5.1.2 Obtención de la pulpa.	43
5.1.3 Caracterización de la pulpa.	43
5.1.4 Desarrollo de la formulación.	44
5.2 ANÁLISIS SENSORIAL.	44
5.2.1 Prueba de calificación.	44
5.2.2 Perfil sensorial.	45
5.3 REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO.	46
5.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GEL ENERGIZANTE.	47
5.5 APORTE CALÓRICO.	48
5.6 ANÁLISIS DE COLOR.	49
5.7 ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA.	49
5.7.1 Análisis microbiológico.	49
CONCLUSIONES.	51
RECOMENDACIONES.	52
BIBLIOGRAFÍA.	53
ANEXOS.	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del mango	16
Tabla 2. Contenido de nutrientes por 100 g	17
Tabla 3. Características fisicoquímicas de la variedad azucarado	18
Tabla 4. Composición nutricional de geles.....	24
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos de las bebidas energizantes para consumo humano	26
Tabla 6. Requisitos microbiológicos de las bebidas energizantes para consumo humano	26
Tabla 7. Composición de geles de diferentes marcas comerciales.....	34
Tabla 8. Formulación jarabe base.....	35
Tabla 9. Formulación base gel energizante	35
Tabla 10. Variación del contenido de pulpa y almidón.....	35
Tabla 11. Escala Hedónica	37
Tabla 12. Escala para valoración de intensidad	38
Tabla 13. Conversión de energía	40
Tabla 14. Características físico-químicas de la pulpa de mango.....	43
Tabla 15. Formulaciones del gel energizante	44
Tabla 16. Resultados prueba de calificación.....	44
Tabla 17. Resultados de perfil sensorial.....	45
Tabla 18. Reformulación del gel energizante.....	47
Tabla 19. Características químicas del gel energizante	47
Tabla 20. Contenido de macronutrientes del gel energizante	48
Tabla 21. Resultados análisis microbiológicos	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mango variedad azucarado	18
Figura 2. Producción mundial de mango.....	19
Figura 3. Área cosechada y producción.....	20
Figura 4. Producción por departamento.....	21
Figura 5. Producción por municipio.....	21
Figura 6. Medición de dureza en el mango	31
Figura 7. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de mango.....	32
Figura 8. Diagrama de flujo elaboración del gel energizante	35
Figura 14. Perfil de sabor.....	46
Figura 15. Aporte calórico por 100 g de producto de diferentes marcas comerciales.....	48
Figura 16. Gráfica de color CIELAB.....	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Muestras de gel energizante.....	59
Anexo 2. Formato prueba sensorial de calificación.....	60
Anexo 3. Panel sensorial para perfil de sabor.....	61
Anexo 4. Formato para perfil de sabor.....	62
Anexo 5. Digestión de la muestra para determinación de proteína.....	63
Anexo 6. Extracción con hexano.....	63
Anexo 7. Recuperación de hexano	64
Anexo 8. Resultados ausencia de microorganismos	64
Anexo 9. Resultados mohos y levaduras.....	64

RESUMEN

En Colombia se produce mango en gran cantidad, parte de este es utilizado por la industria procesadora de alimentos o para consumo en fresco lo demás no se logra aprovechar por la sobreoferta que se presenta en épocas de cosecha. En este proyecto se desarrolló un producto alimenticio como alternativa para el aprovechamiento del mango producido en Norte de Santander. El mango es considerado una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales lo cual lo hace propicio para el desarrollo de nuevos productos. En este proyecto se desarrolló un gel energizante a partir de mango para lo cual se tuvieron en cuenta los parámetros establecidos por la normativa vigente para aditivos y conservantes, se hicieron ensayos hasta desarrollar tres formulaciones en donde varió el contenido de pulpa y almidón adicionado, éstas se evaluaron mediante análisis sensorial aplicando una prueba de calificación, posteriormente se aplicó una prueba descriptiva en donde se elaboró el perfil de sabor del gel y se hicieron ajustes en la formulación, a la formulación estandarizada se le determinó la composición química mediante métodos de análisis de alimentos ya establecidos, posterior a esto se determinó el aporte calórico; adicional a esto se determinó el color mediante las coordenadas CIELAB y se realizaron análisis microbiológicos para determinar la estabilidad del producto por un mes. Se obtuvo un producto con óptimas características nutricionales y sensoriales que cumple con los valores máximos permitidos para aditivos y conservantes, ofreciendo un producto inocuo para el consumidor.

Palabras clave: Aprovechamiento, industrialización, mango, producto alimenticio.

1. INTRODUCCIÓN

En épocas de cosecha existe bajo aprovechamiento del mango en Norte de Santander presentándose sobreoferta del producto que se traduce en la caída de los precios y la consecuente pérdida del mismo.

El cultivo de mango en Colombia se encuentra a lo largo de dieciséis departamentos¹, siendo Cundinamarca, Tolima y Magdalena los principales productores con una participación de 99.87%, mientras que para Norte de Santander sólo se reporta una participación del 0.13% en la producción nacional para el 2014². Sin embargo no toda es aprovechada, presentándose un importante registro de pérdidas de los productos en la fase post cosecha³

La baja cantidad de cultivos mejorados en la zona dificulta el mercado de esta fruta debido al gran porcentaje de variedades criollas provenientes de cultivos no tecnificados, lo que conlleva a la desmotivación de los agricultores. Según lo citado por Ospina *et. al.*⁴, de las 17225 Ha con mango en producción en Colombia al 2005, se estima que el 26.6% pertenece a variedades mejoradas, comúnmente conocidas como variedades finas.

Según Asohofrucol y el Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola (FNFH)⁵ la industria procesadora de alimentos se destaca por el reducido desarrollo, presencia y competitividad; en Cúcuta existen cinco agroindustrias dedicadas a la transformación y comercialización de conservas de frutas a nivel local e incluso llegando a entrar al mercado venezolano, dentro de estas se encuentra Pasta de guayaba, La pradera y Multifrutas S.A. La propuesta de área nueva de mango para Norte de Santander es de 300 hectáreas. De este hectareaje se pretende que el 70% sea de mango criollo para la industria y 30% del llamado mango fino, que

¹ CORPOICA, 2013. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima Asohofrucol. [En línea], pp. 112. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf. Consultado en: Octubre de 2016.

² AGRONET. Estadísticas Inicio. [En línea]. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>. Consultado en: Agosto de 2016.

³ Asohofrucol y FNFH. Plan de Negocios de Mango Programa de Transformación Productiva. [En línea]. 2013. Disponible en: <https://www.ptp.com.co/documentos/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20MANGO%20diciembre.pdf>. Consultado en: Septiembre de 2016.

⁴ OSPINA HENAO, Sandra Milena; HERNANDEZ R., Eliana Natali y LOZANO M., Carlos Alberto. Estudio Experimental del Proceso de Fermentación de Residuos Agroindustriales del Mango (*Mangifera Indica* L) Usando *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado bacteriólogo. Manizales: Universidad Católica de Manizales, Facultad de Salud, Programa de bacteriología, 2012. 83 p.

⁵ Íbib.

se consume en fresco,⁶ es por esto que se ve la necesidad de crear nuevos productos como alternativa de industrialización del mango.

Actualmente se ha ido incrementando en las personas el hábito de hacer deporte, ya sea como pasatiempo o para mejorar la salud; junto con esto ha venido aumentando el consumo de productos hidratantes y energizantes, tal es el caso de los geles energizantes o geles deportivos consumidos principalmente por deportistas para mejorar el rendimiento deportivo, siendo de importancia el desarrollo de nuevos productos de este tipo utilizando materia primas de origen natural.

A nivel nacional e internacional no se ha informado el desarrollo de geles energizantes a partir de mango, pero si se ha visto el aprovechamiento de otras materias primas para el desarrollo de estos productos.

En el 2014 Enrione *et al.* desarrollaron la formulación de un producto alimenticio nutricional (gel) obtenido a partir de harina de quínoa, en este estudio realizaron un proceso de extracción de péptidos y maltodextrinas de quínoa para la fabricación de productos alimenticios para deportistas⁷.

En 2010 Tirrito desarrolló composiciones nutricionales para atletas en forma de polvo, barra y gel en donde utilizó maltodextrina, fructosa y proteína en diferentes proporciones, utilizando extractos de té verde, granate y mangostán⁸.

En 2014 Oviedo desarrolló un gel para deportistas para el cual tomó una fórmula base de jarabe de glucosa, agua y almidón, al cual le incorporó como ingrediente estimulante, maca (*Lepidium meyenii*) también incorporó quinua (*Chenopodium quinoa*) y almendras de albaricoque (*Prunua armeniaca* L.), el autor realizó pruebas sensoriales para determinar la preferencia de sabores (té, coco, sandía, menta, eucalipto, anís) siendo el de mayor preferencia el de sandía, también evaluaron las características texturales encontrando que el producto era demasiado denso lo cual le llevó a una reformulación en esta reformulación presentaron sabores a sandía, hierbabuena con limón y chocolate con mandarina realizando dos pruebas en situación real con 13 deportistas, obteniendo como

⁶ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR), *et al.* Plan frutícola nacional Desarrollo de la fruticultura en el Norte de Santander. [En línea]. 2006. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO FRUTICOLA NACIONAL.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO_FRUTICOLA_NACIONAL.pdf). Consultado en: Septiembre de 2016.

⁷ UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Method for the formulation of a gel format foodstuff for use as a nutritional foodstuff enriched with peptides and maltodextrins obtained from quinoa flour. Inventores: ENRIONE CÁCERES, Javier; DIAZ CALDERON, Paulo y OSORIO LIRA, Fernando. Int CI: A23I 1/06. Fecha de solicitud: 23, junio, 2014. Estados Unidos, patente de investigación US 2014/0302198 A1. 9, octubre, 2014.

⁸ TIRRITO, Salvatore J. Int. Cl. A23L 1/305, A23L 1/302, A23L 1/05. Nutritional compositions for athletes. Fecha de solicitud: 28, Agosto, 2008. Estados Unidos, patente de investigación US 2010/0055247 A1. 4, marzo, 2010.

resultado un prototipo de gel con dos sabores distintos sandía y chocolate-mandarina y con un aporte calórico semejante al de marcas comerciales⁹.

Por lo anterior el objetivo principal del presente trabajo fue desarrollar un gel energizante a partir de mango (*Mangifera indica* L.) variedad azucarado como alternativa de aprovechamiento de esta materia prima en la generación de productos para deportistas.

⁹ OVIEDO SOLER, Ignasi. Desarrollo de un nuevo producto para deportistas. Trabajo de grado Ciencia y Tecnología de Alimentos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de ingeniería agronómica y del medio ambiente. 2014, p. 44.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 EL MANGO

2.1.1 Generalidades.

El mango es un fruto perteneciente a la familia *Anacardiaceae*; se desarrolla de manera óptima en climas cálidos y se adapta a una amplia gama de condiciones. Es un árbol típico de tamaño mediano de 10 a 30 m de altura con un sistema radicular bien desarrollado que profundiza entre 6 y 8 m. Su fruta es una drupa variable en cuanto a su forma y dimensiones, generalmente ovoide oblonga, notablemente aplanada, redondeada y obtusa, de color verde, verde amarillento o amarillo.¹⁰

2.1.2 Origen.

El origen del mango se sitúa en el Sureste de Asia en la zona tropical que se extiende desde la India hasta Filipinas. Se cree que en la India se cultivaba hace 4000 años, siendo un fruto muy venerado y apreciado en dicho país desde tiempos prehistóricos. La dispersión de este cultivo fue lenta, probablemente debido al corto periodo en que la semilla mantiene su poder germinativo.

Este fruto fue conocido por el mundo occidental a finales del siglo XVI, y los primeros frutos llegaron al Brasil por el año de 1700.¹¹

El árbol que lo produce, la "*Manguifera indica* L.", es descendiente de una de las más de cuarenta especies silvestres que todavía existen en el noroeste de India, Filipinas y Papua Guinea.¹²

2.1.3 Clasificación taxonómica.

Según lo citado por Flores¹³, la clasificación taxonómica del cultivo de mango es la siguiente:

¹⁰ SALAMANCA, Grosso, *et al.* Avances en la caracterización, conservación y procesamiento del mango (*Mangifera indica* L.) en Colombia. *En*: Tumbaga. 2007, vol 2, no. 1, p. 57-64

¹¹ BARAONA COCKELL, Marcia y SANCHO BARRANTES, Ellen. El mango. *En*: Aguacate y mango. Fruticultura especial 2. Editorial Universidad Estatal a distancia. p. 57-80.

¹² LUCERO JARA, Olga. La producción, comercialización y exportación del mango en el Ecuador período 2007-2009. Tesis para optar por el título de economista. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias económicas, 2011, 51 p.

¹³ GALÁN, Víctor. El cultivo del mango. España, Ediciones Mundi-prensa, 1999. Citado por FLORES ESTRADA, Julio César. Evaluación de un fertilizante foliar orgánico y uno químico aplicados en dos etapas de desarrollo en la producción de mango variedad Tommy Atkins; Río

Tabla 1. Clasificación taxonómica del mango

Clase	Dicotiledónea
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Género	Mangifera
Especie	Mangifera indica L.
Nombre común	Mango

Fuente: Flores, 2014

2.1.4 Composición del mango.

De acuerdo a lo citado por Ospina *et al.*¹⁴, el mango se compone de la siguiente manera:

La semilla del mango abarca del 9 al 27% aproximadamente del peso total de la fruta. El color de la piel varía con la madurez y el cultivo. Su contenido de carotenoides aumenta durante su madurez; es buena fuente de provitamina A.

La parte comestible del fruto total corresponde entre el 60 y 75%. El componente mayoritario es el agua en un 84%. El contenido de azúcar varía del 10-20% y de las proteínas en un 0.5%.

El ácido predominante es el ácido cítrico aunque también se encuentra el ácido málico, succínico, galacturónico, tartárico y oxálico en cantidades menores.

2.1.5 Contenido nutricional.

Según lo citado por Sumaya *et al.*,¹⁵ desde el punto de vista nutritivo, el mango es una fuente importante de fibra y vitaminas (Tabla 2). La pulpa del mango presenta una concentración significativa de compuestos bioactivos tales como la vitamina A, así como de compuestos con una gran actividad antioxidante entre ellos la vitamina C, vitamina E, polifenoles, carotenos, entre otros, además de presentar una importante concentración de minerales como potasio y magnesio, también aporta pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. Así mismo la pulpa del

Hondo, Zapaca. Tesis de grado Ingeniero agrícola. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias agrícolas, 2014, 79 p.

¹⁴ OSPINA HENAO, Sandra Milena; HERNANDEZ R., Eliana Natali y LOZANO M., Carlos Alberto. Estudio Experimental del Proceso de Fermentación de Residuos Agroindustriales del Mango (*Mangifera Indica* L) Usando *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado bacteriólogo. Manizales: Universidad Católica de Manizales, Facultad de Salud, Programa de bacteriología, 2012. 83 p.

¹⁵ SUMAYA MARTÍNEZ, Ma.Tereza, *et al.* Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. En: Revista Mexicana de Agronegocios. 2012, vol. 30, p. 826-833.

mango contiene fibra soluble (pectinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y taninos. En su composición destaca igualmente la presencia de manguiferina que en animales de experimentación parece ejercer una acción antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral.

Tabla 2. Contenido de nutrientes por 100 g

Contenido por 100 g de mango	
Agua	83 g
Proteínas	0.5 g
Grasa	0 g
Carbohidratos	15 g
Fibra	0.8 g
Calcio	10 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina A	600 IU
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04 mg
Vitamina C	3 mg

Fuente: Sumaya *et al.*, 2012

2.1.6 Variedades de mango

De acuerdo al lugar de origen, las variedades se reúnen en cuatro grandes grupos:¹⁶

Variedades procedentes de India: no se cultivan comercialmente por ser de baja calidad y mucha fibra, pero han servido como material parental a variedades comerciales originadas en la Florida. Su forma es redonda, de sabor dulce pero ácido y fuertemente aromatizado, de semilla monoembriónica y susceptible a antracnosis. Ejemplo de este grupo son: Mulgoba, Alphonso y Sufiada.

Variedades procedentes de Indochina y Filipinas: Producen frutos puntiagudos, oblongos, generalmente carecen de colores atractivos, con semillas poliembriónicas, escaso contenido de fibra, de sabor dulce, algo ácidos, no aromatizados. Presentan relativa susceptibilidad a la antracnosis. Algunos ejemplos son la Manila cultivada en México, Cécil cultivada en Cuba y la Cambodiana.

Variedades procedentes de Sudamérica: son variedades que contienen mucha fibra y trementina. Se incluyen en el grupo el Madame Francis cultivada en Haití, Julie cultivada en Trinidad y la Itamarca cultivada en Brasil.

¹⁶ UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Mango (*Mangifera indica*). [en línea]. Disponible en: <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/mango.html>. Consultado: Agosto de 2016.

Varietades procedentes de la Florida: han sido desarrolladas a partir de variedades procedentes de India y son las más cultivadas actualmente en el mundo. Ellas son Keitt, Edward, Tommy Atkins, Kent, Irwin, Palmer, Haden (originada a partir de Mulgoba).

2.1.6.1 Variedad azucarado.

Según García *et al.*,¹⁷ el fruto se caracteriza por su forma oblonga oval, base ligeramente aplanada, sin pico, sin seno, ápice puntiagudo, cavidad basal ligera, sin cuello prominente, cáscara de color amarillo, lisa y sin adherencia, pocas lenticelas pequeñas y de color amarillo, presenta un daño del 2 al 10% por problemas fitosanitarios (figura1). A continuación se describen las características físicas, químicas y composición que presenta en promedio (Tabla 3).

Figura 1. Mango variedad azucarado



Fuente: García *et al.*, 2010

Tabla 3. Características fisicoquímicas de la variedad azucarado

Características físicas	
Largo	11.4 cm
Ancho	7.31 cm
Grosor	6.8
Peso	327

¹⁷ GARCÍA LOZANO, Jairo, *et al.* Descripción de las variedades de mango criollo colombiano. 2009.

Firmeza	0.5 Kilogramos fuerza
Características químicas	
°Brix	14.9
pH	4.49
Composición	
Cáscara	16.6%
Pulpa	70.2%
Hueso	13.2%

Fuente: García *et al.*, 2010

2.1.7 Producción mundial de mango.

Según datos reportados por la FAO,¹⁸ en el periodo 2013-2014 la producción mundial de mango se distribuyó en los continentes asiático, africano y americano con una participación de 83.7%, 12.4% y 4% respectivamente, siendo los principales productores India, Tailandia, Egipto, Cuba y Filipinas con un 91.26% de la producción mundial (Figura 2).

Figura 2. Producción mundial de mango



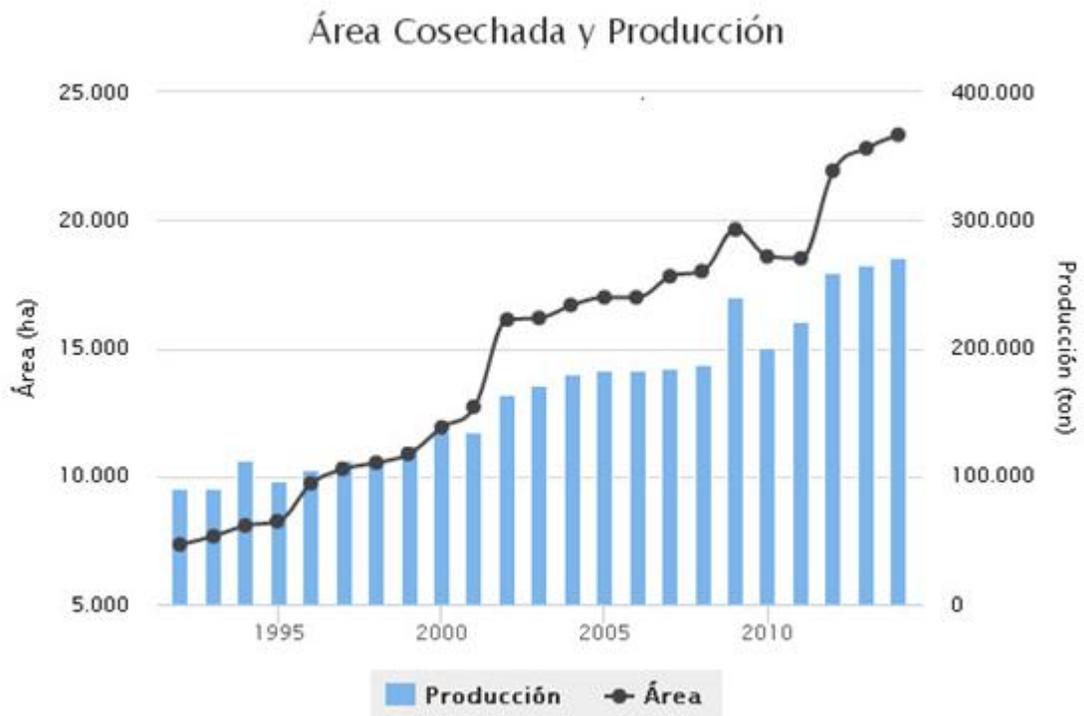
Fuente: FAOSTAT, 2016

2.1.8 Producción nacional.

¹⁸ FAO. Producción/cultivos. [en línea]. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. Consultado: Agosto de 2016.

La producción de mango en Colombia ha ido incrementando; en 1992 fue de 90959 Ton hasta llegar a 270432.2 Ton en el 2014, habiendo un aumento del 66.36% debido al incremento del área sembrada en un 68.57% (Figura 3). Los principales departamentos productores de mango son Cundinamarca, Tolima y Magdalena con una participación de 47.01%, 39.99% y 12.87% respectivamente, mientras que Norte de Santander sólo aporta el 0.13% (Figura 4).¹⁹

Figura 3. Área cosechada y producción



Fuente: Agronet, 2016.

2.1.9 Producción departamental.

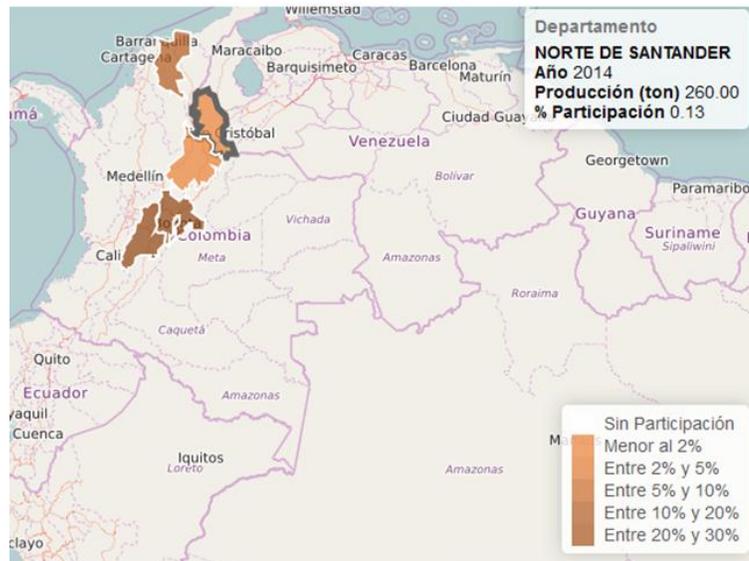
En Norte de Santander la producción de mango se concentra en los municipios de San Cayetano, Villa del Rosario y Los Patios con una participación de 37.69%, 34.62% y 27.69% respectivamente en el 2014 (Figura 5).²⁰

¹⁹ AGRONET, MINAGRICULTURA. Estadísticas Agrícolas. Área, producción, rendimiento y participación. [en línea]. 2016. Disponible en:

<http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>. Consultado: Agosto de 2016.

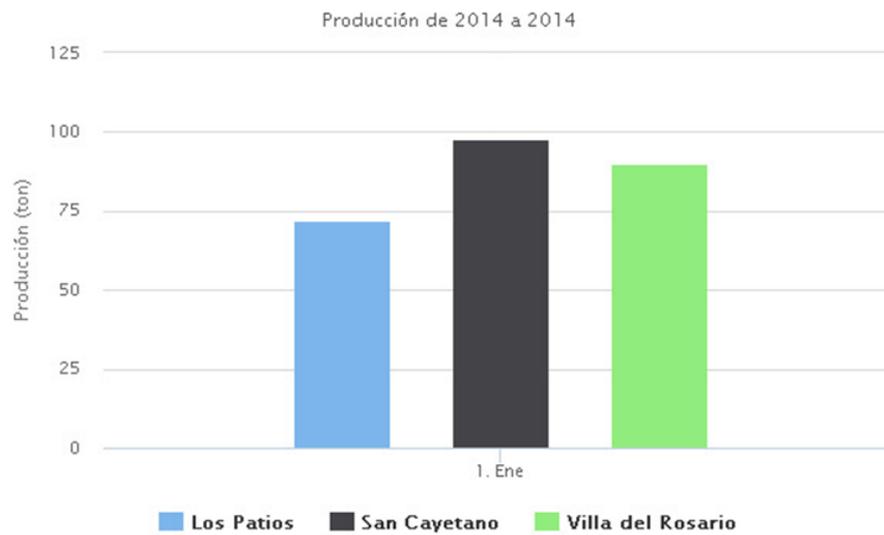
²⁰ Ibíd, Área, producción, rendimiento y participación municipal en el departamento por cultivo.

Figura 4. Producción por departamento



Fuente: Agronet, 2016

Figura 5. Producción por municipio



Fuente: Agronet, 2016

2.1.10 Postcosecha del mango.

A continuación se describe el manejo postcosecha del mango²¹

Antes de preparar el producto para el mercado, este se debe proteger en sitios determinados (del cultivo o de la finca) de la radiación solar excesiva pues genera deshidratación, pérdida de peso y disminución de la calidad de la fruta. Estos sitios de acopio temporal protegen los sitios de la lluvia, humedad y cualquier foco de contaminación que puedan llevar a posteriores pudriciones.

La fruta cosechada se debe seleccionar, descartando y enterrando las que no puedan comercializarse o que presenten magulladuras, daños por insectos o pudriciones. En el acondicionamiento de la fruta se comienza por el lavado con agua limpia para eliminar impurezas y residuos de látex.

2.1.10.1 Lavado.

Se recomienda realizarlo con agua clorada a 15 ppm con el fin de reducir la carga microbiana y eliminar impurezas y suciedades del fruto. Después de lavado con agua clorada, se procede a lavar con agua potable para eliminar cualquier residuo de cloro.

2.1.10.2 Encerado de frutos.

El encerado del fruto del mango se realiza usualmente con formulaciones a base de Carnauba²², este procedimiento mejora la apariencia a través del incremento del brillo natural y reduce la pérdida de agua de los frutos, la cual es la causa de la apariencia opaca de los mangos. El cepillado durante la aplicación de cera ayuda a obtener una distribución uniforme en los frutos

2.1.10.3 Transformación.

Las alternativas agroindustriales de presentación del mango pueden ser variadas, como: pulpa fresca, néctar, mermeladas, mango en rodajas, congelados. El conocimiento del fruto y de sus potenciales industriales ofrece un portafolio amplio e inexplorado de posibilidades agroindustriales.

²¹ ASOHOFrucol y CORPOICA. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. [en línea], 2013. p. 112. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf. Consultado: Octubre de 2016.

²² Es un tipo de cera que se obtiene de las hojas de la palma Copernicia prunifera. Esta palma es endémica de Sudamérica y crece en la región de Ceará, al noreste de Brasil.

2.1.11 Posibilidades de industrialización.

Según Murillo,²³ de la fruta de mango se pueden obtener varios productos industriales, seguidamente se presenta un listado sobre estas posibilidades.

1. Pulpa de mango.
2. Jugo de mango.
3. Néctar de mango.
4. Salsas de frutas con mango como ingrediente.
5. Coctel de frutas con mango como ingrediente.
6. Mango deshidratado: rodajas, cuadritos, pulpa.
7. Vino de mango.
8. Líquido de cobertura.
9. Yogurt con mango como ingrediente.
10. Helados de mango.

2.2 GEL ENERGIZANTE

2.2.1 Definición.

Originalmente los geles son una simple mezcla de agua y carbohidratos, que forman un producto final con forma de gel.²⁴

Un gel energizante es una fuente altamente concentrada de carbohidratos (65-70%) en forma de gel que es fácil de consumir y digerir. Son más concentrados que las bebidas deportivas. Los geles son un suplemento deportivo que viene en pequeños envoltorios herméticamente cerrados pero de fácil apertura, para poder ser ingeridos durante la realización del ejercicio físico sin necesidad de detener la marcha. Adicional a los carbohidratos, pueden estar presentes en mínimas proporciones electrolitos como sodio o potasio, los cuales se pierden durante el ejercicio con el sudor; vitaminas, proteínas e incluso cafeína. Respecto de la cafeína, funciona como un estimulante del sistema nervioso central, contribuyendo a eliminar la somnolencia y a activar el nivel de respuesta del organismo.²⁵ En la tabla 4 se muestra la composición nutricional de algunas marcas comerciales de geles.

²³ MURILLO G., Olga Marta, 2014. Ficha técnica de industrialización de Mango (*Mangifera indica* L.). Dirección de Mercadeo y Agroindustria Area Desarrollo de Producto [en línea], p. 1-4. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Mango_FTP.pdf. Consultado: Octubre de 2016.

²⁴ OVIEDO SOLER, Ignasi. Desarrollo de un nuevo producto para deportistas. Trabajo de grado Ciencia y Tecnología de Alimentos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de ingeniería agronómica y del medio ambiente. 2014, p. 44.

²⁵ REVUELTA, Fernando. Reporte geles energéticos (The Vitamin Shoppe). [en línea]. 2016. Disponible en: <http://www.runninginpanama.com/2016/07/geles-energeticos.html>. Consultado: Agosto de 2016.

2.2.2 Origen.

El primer gel energético, Leppin Squeezy®, se introdujo en mitad de los años 80 y fue desarrollado por el Dr. Tim Noakes, profesor de psicología en Ciudad del Cabo, Sud África, y Bruce Fordyce, nueve veces campeón de la Ultra Maratón Comrades. Años más tarde en 1991, emergió Gu® Energy Gel, como el siguiente gel energético comercial. Desde entonces numerosas compañías han entrado en el mercado de geles energéticos, pero el número total de éstas sigue siendo muy pequeño si lo comparamos con el número de corporaciones existentes en mercado de barras y bebidas energéticas.²⁶

Tabla 4. Composición nutricional de geles

	Porción (g)	Energía (kcal)	CHO (g)	Prot (g)	Na (mg)	Cafeína (mg)
Push Race Gel	42	109	27	-	200	-
Push Energy Gel	40	110	27.6	-	60	-
Push Protein Gel	40		20	4	100	-
PowerBar Gel	41	110	27	-	200	25/50
Endurance Energy gel	40	104	26	-	70	-
ENArgy Gel	40		38.6	-	218	-
Gel Pulver	40	110,4	27.6	-	60	-
Iron Gel con Cafeína	30	116.5	29	-	0	6
Iron Gel	40	155	38.5	-	0	-
Gu Energy Gel	32	100	25	-	55	-
Roctane Gu	32	100	25	1.2	125	35

Fuente: Grupo de Nutrición Deportiva, 2012

2.2.3 Tipos de gel energizante.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los geles energéticos de última generación ofrecen combinaciones de carbohidratos de alta calidad, se pueden clasificar según los aditivos que estos lleven, diferentes usos y el momento idóneo en el que se deben tomar.²⁷

2.2.3.1 Geles básicos. Son los geles energéticos comunes, indicados para entrenamientos y competiciones, para las fases intermedias de la competición. Suelen aportar una mayor cantidad de carbohidratos que el resto de geles.

²⁶ OVIEDO, Op. cit., p. 1.

²⁷ NUTREPRO.COM. Geles energéticos; todo lo que necesitas saber [en línea]. 2015. Disponible en <http://www.nutrepro.com/noticias/Geles-energeticos;-todo-lo-que-necesitas-saber.-37.html>. Consultado: Agosto de 2016.

2.2.3.2 Geles con extra de electrolitos. Geles ricos en electrolitos son ideales para pruebas de larga duración, donde la ingesta de bebidas rehidratantes suele ser deficiente, de modo que aportando un extra de electrolitos (sodio, potasio, calcio, magnesio...) nuestro organismo no perderá el equilibrio agua/electrolitos.

2.2.3.3 Geles con cafeína. La cafeína actuará como estimulante y está demostrado que aumentan el rendimiento del deportista, mejorando la concentración, la contracción muscular, retrasa la aparición de la fatiga, etc. Estos geles se podrán tomar antes del inicio de la prueba, para estimular el organismo y aportar todos los beneficios de la cafeína, o bien en la última parte de la misma, para aportar la estimulación y energía necesaria para los instantes finales de la competición

2.2.3.4 Geles con aminoácidos. Los geles que incluyen aminoácidos ramificados y otros aminoácidos como la l-glutamina, están indicados para prevenir el desgaste muscular ocasionado por el ejercicio. Son idóneos para tomar de cara a la parte final de la competición, de tal manera, que frenaremos ese desgaste y podremos acabar la competición más enteros.

2.2.4 Marco legal.

Actualmente no existe una norma específica para los geles energizantes, sin embargo éstos se pueden considerar dentro del grupo de las bebidas energizantes por su similitud en algunos componentes ; en Colombia la norma vigente aplicable a las bebidas energizantes es la resolución 4150 de 2009,²⁸ en donde se establecen los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que éstas deben cumplir.²⁹ Para el caso de los geles energizantes no aplica al contenido máximo de carbohidratos ya que éstos son más concentrados.

2.2.4.1 Requisitos fisicoquímicos.

Las bebidas energizantes para consumo humano deben cumplir con los siguientes requisitos fisicoquímicos (tabla 5):

2.2.4.2 Requisitos microbiológicos.

Las bebidas energizantes para consumo humano deben cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos (tabla 6):

²⁸ MINSALUD. Normograma sanitario de alimentos y bebidas. [en línea]. 2016. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/normograma-sanitario-alimentos-bebidas.pdf>. Consultado: Septiembre de 2016.

²⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4150 (30, octubre, 2009). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir las bebidas energizantes para consumo humano. Diario oficial. Bogotá D.C., 2009. No. 47522. 7 p.

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos de las bebidas energizantes para consumo humano

Sustancias químicas autorizadas	Contenido máximo por 100 ml
Cafeína	32 mg
Taurina	400 mg
Glucunorolactona	250 mg
Inositol	20 mg
Carbohidratos	12 g

Fuente: Ministerio de la Protección Social, 2009

Tabla 6. Requisitos microbiológicos de las bebidas energizantes para consumo humano

Requisitos	Valor máximo
Mesófilos aerobios totales	100 UFC/ml
Bacterias coliformes totales	<3/100ml (número más probable)
Coliformes fecales	Negativo/100ml
Hongos y levaduras	<10

Fuente: Ministerio de la Protección Social, 2009

2.3 ESTADO DEL ARTE

2.3.1 Nutrición para deportistas

Según Olivos, *et al*³⁰. La nutrición es un factor relevante en el rendimiento deportivo. El objetivo de la nutrición deportiva es aportar la cantidad de energía apropiada, otorgar nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos y, mantener y regular el metabolismo corporal. Entre los macronutrientes más relevantes para el deportista están los hidratos de carbono, cuyo aporte se ajusta de acuerdo al entrenamiento, semana previa a la competencia, día de la competición y recuperación. Otro aspecto central, es asegurar una hidratación adecuada, para lo cual es fundamental implementar planes adaptados a los requerimientos individuales como parte del programa de entrenamiento.

³⁰ OLIVOS, Cristina; *et al*. Nutrición para el entrenamiento y la competición. REV. MED. CLIN. CONDES, 2012. Vol. 23(3). p. 253-261. Disponible en: http://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2012/3%20mayo/6_Dra_Cuevas-8.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

2.3.1.1 Suplementos para deportistas. Según el Código Alimentario Argentino (CAA), los suplementos dietarios son “productos destinados a incrementar la ingesta dietaria habitual, suplementando la incorporación de nutrientes en la dieta de las personas sanas que, no encontrándose en condiciones patológicas, presenten necesidades básicas dietarias no satisfechas o mayores a las habituales.”³¹

En Australia, un país con una regulación muy completa en suplementos para deportistas, se han clasificado éstos en 4 grupos:³²

A: Aprobados, aporta energía o nutrientes, beneficios comprobados científicamente.

B: Bajo consideración, sin evidencia sustancial, pero son de interés, requieren más estudio o la información inicial es prometedora.

C: Sin evidencia, no ayudan e incluso pueden hacer daño.

D: Prohibidos, considerados dopaje.

En el grupo A se encuentran los geles y la cafeína los cuales son de importancia en este estudio.

Los geles son otra forma de presentación de elementos energéticos que constituyen una alternativa cómoda a las barritas. También son de fácil transporte y consumo, sin necesidad de masticar. Permiten variar la forma de recuperar energía durante la actividad física de cierta duración. Tienen una amplia variedad de sabores y diversas presentaciones³³. La mayoría de geles utilizan sustancias estimulantes como la cafeína con fin de aumentar el rendimiento y la concentración.

2.3.1.1.1 La cafeína. La cafeína (1, 3, 7 trimetilxantina) es un alcaloide presente en los granos, hojas o frutos de más de 60 especies de plantas (café, té, cacao, guaraná, cola). Pertenece al grupo de sustancias denominadas metilxantinas (paraxantina, teofilina, teobromina) las cuales son estructuralmente similares a los

³¹ GANCEDO, María Eugenia; LAIZ, Melina y PAGANI, Juan Pablo. Suplementos y ayudas ergogénicas. [En línea]. 2012. Disponible en: <http://catedradeporte.com.ar/archivos/investigaciones/Análisis%20Grupo%20A%20Suplementos%20Instituto%20Australiano.pdf?d=DBYDPR9H>. Consultado en: Noviembre de 2016

³² Op cit.

³³ Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. En: Archivos de medicina del deporte. 2011, vol, 29(1).

nucleótidos cíclicos e interactúan con las fosfodiesterasas de los nucleótidos cíclicos.³⁴

Tiene efecto estimulante porque aumenta la acción de catecolaminas y AMP cíclico, lo que lleva a un aumento de la lipólisis en el tejido adiposo y en el músculo, lo que se traduce en un aumento de los ácidos grasos libres y mayor disponibilidad de triglicéridos intramuscular.

Además, produce alteraciones en el sistema nervioso central que modifican las percepciones del esfuerzo o la fatiga, aumenta la liberación de adrenalina. El efecto beneficioso aparece con dosis pequeñas a moderadas, de 1-3 mg/kg de peso o 50-200 mg de cafeína y estos no son mayores al aumentar la dosis. Se puede tomar en distintos momentos (antes, durante o hacia el final del ejercicio, cuando comienza a presentarse la fatiga). El exceso (más de 500 mg/día) produce aumento de la frecuencia cardíaca, alteraciones en la motricidad fina y sobreexcitación, que podría interferir con la recuperación del ejercicio y el sueño³⁵

³⁴ RAMÍREZ MONTES, César Augusto y OSORIO, José Henry. Uso de la cafeína en el ejercicio físico: ventajas y riesgos. En: Rev. Fac. Med. 2013, Vol. 61 No. 4: p. 459-468.

³⁵ OLIVOS, Cristina; et al. Nutrición para el entrenamiento y la competición. REV. MED. CLIN. CONDES, 2012. Vol. 23(3). p. 253-261. Disponible en: http://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2012/3%20mayo/6_Dra_Cuevas-8.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un gel energizante utilizando como materia prima mango (*Mangifera indica* L.) variedad azucarado producido en Norte de Santander como una alternativa de aprovechamiento.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar un gel energizante a partir de mango (*Mangifera indica* L.)
- Establecer el perfil sensorial del gel energizante desarrollado a partir de mango.
- Calcular la composición de macronutrientes y aporte calórico de un gel energizante desarrollado a partir de mango (*Mangifera indica* L.)
- Evaluar las características fisicoquímicas de un gel energizante desarrollado a partir de mango (*Mangifera indica* L.)
- Determinar la estabilidad microbiológica del gel energizante mediante recuento de microorganismos.

4. METODOLOGÍA

4.1 UBICACIÓN

La investigación se realizó en el laboratorio de alimentos de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario, Norte de Santander.

4.2 MATERIALES

Para el desarrollo del gel energizante se utilizaron los siguientes materiales:

- **Materia prima:** Se utilizó mango (*Mangifera indica* L.) variedad azucarado producido en la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario.
- **Maltodextrina:** Producida a partir del almidón de maíz como materia prima, tiene buena fluidez y solubilidad con la viscosidad adecuada, sin olor con bajo dulzor. Posee alto poder de disolución en medio acuoso. Es un extensor para edulcorantes, aromatizantes, rellenos, lo que contribuye a mejorar la estructura de los alimentos.
- **Glucosa:** Es un líquido espeso incoloro y transparente, con sabor dulce moderado y aroma de malta. Se utiliza en dulces, bebidas y cerveza.
- **Ácido ascórbico:** Es un polvo blanco cristalino de olor ligero y característico, sólido soluble en agua, actúa como antioxidante y/o vitamina C. Peso molecular: 176.1 g/mol, Formula: $C_6H_8O_6$, CAS No. 75-01-4
- **Sorbato de potasio:** Polvo fino de coloración blanca a crema, sin sabor y de aroma dulce. El sorbato de potasio es un conservante que actúa principalmente contra de los hongos y las levaduras, sin embargo, no tiene el mismo efecto contra las bacterias.
- **Ácido cítrico:** Cristales incoloros o polvo cristalino blanco. Se utiliza principalmente como acidulante, agente aromatizante, conservante y agente antistaling en alimentos y bebidas también se utiliza como antioxidante, plastificante y detergente en la industria química, cosmética y de limpieza.
- **Cafeína:** Polvo cristalino o cristales sedosos, blancos o casi blancos. Soluble en soluciones concentradas benzoatos/salicilatos alcalinos,

bastante soluble en agua, fácilmente soluble en agua a ebullición, poco soluble en etanol al 96%. Punto de fusión: 238°C.

4.3 MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron las siguientes actividades:

4.3.1 Desarrollo del gel energizante.

Inicialmente se recolectó la fruta, a la cual se le evaluó el grado de madurez, posteriormente se realizaron las operaciones de acondicionamiento y se obtuvo la pulpa la cual se caracterizó y se almacenó hasta su utilización en la formulación del gel energizante.

4.3.1.1 Madurez de la fruta. Se seleccionaron mangos que presentaban características como el color amarillo en la corteza y la pulpa del fruto. Se evaluó la dureza, utilizando un penetrómetro (Wagner) con una escala de 0-14 Kgf, siguiendo la metodología descrita por InfoAgro,³⁶ para ello se situó la punta del penetrómetro sobre el fruto y se apretó progresivamente hasta hacer penetrar en la pulpa (Figura 6), la lectura correcta fue el valor medio de varias medidas.

Figura 6. Medición de dureza en el mango



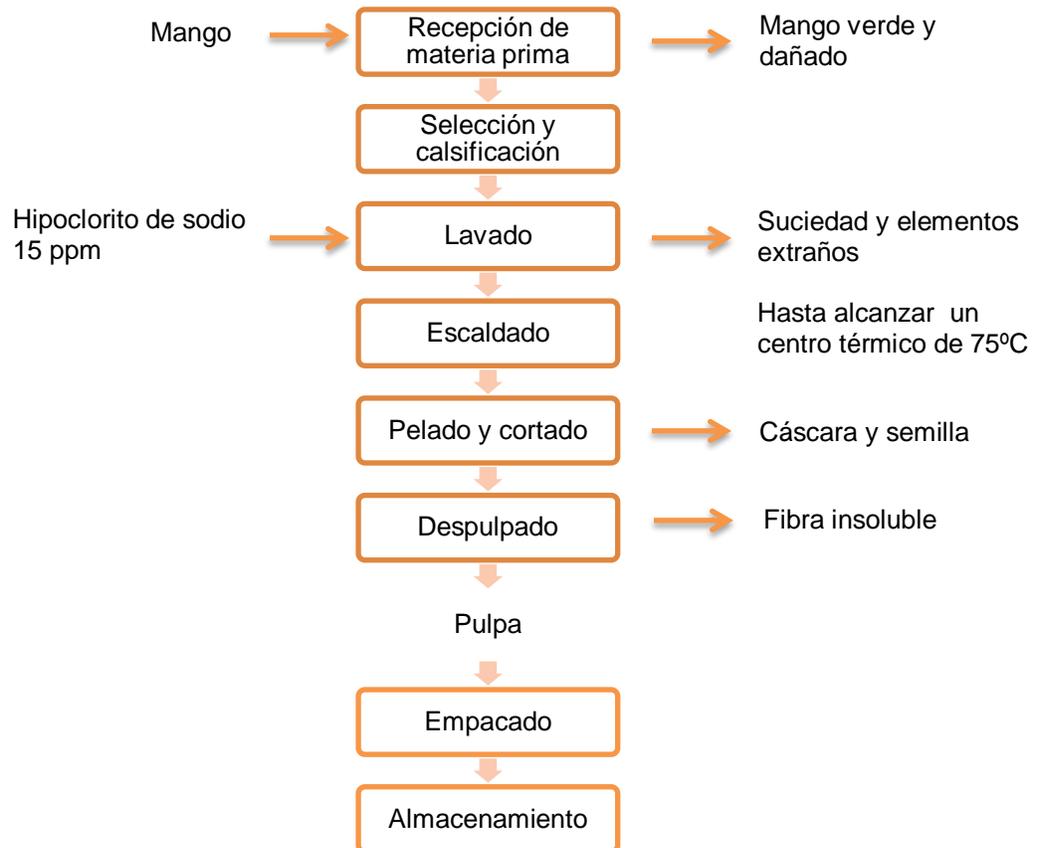
Fuente: University of Florida, 2015

4.3.1.2 Operaciones de acondicionamiento y obtención de la pulpa. Se realizaron las operaciones de pesado, selección, clasificación, lavado, escaldado,

³⁶ INFOAGRO. Catálogo de instrumental. Uso del penetrómetro. [En línea]. Disponible en: http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=4001. Consultado en: Octubre de 2016.

pelado, cortado y despulpado (Figura 7) siguiendo la metodología descrita por Murillo.³⁷

Figura 7. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de mango.



Fuente: Elaboración propia.

- 1) **Recepción y selección:** En esta primera etapa se realizó el pesaje del mango, se descartaron los frutos con daños mecánicos, por insectos y los frutos que no presentaron un grado de madurez fisiológica.
- 2) **Lavado:** Se realizó con agua clorada a 15 ppm, con el fin de remover impurezas y reducir la carga microbiana del mango. Después se procedió a lavar con agua potable para remover los residuos de cloro.
- 3) **Escaldado:** Se realizó por inmersión en agua a ebullición por un tiempo de 10 minutos hasta que el mango alcanzó una temperatura interna de 75°C.

³⁷ MURILLO, Olga Marta, 2014. Ficha técnica de industrialización de Mango (*Mangifera indica* L.). [En línea], p. 1-4. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Mango_FTP.pdf. Consultado en: Octubre de 2016.

- 4) Pelado y Cortado: En esta operación se retiró la cáscara y la semilla, se realizaron de forma manual utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- 5) Despulpado: La fruta se sometió a un proceso de reducción de tamaño utilizando una licuadora (Oster), y luego se pasó por una malla de 0.5mm con el fin de retirar la fibra insoluble. La pulpa obtenida se caracterizó de acuerdo a lo establecido por la NTC 5468³⁸ (°Brix, pH, Acidez).
- 6) Empacado: La pulpa obtenida se empacó en frascos previamente esterilizados.
- 7) Almacenamiento: La pulpa se congeló en una nevera (FRIGILUX) a -18°C hasta su posterior utilización.

4.3.1.3 Caracterización de la pulpa.

°Brix o sólidos solubles totales (SST): Según el método 932.12/90 de la AOAC,³⁹ para ello se utilizó un refractómetro (ATC FG-113) con una escala de 0-32%, se colocó una gota de pulpa de mango en el lente del refractómetro y se realizó la lectura del contenido de sólidos solubles en la escala.

Acidez titulable (AT): El porcentaje de acidez se determinó como porcentaje de ácido cítrico, por el método de titulación potenciométrica (AOAC 942.05/90)⁴⁰, para ello se tomaron 10 g de pulpa y se titularon con NaOH 0.1N hasta un pH de 8.2. Se determinó el porcentaje de ácido cítrico aplicando la siguiente ecuación:

$$\%Acidez = \frac{A \times B \times C}{D} \times 100$$

Donde: *A* es la cantidad en mililitros de hidróxido de sodio (NaOH), *B* es la normalidad de la base utilizada en la titulación, *C* es el peso equivalente expresado en gramos de ácido cítrico, y *D* es el peso de la muestra en gramos.

pH: Se realizó por el método potenciométrico empleando un pH-metro (Trans Instruments BP 3001) siguiendo lo establecido por la AOAC 981.12/90.⁴¹

4.3.1.4 Desarrollo de la formulación. Se tuvo como referente la composición de algunas marcas comerciales para determinar la relación de azúcares complejos y azúcares simples (Tabla 7). El porcentaje de cafeína se calculó de acuerdo a lo

³⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y concentrados. NTC 5468. Bogotá D.C. ICONTEC, 2012.

³⁹ AOAC (Association Of Official Analytical Chemists). 1970. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 11a edition. Washington.

⁴⁰ Ibíd

⁴¹ Ibíd

permitido por la Resolución 4150/2009⁴², siendo un máximo permisible de 32mg/100g de producto; para los conservantes y aditivos como el Sorbato de potasio máximo 1000mg/Kg⁴³; ácido ascórbico y ácido cítrico son limitados por buenas prácticas de manufactura (BPM)⁴⁴.

Tabla 7. Composición de geles de diferentes marcas comerciales

Marca	Peso Neto (g)	% de carbohidratos	% de Carbohidratos complejos	% de Carbohidratos simples
Punch Race Gel	40	67.50	62.96	37.04
Punch Energy Gel	40	67.50	64.81	35.19
GU	32	78.12	80.00	20.00
Power Gel	40	67.50	62.96	37.04
Hammer Gel	33	66.67		
Maxim	28	74.40	30.65	69.35
Maxi Fuel	70	35.71	62.00	38.00
Isostar	90	50.11	74.95	25.05
Infisport	20	70.70		
Power Bar	41	65.85	62.96	37.04

Fuente: Triatloners, 2014

De acuerdo a la información anterior se dedujo que los geles utilizan aproximadamente una relación 2:1 de carbohidratos complejos y simples y que el porcentaje de carbohidratos está en un promedio de 64.406%. Estas marcas utilizan como fuente de carbohidratos maltodextrina y fructosa, pero por disponibilidad comercial en este estudio se utilizó maltodextrina y glucosa con las cuales se elaboró un jarabe base de 65°Brix (Tabla 8), a partir de éste se desarrolló una formulación base para el gel energizante (Tabla 9); posteriormente se hicieron tres tratamientos (T) con diferente porcentaje de pulpa. Para obtener

⁴² COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4150 (30, octubre, 2009). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir las bebidas energizantes para consumo humano. Diario oficial. Bogotá D.C., 2009. No. 47522. 7 p.

⁴³ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4125 (5, abril, 1991). Por la cual se reglamenta el Título V Alimentos, de la Ley 02 de 1979, en lo concerniente a los CONSERVANTES utilizados en alimentos.

⁴⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 7992 (21, junio, 1991). Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de Jugos. Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos de Frutas. Diario oficial. Bogotá D.C., 1991. 21 p.

las características de gel se utilizó almidón de maíz, el cual varió en cada tratamiento (Tabla 10).

Tabla 8. Formulación jarabe base

Materia prima	Porcentaje (%)
Maltodextrina	45.77
Glucosa	22.89
Agua	31.34
Total	100

Fuente: La autora

Tabla 9. Formulación base gel energizante

Materia prima	Porcentaje (%)
Jarabe base	99.23
Sal	0.40
Ácido ascórbico	0.14
Sorbato de potasio	0.10
Ácido cítrico	0.10
Cafeína	0.03
Total	100

Fuente: La autora

Tabla 10. Variación del contenido de pulpa y almidón

	Tratamiento	T1	T2	T3
Materia prima				
Pulpa de mango (%)*		20	40	60
Almidón (%)*		1	2	3

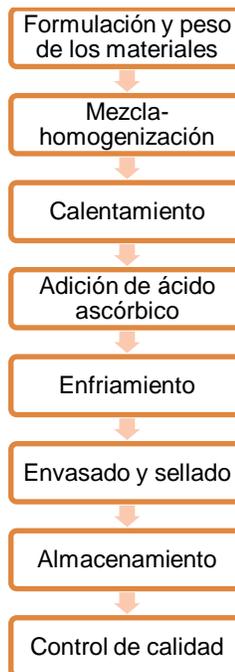
*Calculado respecto al gel base.

Fuente: La autora

El proceso de elaboración se realizó siguiendo parte de la metodología empleada por Enrione *et al.*⁴⁵, en donde se realizó básicamente la mezcla, homogenización y posterior calentamiento de las materias primas (Figura 8).

Figura 8. Diagrama de flujo elaboración del gel energizante

⁴⁵ UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Method for the formulation of a gel format foodstuff for use as a nutritional foodstuff enriched with peptides and maltodextrins obtained from quinoa flour. Inventores: ENRIONE CÁCERES, Javier; DIAZ CALDERON, Paulo y OSORIO LIRA, Fernando. Int Cl: A23I 1/06. Fecha de solicitud: 23, junio, 2014. Estados Unidos, patente de investigación US 2014/0302198 A1. 9, octubre, 2014.



Fuente: Elaboración propia

1) Formulación y peso de los materiales: Se utilizó una balanza tres brazos (OHAUS); para pesar cantidades pequeñas (menores a 10g) se utilizó una balanza analítica, ambas previamente calibradas.

2) Mezcla y homogenización: Para lograr una correcta homogenización se utilizó una licuadora (Oster), las materias primas se adicionaron en el siguiente orden: jarabe base, pulpa de mango y polvos.

3) Concentración: La mezcla se llevó a calentamiento en una plancha (Stirrer HP 220) con agitación constante a una temperatura de 90°C hasta alcanzar 70°Brix.

4) Adición de ácido ascórbico: Se realizó al finalizar el calentamiento para evitar su desnaturalización por altas temperaturas.

5) Enfriamiento: Se realizó con agua fría hasta llegar a una temperatura del producto de 45°C.

6) Envasado: Se envasaron en sachet de 30 g, con la ayuda de un embudo pequeño y se sellaron.

7) Almacenamiento y control de calidad: Se almacenó en el laboratorio alimentos a temperatura 28°C y humedad relativa de 60%; se realizó análisis microbiológico semanalmente para determinar la estabilidad por un mes.

4.3.2 Análisis sensorial.

Para la elección de las pruebas sensoriales a aplicar al producto se revisó la guía técnica colombiana GTC 165⁴⁶ en donde se exponen las diferentes pruebas sensoriales y su metodología; en este caso lo que se buscaba era determinar cual de los tratamientos en la formulación del gel energizante era el mejor, para ello se aplicó una prueba de calificación, luego de analizar los datos obtenidos se aplicó una prueba descriptiva en la que se realizó el perfil olfatogustativo del producto.

4.3.2.1 Prueba de Calificación. Se evaluó la preferencia en color, olor, sabor e impresión global, utilizando una escala de 10 puntos (Tabla 11); en la prueba participó un panel de 15 jueces no entrenados, de los cuales 13 eran estudiantes y 2 eran docentes de la Universidad de Pamplona, Sede Villa del Rosario, las muestras fueron entregadas en sachet de 30 g codificados con números aleatorios de 4 dígitos (Anexo 1), junto con las muestras se entregó un formato de respuesta en donde el juez debía calificar cada muestra aplicando la escala nombrada anteriormente (Anexo 2).

Tabla 11. Escala Hedónica

COLOR									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diferente al del mango									Semejante al del mango
OLOR									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy desagradable									Muy agradable
SABOR									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy desagradable									Muy agradable
IMPRESIÓN GLOBAL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Me disgusta mucho									Me gusta mucho

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.1 Prueba descriptiva. La formulación de mayor preferencia se analizó mediante una prueba descriptiva, la cual se realizó en consenso para determinar y describir los atributos sensoriales, esta prueba se realizó en el laboratorio de alimentos de la Universidad de Pamplona Sede Villa del Rosario bajo las condiciones ambientales para la prueba sensorial contempladas en la NTC 3884⁴⁷

⁴⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. GTC 165. Bogotá D.C. ICONTEC, 2007.

⁴⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de cuartos de prueba. NTC 3884. Bogotá D.C. ICONTEC, 1996.

y siguiendo la metodología establecida por la NTC 3929⁴⁸, participaron 5 jueces semientrenados entre ellos tres docentes y dos estudiantes de ingeniería de alimentos de la Universidad de Pamplona (Anexo 3). Se identificaron los atributos olfatogustativos perceptibles y se determinó el orden en el cual fueron percibidos, cada uno de ellos se calificó de acuerdo al grado de intensidad utilizando una escala no estructurada de 6 puntos en donde 0 es no perceptible y 5 es muy fuerte (Tabla 12); además se evaluó el sabor residual y la persistencia, también se realizó una evaluación de la impresión total del producto utilizando una escala de 3 puntos en donde 1: bajo, 2: medio y 3: alto para determinar si el balance de sabores era el adecuado.

Fuente: La autora

Tabla 12. Escala para valoración de intensidad

0	No perceptible
1	Comienza a ser perceptible o umbral
2	Débil
3	Moderado
4	Fuerte
5	Muy fuerte

Fuente: ICONTEC, 2009

4.3.3 Análisis fisicoquímico del gel energizante.

Se determinaron los sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH empleando la misma metodología de la caracterización de la pulpa. Excepto en los SST en donde se utilizó un refractómetro (FG -109) con una escala de 0-90%.

Adicional a éstos se determinó el porcentaje de humedad, proteínas, grasas, cenizas y carbohidratos.

⁴⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Metodología. Métodos del perfil del sabor. NTC 3929. Bogotá D.C. ICONTEC, 2009.

4.3.3.1 Humedad. Se realizó según el método de secado en termobalanza⁴⁹, empleando una balanza de humedad (OHAUS), a una temperatura de 110°C y un tiempo de 100 min, se registró la pérdida de humedad en intervalos de 5 min, hasta que esta fue constante.

4.3.3.2 Proteína. Por el método Kjeldahl⁵⁰, el cual consistió en tres etapas:

- Digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado (98%), para ello se utilizó una plancha de calentamiento (E&Q) y una cámara de extracción de vapores (CLEAIR, CHE con filtro BHE) (Anexo 5).
- Destilación del producto de la digestión en exceso de NaOH al 30% para liberar el amoníaco el cual se recoge en una solución de ácido bórico al 3%.
- Titulación con ácido clorhídrico hasta un pH de 4.6 y se determina el porcentaje de nitrógeno aplicando la siguiente ecuación:

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\%Proteína = \frac{14 \times N \times 100 \times factor}{m \times 1000}$$

Donde:

V: Volumen de HCl 0.1N gastado.

m: Masa de la muestra.

Factor: 6.25 para vegetales y derivados.

4.3.3.3 Grasa. Se determinó por el método Soxhlet⁵¹, para ello se realizó la extracción de la materia grasa empleando hexano (Anexo 6), el cual se recuperó por destilación simple para separarlo de la grasa en la muestra (Anexo 7).

4.3.3.4 Cenizas. Se realizó por el método de calcinación según la metodología descrita por la Facultad de química UNAM⁵², para ello se pesó una muestra de 3-5

⁴⁹ CALDERÓN P. Rocío. Práctica 5. Determinación de humedad por secado en estufa y por termobalanza. [En línea]. Disponible en: <http://www.laselva.edu.mx/rcalderon/wp-content/uploads/2012/11/Pr%C3%A1ctica-5-1PAL-An%C3%A1lisis.pdf>. Consultado en: Noviembre de 2016.

⁵⁰ INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE, SUBDEPARTAMENTO LABORATORIOS DEL AMBIENTE. Determinación de proteínas Método Kjeldahl. [en línea]. Disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/Proteina.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

⁵¹ INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE, SUBDEPARTAMENTO LABORATORIOS DEL AMBIENTE. Procedimiento para determinar materia grasa Método Soxhlet. [en línea]. Disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

g, se calcinó y luego se llevó a una mufla (VULCAN™, modelo A-550) a 550°C por 2 horas hasta obtener las cenizas de un color gris a blanco. El porcentaje de cenizas se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

4.3.3.5 Carbohidratos. Se calculó por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos, empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - [\%H + \%P + \%C + \%G]$$

Donde:

%H es el porcentaje de humedad.

%P es porcentaje de proteína,

%C es porcentaje de cenizas y

%G es porcentaje de grasa.

4.3.4 Análisis de color.

Se empleó un espectrofotocolorímetro (X-RITE, modelo SP-60) empleándose el observador 10°, iluminante D65, un espacio de color CIE L*a*b* donde L* es la luminosidad (0, negro; 100, blanco), a* indica la cantidad de componente rojo-verde en el color medido, para valores positivos y negativos respectivamente y, de forma similar, b*, para el componente amarillo-azul⁵³.

4.3.5 Aporte calórico.

Se calculó el aporte calórico del gel siguiendo lo establecido en la resolución 288⁵⁴ empleando los factores de conversión de energía de cada nutriente (Tabla 13) y utilizando los datos obtenidos en los análisis de macronutrientes y la formulación.

Tabla 13. Conversión de energía

⁵² Facultad de química UNAM. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. [En línea]. 2007-2008. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMEN TOS_12286.pdf. Consultado en : Octubre de 2016.

⁵³ TRUJILLO, Yanine. 2005. Análisis del color y espacio CIEL*a*b*. Universidad de Pamplona. Colombia

⁵⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 288 (31, enero, 2008). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Diario oficial. Bogotá D.C., 2008. 54 p.

Carbohidratos totales, glúcidos (excepto los polialcoholes)	4 Kcal/g
Proteínas	4 Kcal/g
Grasas	9 Kcal/g
Alcohol (etanol)	7 Kcal/g
Ácidos orgánicos	3 Kcal/g
Polialcoholes	2.4 Kcal/g

Fuente: Ministerio de protección social, 2008

4.3.6 Determinación de la estabilidad microbiológica.

Se empleó el método directo en donde se monitoreó semanalmente la carga microbiana mediante recuento. El gel energizante se almacenó en el laboratorio de alimentos a temperatura ambiente (28°C) y humedad relativa del 60%.

4.3.6.1 Análisis microbiológico. Se realizó recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales y coliformes fecales siguiendo la metodología empleada por Ospina *et al.*⁵⁵, para lo cual se lavó y desinfectó el área de trabajo con una solución de hipoclorito de sodio a 150 ppm y luego con alcohol etílico al 70%. Para el recuento de todos los analitos se prepararon diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} con agua peptonada tamponada (DIBICO) al 0.1%.

4.3.6.1.1 Recuento de aerobios mesófilos (AM). Se realizaron diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , luego se sembró en profundidad en cajas de Petri estériles, se vertió de 15-20ml de agar Plate Count (Merck) fundido a 45°C, se dejó gelificar, se invirtieron las cajas y se incubaron a 35-37°C por 24-48h en una incubadora (Gemmyco, modelo IN-010). La siembra se realizó por duplicado con las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} . Al cumplirse el tiempo de incubación se realizó el conteo de colonias, el resultado se reportó como unidades formadoras de colonia por ml de alimento (UFC/ml).

4.3.6.1.2 Recuento de mohos y levaduras (M y L). Se realizaron diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , luego se sembró en profundidad en cajas de Petri estériles, se vertió 15-20 ml de agar Saboraud (Merck) fundido a 45°C, se dejó gelificar, se invirtieron las cajas y se incubaron a 28°C por 3-5 días. La siembra se realizó por duplicado con las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} . Al cumplirse el tiempo de incubación se realizó el

⁵⁵ OSPINA HENAO, Sandra Milena; HERNANDEZ R., Eliana Natali y LOZANO M., Carlos Alberto. Estudio Experimental del Proceso de Fermentación de Residuos Agroindustriales del Mango (*Mangifera Indica* L) Usando *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado bacteriólogo. Manizales: Universidad Católica de Manizales, Facultad de Salud, Programa de bacteriología, 2012. 83 p.

conteo de colonias, el resultado se reportó como unidades formadoras de colonia por ml de alimento (UFC/ml).

4.3.6.1.3 Coliformes Totales y Fecales (CT y CF). Se realizó por la técnica de número más probable (NMP). A partir de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} se sembró por triplicado 1 ml de cada dilución en tubos que contenían 9 ml de caldo LMX (Merck), se incubaron a 35-37°C por 24-48h en una incubadora (Gemmyco, modelo IN-010).

Transcurridas las 24 horas se leyeron los tubos positivos como aquellos en los que se presentó cambio de color y se confirmó la presencia de coliformes fecales con el reactivo de Cóvac. Los resultados se expresaron de acuerdo a la NTC 4516⁵⁶ como NMP de coliformes totales= Número de bacterias/ml.

4.3.7 Análisis estadístico.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron por triplicado, excepto la determinación de proteína y grasa que se hicieron por duplicado, el resultado se reportó como el promedio de las mediciones.

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial de calificación se analizaron mediante ANOVA utilizando el programa SPSS versión 23,0, con un margen de error del 0,05%, se aplicó la prueba post-hot para determinar diferencias mínimas significativas entre los tratamientos de la formulación.

⁵⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes técnica del número más probable. NTC 4516. Bogotá D.C. ICONTEC, 2009.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 DESARROLLO DEL GEL ENERGIZANTE

5.1.1 Madurez de la fruta

La fruta presentó una dureza de 3,06 Kgf, la cual fue similar a los valores reportados por Siller *et al.*⁵⁷, para mangos de variedad Edwards y Tommy Atkins almacenados por nueve días a 20°C los cuales fueron 3,0±0,6 y 3,2±0,9 Kgf respectivamente.

5.1.2 Obtención de la pulpa

Del total del mango se obtuvo el 75.05% en pulpa y el 24.95% restante correspondió a cáscara, semilla y fibra, por lo que se evidencia un mayor porcentaje de pulpa, el cual supera el reportado por García *et al.*⁵⁸, para mango variedad azucarado (70.2%), resultando mayor rendimiento.

5.1.3 Caracterización de la pulpa

La Tabla 14 muestra los datos obtenidos de la caracterización de la pulpa, se observa que los SST fueron inferiores a los hallados por Aular y Rodríguez⁵⁹ para tres tipos de mango criollo producido en Venezuela Bocado común, Bocado Jobo e Hilacha con 18.02, 17.59 y 18.41°Brix respectivamente. Por otro lado el porcentaje de acidez titulable (0.67) es mayor que el reportado por estos mismos autores, indicando que el mango azucarado tiene altos niveles de acidez con lo cual tiene una baja relación SST/AT (23.88).

Tabla 14. Características físico-químicas de la pulpa de mango

Parámetro	Resultado
°Brix (SST)	16.0±0.160
% de acidez (AT)	0.67±0.032
pH	4.07±0.041

Fuente: La autora

⁵⁷ SILLER SEPEDA, Jorge; MUY RANGEL, Dolores; BÁEZ SAÑUDO, Manuel; Araiza LIZARDE, Evelia e IRETA OJEDA, Alonzo. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *En:* Fitotec, vol. 32, 2009. p. 45-52.

⁵⁸ GARCÍA LOZANO, Jairo, et al. Descripción de las variedades de mango criollo colombiano. 2009.

⁵⁹ AULAR, Jesús y RODRÍGUEZ, Yecenia. Características físicas y químicas, y prueba de preferencia de tres tipos de mangos criollos venezolanos. *En:* Bioagro. vol 17 (3) ,2005. p. 171-176.

5.1.4 Desarrollo de la formulación

A partir de los tratamientos realizados se obtuvieron tres formulaciones (Tabla 15) en donde varió el contenido de pulpa de mango y almidón adicionado.

Tabla 15. Formulaciones del gel energizante

Materia prima	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)	Formulación 3 (%)
Pulpa de mango	16.52	28.15	36.80
Maltodextrina	37.54	31.99	27.87
Glucosa	18.77	15.99	13.94
Agua	25.70	21.90	19.08
Almidón	0.830	1.408	1.840
Sal	0.330	0.280	0.240
Ácido ascórbico	0.120	0.098	0.086
Sorbato de potasio	0.080	0.070	0.061
Ácido cítrico	0.080	0.070	0.061
Cafeína	0.030	0.030	0.030
TOTAL	100.0	100.0	100.0

Fuente: La autora

5.2 ANÁLISIS SENSORIAL

5.2.1 Prueba de calificación.

Los resultados obtenidos muestran que hay diferencia mínima significativa en los parámetros de color, olor, sabor e impresión global en los tratamientos (Tabla 16)

Tabla 16. Resultados prueba de calificación

Parámetro	T1	T2	T3	Significancia
Color	5.13±1.995 ^a	7.20±1.373 ^b	6.67±2.257 ^b	0.140
Olor	6.07±1.580 ^a	7.67±0.900 ^{bc}	6.93±2.052 ^{ac}	0.290
Sabor	4.40±2.028 ^a	6.20±1.373 ^{bc}	6.33±1.759 ^c	0.006
Impresión global	5.07±1.751 ^a	6.53±0.743 ^b	6.80±1.859 ^b	0.009

Letras diferentes entre columnas indica diferencia significativa entre medias para un nivel de 0.05.

T1 presentó diferencia mínima significativa frente a T2 y T3 en los parámetros de color, sabor e impresión global, teniendo las calificaciones más bajas. Caso

contrario sucedió con el color, el cual no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$) con T3 T1 y T2 si presentaron diferencia mínima significativa en el olor.

Entre T2 y T3 no se observa diferencia mínima significativa en ninguno de los parámetros, sin embargo se considera que el mejor tratamiento es T3 por presentar calificaciones mayores en los parámetros de sabor e impresión global, los cuales evalúan el grado de preferencia por parte de los jueces, además los comentarios de los jueces indicaron que T3 tenía características semejantes al mango como el olor y sabor lo cual lo hacía más aceptable, por otra parte también indicaron su preferencia por esta muestra por presentar mejor textura que las demás.

5.2.2 Perfil sensorial.

Se realizaron dos sesiones, en la primera se identificaron los descriptores del gel energizante y el orden de aparición, en esta primera sesión el grupo de trabajo sugirió una reformulación para aumentar el dulzor del producto. En la segunda sesión se evaluó la intensidad de cada atributo (Tabla 17) a partir de los resultados se construyó el perfil de sabor del gel energizante reformulado (Figura 14) en...5.3... se describe la nueva formulación.

Tabla 17. Resultados de perfil sensorial

DESCRIPTORES	INTENSIDAD
Mango	4.6
Dulzor	4.6
Salado	1.0
Suero	0.6
Amargo	0.8
Picor	0.4

Fuente: La autora

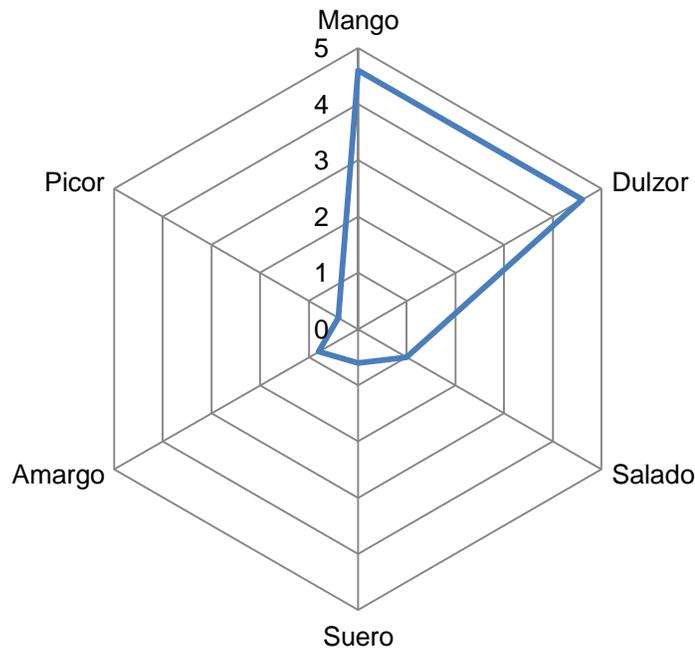
Sabor residual: Mango

Persistencia: Si a mango dulce

Impresión total: 2

Los jueces calificaron la impresión total como media por el aumento de dulzor del producto el cual les pareció muy dulce, a partir de esto se realizó una segunda reformulación para disminuirlo.

Figura 9. Perfil de sabor



Fuente: La autora

De acuerdo a la evaluación sensorial el perfil de sabor del gel energizante está definido principalmente por el sabor a mango y el dulzor, debido a que son las materias primas que conforman el mayor porcentaje del producto.

5.3 REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO

Debido al bajo dulzor del gel se incrementó la cantidad de azúcares en la formulación con la adición de sacarosa para aumentar los grados brix hasta 70, luego se realizó otra formulación en la que se sustituyó en un 50% la sacarosa por Maltodextrina para obtener un balance en el sabor dulce (Tabla 19).

La formulación desarrollada cumple con los parámetros establecidos por la normativa vigente siendo éstas la resolución 4150 en donde establece un máximo de cafeína de 32mg/100 g de producto y la resolución 4125 en donde establece un máximo de sorbato de 1000mg/Kg de producto:

Cafeína: 30 mg/100g de producto

Sorbato de potasio: 900mg/Kg de producto.

Tabla 18. Reformulación del gel energizante

Materia prima	Primera reformulación (%)	Formulación Final (%)
Pulpa de mango	36.30	36.30
Maltodextrina	24.99	28.12
Glucosa	12.49	12.49
Sacarosa	6.250	3.125
Agua	18.36	18.36
Almidón	0.910	0.910
Sal	0.360	0.360
Ácido ascórbico	0.130	0.130
Sorbato de potasio	0.090	0.090
Ácido cítrico	0.090	0.090
Cafeína	0.030	0.030
TOTAL	100.0	100.0

Fuente: La autora

5.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GEL ENERGIZANTE

Al gel energizante desarrollado se le determinó las características fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez) (Tabla 19) y el contenido de macronutrientes (Tabla 20).

Tabla 19. Características químicas del gel energizante

Parámetro	Valor
°Brix	70.0±1.633
pH	3.94±0.049
% de Acidez	0.09±0.002

Fuente: La autora

El valor obtenido en los °Brix concuerda con los reportados por Oviedo⁶⁰ para el gel de marca Powerbar (70) y es mayor al de otras marcas como Enervit, Aptonia e Isostar, las cuales tenían 58.93, 67.37 y 49.23 °Brix respectivamente, valores reportados por el mismo autor. Por otra parte el pH es semejante al reportado para la marca Aptonia con un valor de 3.92, estos valores de pH se deben a la adición de ácido ascórbico y ácido cítrico al producto.

⁶⁰ OVIEDO SOLER, Ignasi. Desarrollo de un nuevo producto para deportistas. Trabajo de grado Ciencia y Tecnología de Alimentos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de ingeniería agronómica y del medio ambiente. 2014, p. 44.

Tabla 20. Contenido de macronutrientes del gel energizante

Componente	Cantidad (%)
Carbohidratos	70.203±0.000
Humedad	29.080±0.350
Cenizas	0.6790±0.060
Grasa	0.0373±0.002
Proteína	0.0000±0.000

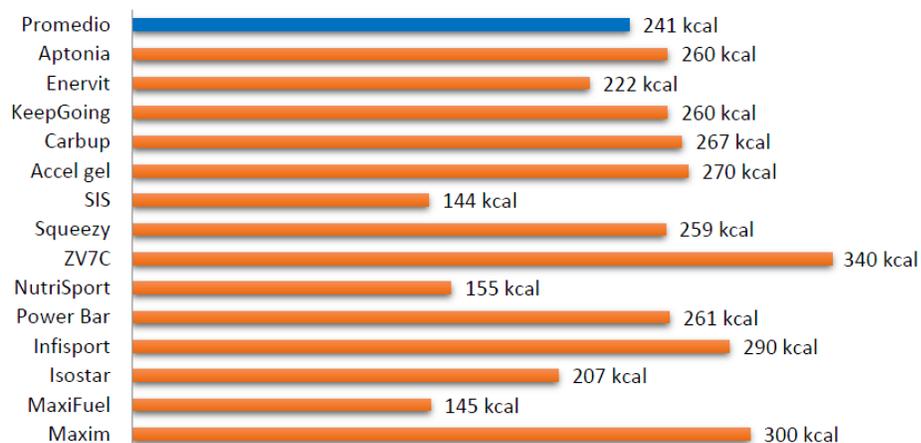
Fuente: La autora

El contenido de carbohidratos es semejante al reportado para marcas como Infisport⁶¹ (70.7), se aproxima al de Evernit (71.2) y es mayor al de marcas como SIS, Maxifuel, Isostar, Power Bar, Aptonia y Carbup en donde el porcentaje inferior es 35.9 y el mayor es 67.⁶² En nuestro caso los carbohidratos están representados por las materias primas como Maltodextrina, glucosa, sacarosa y almidón.

5.5 APOORTE CALÓRICO

Se determinó que 100 g de producto aporta 281 Kcal, de éstas el 99.88% provienen de los carbohidratos. Al comparar con diferentes marcas comerciales (Figura 15) se observa que se encuentra por encima del promedio de éstas.

Figura 10. Aporte calórico por 100 g de producto de diferentes marcas comerciales.



Fuente: Oviedo, 2014

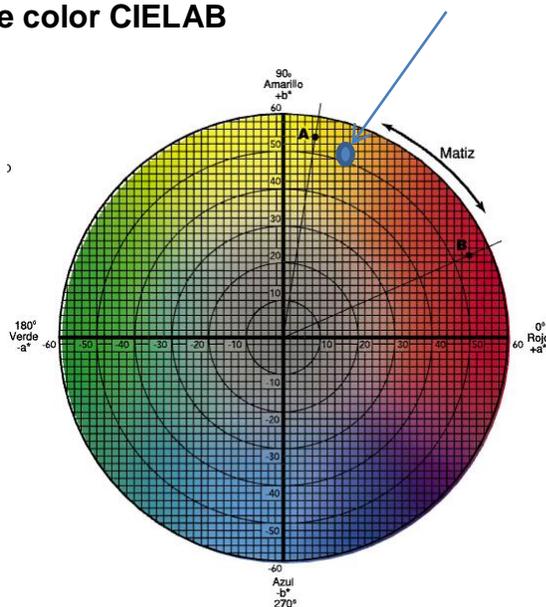
⁶¹ Solobici. Geles energéticos. [En línea]. Disponible en: <http://solobici.es/geles-energeticos-energia-desbordante/>. Consultado en: Noviembre de 2016.

⁶² Ob. cit.

5.6 ANÁLISIS DE COLOR

El gel energizante presentó las siguientes coordenadas de color: $L^* = 35.6392$, $a^* = 18.6233$ y $b^* = 49.58$ las cuales corresponden a amarillo oscuro (Figura 16), este color se debe al oscurecimiento por la reacción de Maillard que se presenta durante el calentamiento de los azúcares, siendo este color más oscuro que el de la pulpa de mango al compararlo por lo reportado por Manayay, *et al.*⁶³ para pulpa de mango variedad Haden a 16°Brix, con valores $L^* = 81.91$, $a^* = 12.85$ y $b^* = 57.51$ correspondiente a color amarillo claro.

Figura 11. Gráfica de color CIELAB



FUENTE: X-RITE. Guía para entender la comunicación del color. 2002

5.7 ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

5.7.1 Análisis microbiológico

En la tabla 22 se muestran los resultados microbiológicos en donde se evidencia ausencia de aerobios mesófilos y coliformes totales y fecales durante las cuatro semanas (Anexo 8) en que se realizó el seguimiento. El crecimiento de mohos y levaduras también fue nulo (Anexo 9).

Tabla 21. Resultados análisis microbiológicos

Semana	AM	M y L	CT	CF
--------	----	-------	----	----

⁶³ MANAYAY SANCHEZ, Damian; IBARTZ, Albert; CASTILLO MARTINEZ, Williams y PALACIOS AMBROCIO, Lenin. Cinética de la diferencia de color y croma en el proceso térmico de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) haden. En: Scientia Agropecuaria, 2013. Vol 4. p. 181-190.

1	<1x10 ² ufc/ml	<1x10 ² ufc/ml	<1/100ml	Negativo
2	<1x10 ² ufc/ml	<1x10 ² ufc/ml	<1/100ml	Negativo
3	<1x10 ² ufc/ml	<1x10 ² ufc/ml	<1/100ml	Negativo
4	<1x10 ² ufc/ml	<1x10 ² ufc/ml	<1/100ml	Negativo

La naturaleza del producto hace que el crecimiento de microorganismos sea limitado por sus altas concentraciones de azúcares, además al mantener las buenas prácticas de manufactura durante todo el proceso y la aplicación de tratamientos térmicos evitan la contaminación de la materia prima y por tanto del producto.

CONCLUSIONES

Es posible desarrollar a partir de mango variedad azucarado un gel energizante con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables, logrando dar aprovechamiento a los productos producidos en la región.

La inclusión de un alto porcentaje de pulpa en la formulación mejora las características organolépticas del producto, logrando el desarrollo de un nuevo producto óptimo para deportistas, que puede ser utilizado como una alternativa energética según lo establecido en la normativa vigente (Resolución 4150).

El producto desarrollado presenta mayor aporte calórico comparado con algunos productos comerciales, lo que representa una ventaja comparativa y una alternativa de aprovechamiento de frutales producidos en Norte de Santander.

El producto desarrollado presenta garantías microbiológicas para el usuario al ser estable microbiológicamente durante un mes al no presentarse crecimiento de microorganismos indicadores de contaminación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el estudio del tiempo de vida útil del producto desarrollado y su aporte de micronutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

AGRONET. Estadísticas Inicio. [En línea]. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>. Consultado en: Agosto de 2016.

AOAC (Association Of Official Analytical Chemists). 1970. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 11a edition. Washington.

ASOHOFrucol y CORPOICA. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. [en línea], 2013. p. 112. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf. Consultado: Octubre de 2016.

ASOHOFrucol y FNFH. Plan de Negocios de Mango Programa de Transformación Productiva. [En línea]. 2013. Disponible en: <https://www.ptp.com.co/documentos/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20MANGO%20diciembre.pdf>. Consultado en: Septiembre de 2016

AULAR, Jesús y RODRÍGUEZ, Yecenia. Características físicas y químicas, y prueba de preferencia de tres tipos de mangos criollos venezolanos. En: Bioagro. vol 17 (3) ,2005. p. 171-176.

BARAONA COCKELL, Marcia y SANCHO BARRANTES, Ellen. El mango. En: Aguacate y mango. Fruticultura especial 2. Editorial Universidad Estatal a distancia. p. 57-80.

CALDERÓN P. Rocío. Práctica 5. Determinación de humedad por secado en estufa y por termobalanza. [En línea]. Disponible en: <http://www.laselva.edu.mx/rcalderon/wp-content/uploads/2012/11/Pr%C3%A1ctica-5-1PAL-An%C3%A1lisis.pdf>. Consultado en: Noviembre de 2016.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4125 (5, abril, 1991). Por la cual se reglamenta el Título V Alimentos, de la Ley 02 de 1979, en lo concerniente a los CONSERVANTES utilizados en alimentos.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 7992 (21, junio, 1991). Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de Jugos. Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos de Frutas. Diario oficial. Bogotá D.C., 1991. 21 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 288 (31, enero, 2008). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Diario oficial. Bogotá D.C., 2008. 54 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4150 (30, octubre, 2009). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir las bebidas energizantes para consumo humano. Diario oficial. Bogotá D.C., 2009. No. 47522. 7 p.

CORPOICA, 2013. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima Asohofrucol. [En línea], pp. 112. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf. Consultado en: Octubre de 2016.

FACULTAD DE QUÍMICA UNAM. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. [En línea]. 2007-2008. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf. Consultado en: Octubre de 2016.

FAO. Producción/cultivos. [En línea]. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. Consultado: Agosto de 2016.

(FEMEDE) Federación Española de Medicina del Deporte. Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. En: Archivos de medicina del deporte. 2011, vol, 29(1).

GALÁN, Víctor. El cultivo del mango. España, Ediciones Mundi-prensa, 1999. Citado por FLORES ESTRADA, Julio César. Evaluación de un fertilizante foliar orgánico y uno químico aplicados en dos etapas de desarrollo en la producción de mango variedad Tommy Atkins; Río Hondo, Zapaca. Tesis de grado Ingeniero agrícola. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias agrícolas, 2014, 79 p.

GANCEDO, María Eugenia; LAIZ, Melina y PAGANI, Juan Pablo. Suplementos y ayudas ergogénicas. [En línea]. 2012. Disponible en: <http://catedradeporte.com.ar/archivos/investigaciones/Analisis%20Grupo%20A%20Suplementos%20Instituto%20Australiano.pdf?d=DBYDPR9H>. Consultado en: Noviembre de 2016

GARCÍA LOZANO, Jairo, et al. Descripción de las variedades de mango criollo colombiano. 2009.

GRUPO DE NUTRICIÓN DEPORTIVA. Geles deportivos. [En línea]. 2012. Disponible en: <http://nutriciondeportiva-gnd.blogspot.com.co/2012/06/geles-deportivos.html>. Consultado en: Agosto de 2016.

INFOAGRO. Catálogo de instrumental. Uso del penetrómetro. [En línea]. Disponible en: http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=4001. Consultado en: Octubre de 2016.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de cuartos de prueba. NTC 3884. Bogotá D.C. ICONTEC, 1996.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. GTC 165. Bogotá D.C. ICONTEC, 2007.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis sensorial. Metodología. Métodos del perfil del sabor. NTC 3929. Bogotá D.C. ICONTEC, 2009.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes técnica del número más probable. NTC 4516. Bogotá D.C. ICONTEC, 2009.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y concentrados. NTC 5468. Bogotá D.C. ICONTEC, 2012.

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE, SUBDEPARTAMENTO LABORATORIOS DEL AMBIENTE. Determinación de proteínas Método Kjeldahl. [En línea]. Disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/Proteina.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE, SUBDEPARTAMENTO LABORATORIOS DEL AMBIENTE. Procedimiento para determinar materia grasa Método Soxhlet. [En línea]. Disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

LUCERO JARA, Olga. La producción, comercialización y exportación del mango en el Ecuador período 2007-2009. Tesis para optar por el título de economista.

Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias económicas, 2011, 51 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR), et al. Plan frutícola nacional Desarrollo de la fruticultura en el Norte de Santander. [En línea]. 2006. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO FRUTICOLA NACIONAL.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO_FRUTICOLA_NACIONAL.pdf). Consultado en: Septiembre de 2016.

MINSALUD. Normograma sanitario de alimentos y bebidas. [En línea]. 2016. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/normograma-sanitario-alimentos-bebidas.pdf>. Consultado: Septiembre de 2016.

MURILLO G., Olga Marta, 2014. Ficha técnica de industrialización de Mango (Mangifera indica L.). Dirección de Mercadeo y Agroindustria Area Desarrollo de Producto [en línea], p. 1-4. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Mango_FTP.pdf. Consultado: Octubre de 2016.

NUTREPRO.COM. Geles energéticos; todo lo que necesitas saber [En línea]. 2015. Disponible en <http://www.nutrepro.com/noticias/Geles-energeticos;-todo-lo-que-necesitas-saber.-37.html>. Consultado: Agosto de 2016.

OLIVOS, Cristina; et al. Nutrición para el entrenamiento y la competición. REV. MED. CLIN. CONDES, 2012. Vol. 23(3). p. 253-261. Disponible en: http://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2012/3%20mayo/6_Dra_Cuevas-8.pdf. Consultado en: Noviembre de 2016.

OSPINA HENAO, Sandra Milena; HERNANDEZ R., Eliana Natali y LOZANO M., Carlos Alberto. Estudio Experimental del Proceso de Fermentación de Residuos Agroindustriales del Mango (Mangifera Indica L) Usando Saccharomyces cerevisiae. Trabajo de grado bacteriólogo. Manizales: Universidad Católica de Manizales, Facultad de Salud, Programa de bacteriología, 2012. 83 p.

OVIEDO SOLER, Ignasi. Desarrollo de un nuevo producto para deportistas. Trabajo de grado Ciencia y Tecnología de Alimentos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de ingeniería agronómica y del medio ambiente. 2014, p. 44.

RAMÍREZ MONTES, César Augusto y OSORIO, José Henry. Uso de la cafeína en el ejercicio físico: ventajas y riesgos. En: Rev. Fac. Med. 2013, Vol. 61 No. 4: p. 459-468.

REVUELTA, Fernando. Reporte geles energéticos (The Vitamin Shoppe). [en línea]. 2016. Disponible en: <http://www.runninginpanama.com/2016/07/geles-energeticos.html>. Consultado: Agosto de 2016.

SALAMANCA, Grosso, et al. Avances en la caracterización, conservación y procesamiento del mango (*Mangifera indica* L.) en Colombia. En: Tumbaga. 2007, vol 2, no. 1, p. 57-64

SILLER SEPEDA, Jorge; MUY RANGEL, Dolores; BÁEZ SAÑUDO, Manuel; Araiza LIZARDE, Evelia e IRETA OJEDA, Alonzo. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. En: Fitotec, vol. 32, 2009. p. 45-52.

Solobici. Geles energéticos. [En línea]. Disponible en: <http://solobici.es/geles-energeticos-energia-desbordante/>. Consultado en: Noviembre de 2016.

SUMAYA MARTÍNEZ, Ma.Tereza, et al. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. En: Revista Mexicana de Agronegocios. 2012, vol. 30, p. 826-833.

TIRRITO, Salvatore J. Int. Cl. A23L 1/305, A23L 1/302, A23L 1/05. Nutritional compositions for athletes. Fecha de solicitud: 28, Agosto, 2008. Estados Unidos, patente de investigación US 2010/0055247 A1. 4, marzo, 2010.

TRUJILLO, Yanine. 2005. Análisis del color y espacio CIEL*a*b*.Universidad de Pamplona. Colombia

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Mango (*Mangifera indica*). [en línea]. Disponible en: <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/mango.html>. Consultado: Agosto de 2016.

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Method for the formulation of a gel format foodstuff for use as a nutritional foodstuff enriched with peptides and maltodextrins obtained from quinoa flour. Inventores: ENRIONE CÁCERES, Javier; DIAZ CALDERON, Paulo y OSORIO LIRA, Fernando. Int Cl: A23l 1/06. Fecha de solicitud: 23, junio, 2014. Estados Unidos, patente de investigación US 2014/0302198 A1. 9, octubre, 2014.

UNIVERSITY OF FLORIDA. Manual de prácticas para el mejor manejo poscosecha del mango. [En línea]. 2015. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS119000.pdf>. Consultado en: Noviembre de 2016.

X-RITE. Guía para entender la comunicación del color. 2002 [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/comunicacion-del-color-artes->

graficas/comunicacion-del-color-artes-graficas.pdf. Consultado en: Septiembre de 2016.

ANEXOS

Anexo 1. Muestras de gel energizante



Anexo 2. Formato prueba sensorial de calificación

PRUEBA DE CALIFICACIÓN

Nombre: _____ Fecha: _____

Frente a usted hay tres muestras de gel energizante de mango identificadas con diferentes códigos, obsérvelas y pruébelas una a una, luego califique de 1 a 10 el color, olor, sabor e impresión global del producto.

COLOR										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Diferente al del mango										Semejante al del mango
OLOR										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy desagradable										Muy agradable
SABOR										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy desagradable										Muy agradable
IMPRESIÓN GLOBAL										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Me disgusta mucho										Me gusta mucho

MUESTRA	CALIFICACIÓN			
	Color	Olor	Sabor	Impresión global
3947				
5821				
4036				

Comentarios: _____

¡Muchas gracias!

Anexo 3. Panel sensorial para perfil de sabor



Anexo 4. Formato para perfil de sabor

PERFIL DE SABOR

Nombre del producto: _____

Fecha: _____

DESCRIPTORES	INTENSIDAD					
	0	1	2	3	4	5
Mango						
Dulzor						
Salado						
Suero						
Amargo						
Picor						

Sabor residual: _____

Persistencia: _____

Impresión total: _____

Comentarios: _____

¡Muchas Gracias!

Anexo 5. Digestión de la muestra para determinación de proteína



Anexo 6. Extracción con hexano



Anexo 7. Recuperación de hexano



Anexo 8. Resultados ausencia de microorganismos



No hubo crecimiento de aerobios mesófilos



Negativo para coliformes totales y fecales

Anexo 9. Resultados mohos y levaduras

