

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



**Formulación de una bebida a base de remolacha para
deportistas de alto rendimiento**

Trabajo de graduación presentado por

Olga Violeta Romero Bobadilla

para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala
2014

**Formulación de una bebida a base de remolacha para
deportistas de alto rendimiento**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



**Formulación de una bebida a base de remolacha para
deportistas de alto rendimiento**

Trabajo de graduación presentado por

Olga Violeta Romero Bobadilla

para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala
2014

Vo. Bo.:

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Licenciada Ana Silvia Colmenares
Asesor

(f) Lucía Castellanos
Licenciada Lucía Castellanos

(f) Claudia Maza
Licenciada Claudia Maza

Fecha de aprobación: Guatemala, 23 de junio de 2014

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre Celestial, su hijo Jesucristo y al Espíritu Santo, por toda la fortaleza, inteligencia y auxilio recibido para alcanzar mis metas.

A mis padres, por su amor y ayuda incondicional.

A mi hermano, por su compañía y constante apoyo.

A la Universidad del Valle de Guatemala, por los conocimientos técnicos y científicos y experiencias que me formaron como profesional competente.

A las Licenciadas Lucía Castellanos y Ana Silvia Colmenares por su ejemplo e importante apoyo en mi formación profesional.

A Gaby Heyligers Wever, Flor Landaverry y José Del Cid por su amistad y apoyo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
A. Características generales de la remolacha	2
1. La remolacha en la alimentación	3
2. Contenido de nitratos en la remolacha	5
B. El metabolismo de los nitratos en el cuerpo humano	5
1. Características del óxido nítrico.....	9
2. Ingesta diaria aceptable.....	12
3. Desventaja del uso de nitratos	14
C. Importancia del uso de nitratos en el deporte.....	18
1. Suplementos deportivos	21
2. Empaques de suplementos deportivos.....	25
3. Suplementos deportivos a base de remolacha en el mercado	25
III. OBJETIVOS	28
IV. JUSTIFICACIÓN	29
V. MATERIALES Y MÉTODOS	31
A. Fase I: determinación de nitratos de la remolacha	31
B. Fase II: Formulación de la bebida de remolacha e inocuidad del producto	33
C. Fase III: Evaluación sensorial de la bebida a base de remolacha	37
VI. RESULTADOS	43
A. Fase I: Determinación de nitratos de la remolacha	43
B. Fase II: Formulación de la bebida de remolacha	44
C. Fase III: Evaluación sensorial del producto final.....	45
VII. DISCUSIÓN	48
VIII. CONCLUSIONES.....	51

IX.	RECOMENDACIONES	52
X.	BIBLIOGRAFÍA	53
XI.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Composición nutricional de la remolacha en una porción de 100g.....	4
Cuadro 2: Contenido de nitrato en diferentes vegetales.....	7
Cuadro 3: Ejemplos sobre una dieta rica en vegetales.....	13
Cuadro 4: Niveles máximos de consumo de nitratos según GFSA.....	13
Cuadro 5: Información nutricional de una botella de 200ml	27
Cuadro 6: Reactivos a utilizar en el procedimiento de detección de nitratos.....	32
Cuadro 7: Resultados del contenido de nitratos en 5 ml de agua en diferentes extractos de remolacha.....	44
Cuadro 8: Detección de mmol de nitratos con base a diferentes extractos.....	44
Cuadro 9: Formulación final de la bebida a base de remolacha.....	44
Cuadro 10: Determinación de nitratos de formulación final de la bebida de remolacha	45
Cuadro11: Análisis estadístico ANOVA de los atributos de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	46
Cuadro 12: Etiquetado nutricional del producto final.....	47
Cuadro 13: Pruebas realizadas utilizando extractor a temperatura ambiente.....	57
Cuadro 14: Pruebas realizadas utilizando licuadora a temperatura ambiente.....	57
Cuadro 15: Muestras realizadas únicamente con remolacha a 90°C.....	57
Cuadro 16: Muestras realizadas únicamente con remolacha a 5°C.....	57
Cuadro 17: Muestras realizadas a 5°C adicionando piña y manzana natural.....	57
Cuadro 18: Pruebas realizadas para la detección de nitratos adicionando manzana y piña natural a temperatura ambiente.....	58
Cuadro 19: Mercados de la ciudad capital.....	59
Cuadro 20: Muestra de mercados visitados.....	60
Cuadro 21: Resultados de prueba de aceptabilidad con escala hedónica.....	67
Cuadro 22: ANOVA del atributo de apariencia de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	68
Cuadro 23: ANOVA del atributo de color de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	68
Cuadro 24: ANOVA del atributo sabor de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	68
Cuadro 25: ANOVA del atributo de consistencia de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	69
Cuadro 26: ANOVA del atributo de olor de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mapa del territorio de Guatemala.....	2
Figura 2: Metabolismo de nitratos en el hombre.....	6
Figura 3: Dualidad de nitratos en la boca.....	8
Figura 4: Función del óxido nítrico en el organismo.....	10
Figura 5: Ejemplificación de los efectos del óxido nítrico a nivel muscular.....	11
Figura 6: Ciclo del óxido nítrico dentro del organismo humano.....	12
Figura 7: Comparación de síntesis endógenas y consumo de nitrosaminas en el cuerpo humano.....	16

RESUMEN

La presente investigación evidencia la formulación y elaboración de una bebida a base de remolacha para deportistas de alto rendimiento. Para la realización del mismo fue necesario dividir el proceso en tres fases. En la primera fase se determinó el contenido de nitratos en la remolacha. El método utilizado involucró la extracción y reacción de los nitratos usando ácido salicílico.

En la segunda fase se formuló la bebida, tomando en cuenta que se logró encubrir el sabor terroso y por lo general desagradable al paladar. De igual forma se elaboró el producto tomando en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura para garantizar la inocuidad del producto. Posterior a varias pruebas realizadas se obtuvo la formulación final, para la cual se realizaron tres muestras de 250ml de sabores diferentes (manzana, piña y Rosa de Jamaica). La bebida final presentó la cantidad promedio de 6.24 mmol/ml siendo un valor aceptado y cercano al valor esperado de 6.00 mmol/ml para aumentar el rendimiento en los deportistas.

En la tercera fase se realizó un análisis sensorial con una población de 50 deportistas de diferentes disciplinas de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (CDAG). Este último análisis se realizó a través de una prueba de aceptación con escala hedónica en cuanto a los atributos de apariencia, color, sabor, consistencia y olor para cada muestra, obteniendo como resultado que no hubo diferencia significativa entre los diferentes sabores presentados. Posteriormente se realizó una encuesta de preferencia para sondear el sabor de la bebida que la muestra consumiría, obteniendo igual preferencia por las tres variantes de sabores. Finalmente se elaboró la etiqueta nutricional del producto final, determinando que el consumo del mismo representa un 16% del porcentaje de valor diario requerido, sin mostrar contenido significativo de micro y macronutrientes.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, alrededor del mundo hay un sinnúmero de bebidas energéticas que contribuyen a disminuir la fatiga, la mayoría de ellas se caracterizan por tener artificialmente estimulantes y otras sustancias que aumentan el rendimiento en los deportistas. Dichas bebidas están prohibidas por la Agencia Mundial Antidopaje (Cote-Mendez y *et al.* 2011). Investigaciones actuales evidencian una alternativa para aumentar de forma natural el rendimiento de los deportistas y es el jugo de remolacha. Estudios demuestran que una suplementación adecuada de jugo de remolacha, puede reducir la presión arterial en reposo y el consumo de oxígeno del ejercicio, mejorando el rendimiento durante la actividad deportiva (Jones, 2011). Es por ello que en la actualidad existen dos marcas comerciales conocidas de jugos de remolacha una proveniente de Inglaterra y la otra de Australia, desarrollados para aumentar el rendimiento de los deportistas. Estas mismas no se comercializan en Guatemala.

Con base en lo anterior el objetivo principal de la investigación es elaborar una bebida a base de la remolacha para deportistas guatemaltecos de alto rendimiento con el fin de determinar la cantidad de nitratos y características sensoriales así como definir el proceso de producción. La creación del jugo de remolacha se hace debido a que este vegetal tiene un sinnúmero de beneficios para la salud de los cuales incluye la regulación y protección del tracto gastrointestinal y en los deportistas genera óxido nítrico a nivel sanguíneo que aumenta su rendimiento. Este vegetal se produce en Guatemala, tanto en climas templados como fríos; específicamente en el área occidental del territorio guatemalteco. Asimismo, a nivel latinoamericano no existe un producto similar y que a largo plazo tendría un impacto económico en Guatemala por ser el primer país de esta región en desarrollar bebida energética natural. En definitiva los deportistas guatemaltecos podrán tener otra opción de suplemento que le permitiría aumentar su rendimiento de forma natural y a un bajo costo.

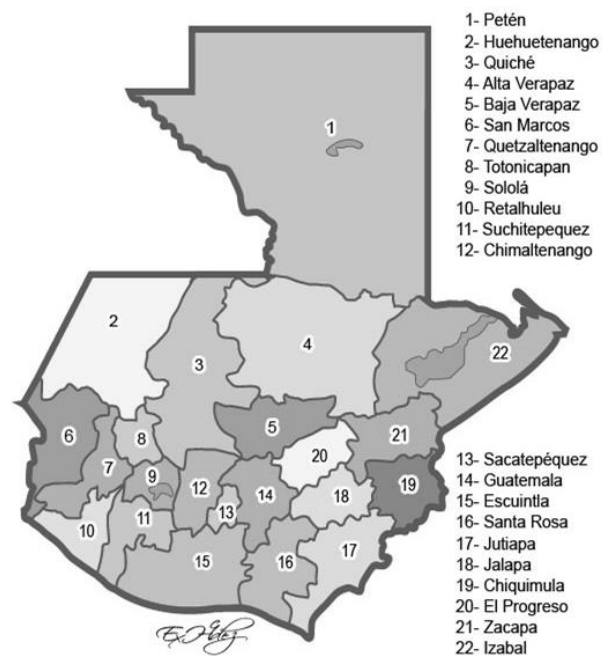
II. MARCO TEÓRICO

A. Características generales de la remolacha

La remolacha es una hortaliza que tiene la capacidad de ser cultivada en una amplia variedad de suelos y climas. En algunos países es llamada Betabel o Beterraga y pertenece al grupo de raíces de siembra directa (Chinchilla, 1987).

Según Chinchilla, la remolacha se cultiva en climas templados y fríos a alturas comprendidas entre 5,00 y 9,000 pies sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 23°C. Su desarrollo es mejor en los climas templados y fríos con pluviosidad moderada, aunque son resistentes a condiciones secas y cálidas. Es por ello que en las regiones donde mayormente se produce en Guatemala es en San Lucas Sacatepéquez, Quetzaltenango, Totonicapán, Chimaltenango y el Quiché, debido a que mantiene estas condiciones durante casi toda época del año.

Figura 1: Mapa del territorio de Guatemala.



Hay variedades de remolachas y las que predominan en Guatemala son la Detroit Perfect No. 239 PDF y Crosby egyptian No. 240 CEF. Ambas se caracterizan por ser las mayormente aceptadas por los consumidores y que tienen la misma cantidad de nutrientes (Chinchilla, 1987). Hay 1,467 fincas que cultivan la remolacha en Guatemala, de las cuales se puede obtener 90,484 de su producción en quintales según el censo realizado en 2004 según el Instituto Nacional de Estadísticas. En la economía guatemalteca es importante hacer énfasis que el precio de la remolacha promedio está aproximadamente de Q0.50 por unidad de compra.

1. La remolacha en la alimentación. La remolacha es una verdura de gran utilidad en la alimentación, ya que se caracteriza por un alto contenido La remolacha es una verdura de gran utilidad en la alimentación, ya que se caracteriza por un alto contenido de vitaminas, azúcar. Cabe destacar que son ricas en folatos y nitratos. Los folatos junto con el ácido fólico previenen de malformaciones de nacimiento que se generan en el tubo neural (nervioso) y ayudan a contrarrestar enfermedades cardíacas y anemia. Las enfermedades cardíacas se contrarrestan debido a que disminuye los niveles de homocisteína en sangre. La homocisteína es un aminoácido que está relacionado con el deterioro de las células que cubren las paredes de los vasos sanguíneos, por lo que se ha descrito como factor riesgo para enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto con el fin de disminuir los niveles de homocisteína, los científicos recomiendan tomar por lo menos 400 microgramos de ácido fólico al día (Pita,1998). Asimismo, se caracteriza por tener un alto contenido de fibra, soluble e insoluble (Peterson, 2003).

Según Peterson, la fibra insoluble en la remolacha ayuda a mantener un tracto gastrointestinal funcionando correctamente, mientras que la fibra soluble conserva los niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados. Es un eficiente laxante que combate el estreñimiento y las hemorroides. Igualmente son altos en flavonoides y beta carotenos que funcionan como buena alternativa para estimular y mejorar la función hepática y contrarresta infecciones que se pueden generar en la vejiga urinaria.

Los nutrientes que se destacan en la remolacha son el magnesio, hierro, calcio, potasio y vitamina C. El magnesio es un mineral de vital importancia para la creación del interferón, además que es una sustancia anti cancerígena, ya que contiene antioxidantes. Ahora bien, el hierro es importante en la producción de anticuerpos y estimula a los glóbulos rojos que son los encargados de transportar el oxígeno a las células.

Respecto a su valor calórico es importante mencionar que por su contenido de fibra proporciona una buena sensación de saciedad que limita el consumo de otros alimentos. A continuación se detalla la composición química de una porción equivalente a 100g de remolacha, según Sicajá 2008.

Cuadro 1. Composición nutricional de la remolacha en una porción de 100g

Calorías	44.00	Kilocalorías
Humedad	87.80%	
Proteínas	1.70	Gramos
Grasa	0.10	Gramos
Carbohidratos	9.50	Gramos
Fibra	1.00	Gramos
Ceniza	0.90	Gramos
Vitamina A	tr	Miligramos
Fósforo	38.00	Miligramos
Hierro	0.80	Miligramos
Tiamina	0.01	Miligramos
Niacina	0.20	Miligramos
Calcio	14.00	Miligramos
Riboflavina	0.04	Miligramos
Ácido Ascórbico	5.00	Miligramos
Magnesio	17.00	Miligramos
Potasio	325.00	Miligramos
Ácido fólico	80.0	Microgramos

Fuente: (Duke, 1983; Sicajá 2008)

Es de vital importancia incluir este alimento en la dieta ya sea en forma de ensalada, sopas o jugos. Los flavonoides que posee la remolacha se caracterizan también por inhibir la agregación plaquetaria para evitar la formación de trombos, facilitando la contractibilidad de la pared venosa, lo que activa el reflujo de retorno venoso y reduce la hipertensión venosa estimulando así el transporte de oxígeno (Peterson, 2003; Muñoz y Ramos, 2007).

2. Contenido de nitratos en la remolacha. Otro compuesto importante que hay en la remolacha según Vásquez 2001, Jones 2011, Lansley 2011, Mellentin 2010 y Larsen 2007, son los nitratos. Estos compuestos son constituyentes naturales de alimentos de origen vegetal, en el cual puede encontrarse en ellos en concentraciones muy elevadas, teniendo de forma natural 2g/kg de nitrato.

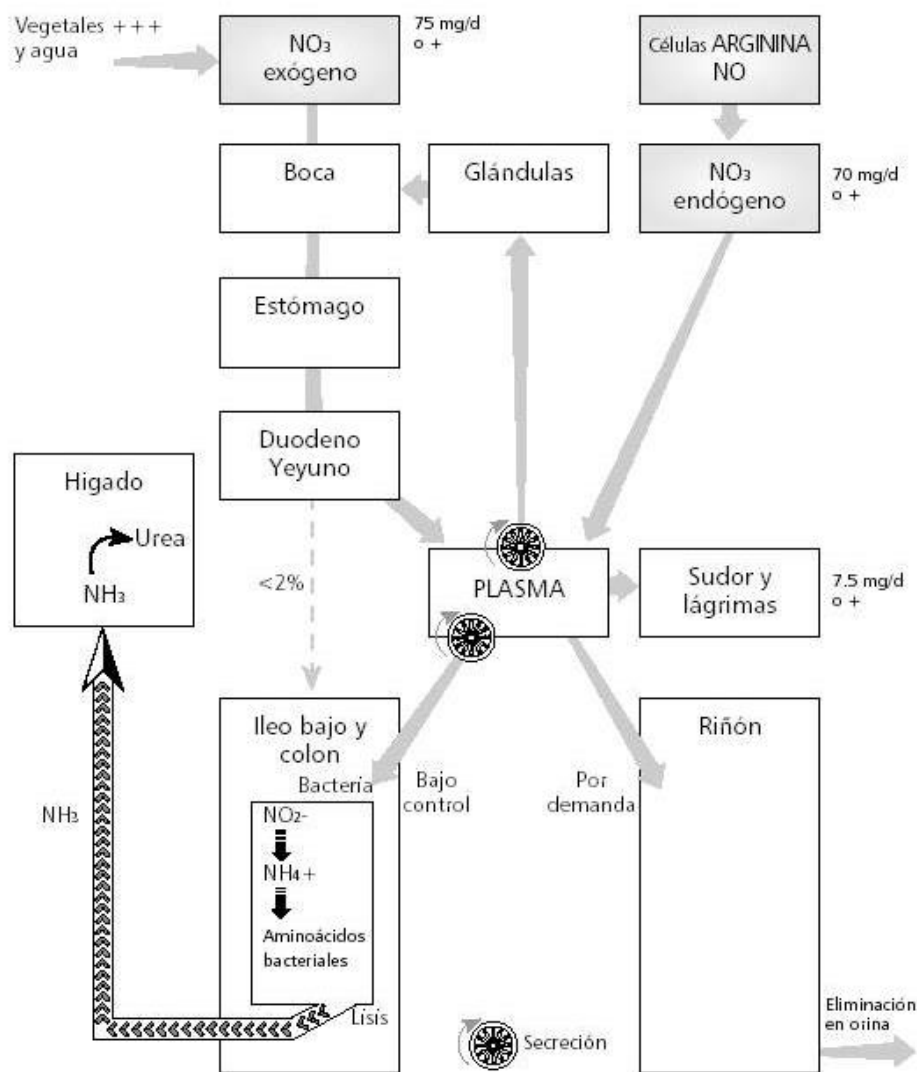
En general la cantidad de nitratos en hortalizas y verduras varía en función de numerosos factores agronómicos. Hay hortalizas con reducida capacidad para acumular nitratos, como los tomates, coliflores o los ejotes, además de las coles de Bruselas, las cebollas, el pepino o el pimiento. Otras que se acumulan con mayor facilidad como la coliflor, apio y zanahoria, y por último algunas hortalizas como las espinacas, acelgas y remolacha roja que tienen una elevada capacidad de acumular nitratos (Hernández, 2010).

Se prefiere utilizar el jugo de remolacha y no de las demás hortalizas debido a que los estudios que se han realizado sobre el aumento del rendimiento de los deportistas es sobre esta hortaliza. No hay base científica de estudios que se hayan realizado sobre el contenido de nitratos en las espinacas, acelgas, lechuga, apio y berro y que tengan un aumento significativo en el rendimiento de los deportistas

B. El metabolismo de los nitratos en el cuerpo humano

Los nitratos se encuentran siempre presentes en el flujo sanguíneo, en niveles que van a variar de 1 a 3 mg/litro luego de cada comida. En condiciones normales, coexisten dos fuentes de nitratos la fuente exógena del alimento y el agua, y la endógena de la actividad celular; cada una provee entre 70 y 75 mg por día según L'Hirondel.

Figura 2: Metabolismo de nitratos en el hombre



Fuente: (L'Hirondel, s.f)

La imagen evidencia la fuente de nitratos que se puede adquirir a través de los alimentos (exógena) y que se produce dentro del organismo (endógena). Los nitratos y nitritos presentes en el cuerpo como producto de NO producido a través de NOS, pueden ser controlados por medio de la dieta. Los nitratos en los alimentos se pueden encontrar particularmente en las verduras de hoja verde (L'Hirondel, s.f). Es por ello que se puede decir que el consumo de nitratos 80% proviene de los vegetales (cuadro 1), 10-15% del agua potable.

Cuadro 2: Contenido de nitrato en diferentes vegetales

Nitrato (mg/100g de peso fresco)	Vegetal
Muy alto (>250)	Remolacha, espinaca, lechuga, apio, berro
Alto(100-250)	Apio nabo, puerro, escarola, perejil
Mediano(50-100)	Col, nabo, eneldo
Bajo(20-50)	El brócoli, zanahoria, coliflor, pepino, calabaza
Muy bajo(<20)	Espárragos, berenjena, cebolla, champiñones, guisantes, pimiento, papa, tomate.

Fuente: (Jones, 2011)

Según L´Hirondel, lo que sucede es que al ingerir los nitratos, éstos pasan al estómago como NO₃. Para luego poder ser rápidamente y casi completamente absorbidos en la parte superior del intestino delgado. Entonces, al menos 2% del consumo de nitratos ingeridos llegan al intestino grueso.

Ahora bien, la fuente endógena de nitratos es conocida desde 1985, cuando se realizó una investigación de Stuehr y Marletta s.f, en el cual L´Hirondel s.f hace referencia. Lo que sucede es que en el proceso metabólico del amino ácido L-arginina se libera un átomo de nitrógeno a nivel celular, generando una molécula de monóxido de nitrógeno, NO. De forma extracelular, las moléculas de NO se combinan con el oxígeno para formar varias moléculas entre las cuales se incluyen los nitratos, nitritos y nitrosaminas. La mayoría de actividades físicas como correr, andar en bicicleta, etc. y otras condiciones patológicas como infecciones, llevan a la estimulación celular. Esto mismo aumenta la síntesis endógena de nitratos.

Es por ello que, continuando con la idea del autor, se puede decir que el destino de los nitratos plasmáticos de fuentes exógenas y endógenas es poco común. Esto se da porque una pequeña proporción de nitratos plasmáticos, aproximadamente 10% de la cantidad de nitratos consumidos es eliminada por medio de la transpiración y lágrimas. Otra parte de los nitratos plasmáticos son excretados a través de la orina, basando esta excreción únicamente en las concentraciones plasmáticas de NO₃.

El mismo autor manifiesta que las secreciones colónicas y salivales de nitratos son fenómenos que tienen un impacto de forma fisiológica. Esto se debe a que las células columnares del epitelio colónico tienen como función principal extraer iones de NO₃ del sector plasmático hacia la luz del colon por medio de un fenómeno denominado captura activa.

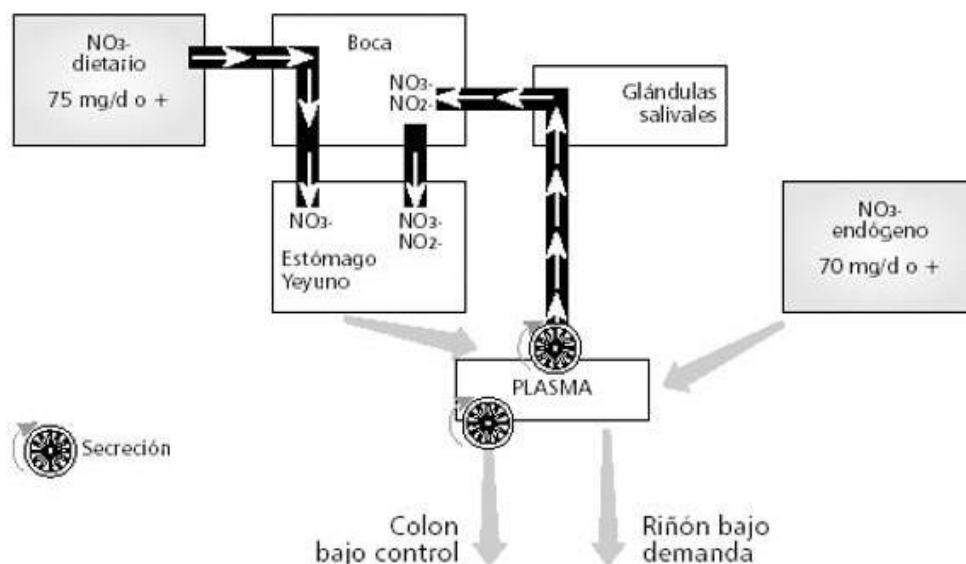
El fin principal de la secreción colónica de NO_3^- es asegurar una adecuada la nutrición de la flora bacteriana colónica.

Los nitratos salivales permanecen en la boca por un período y son degradadas por enzimas bacteriales producidas por una flora bacteriana relativamente abundante. Algunos de estos nitratos salivales (NO_3^-) se transforman así en nitritos salivales (NO_2^-). Esto genera un aumento en la concentración plasmática de nitrito que sirve como un depósito circulante para la producción posterior de NO (L'Hirondel, s.f).

La función de la secreción salivar es un estado preliminar en la digestión de proteínas, debido a que los nitratos salivales tienen la facilidad de hacer que las proteínas alimenticias sean más sensibles a la subsiguiente acción de las enzimas proteolíticas (pepsina y tripsina) (L'Hirondel, s.f).

Un estudio en 1994 según Benjamin *et.al*, evidenció que en un medio ácido, los nitratos salivales ingeridos que han llegado al estómago liberan NO, destruyendo microorganismos como los *Candida albicans* y *Escherichia coli*. De esta forma el NO promueve la defensa del organismo contra posibles patógenos ingeridos.

Figura3: Dualidad de nitratos en la boca



Fuente: (L'Hirondel, s.f)

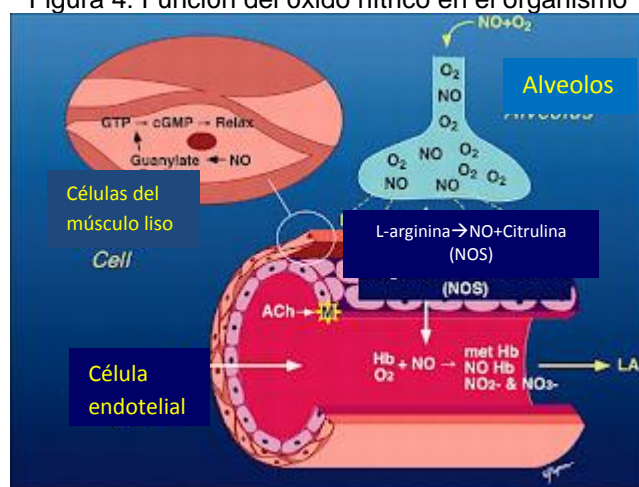
La imagen evidencia como los iones de NO_3 atraviesan la cavidad oral dos veces, la primera la realiza en forma de nitratos dietéticos y la segunda como nitratos salivales. Es importante mencionar que únicamente el último proceso induce la formación de cierta cantidad de nitritos salivales que llegan al estómago cuando se traga saliva.

Otro compuesto importante que participa en el metabolismo de los nitratos es el óxido nítrico (NO). Por lo que según Bescós 2011 ésta es una importante molécula de señalización fisiológica capaz de modular la función del esqueleto por medio de la regulación del flujo sanguíneo, contracción muscular, glucosa y la homeostasis del calcio, y la respiración mitocondrial y biogenes. Recientemente se supo que el NO se genera únicamente a través de la oxidación del aminoácido L-arginina en una reacción catalizada por óxido nítrico sintetasa (NO_2) a partir del aminoácido L-arginina que produce NO y L-citrulina, requiriendo la presencia de dos cofactores, el oxígeno y el fosfato dinucleótido adenina nicotinamida (Imagen 3).

1. Características del óxido nítrico. El óxido nítrico es una pequeña molécula de radical libre, el cual fue denominado inicialmente como un factor de relajación del endotelio. Actualmente, se sabe que el óxido nítrico juega un papel importante en todos los mamíferos. Entre sus funciones principales se puede mencionar que interviene dentro del sistema circulatorio, actuando como un vasodilatador cuando se realizan actividades deportivas (Bescós, 2011).

Asimismo, el NO también puede ser producido a través de la reducción de nitrato a nitrito y posteriormente de nitrito a NO. Este camino es particularmente importante en condiciones en que donde hay baja disponibilidad de oxígeno, como lo es en el músculo esquelético durante el ejercicio (Bescós, 2011).

Figura 4: Función del óxido nítrico en el organismo

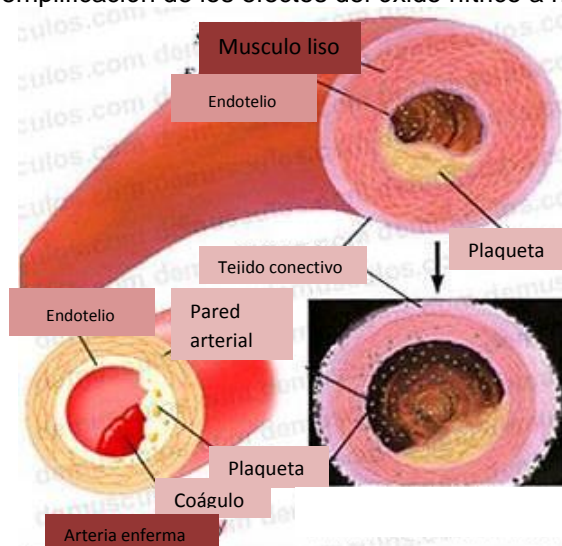


Fuente adaptada de: (Hernández, 2010)

La imagen evidencia la obtención de óxido nítrico a partir del aminoácido L-arginina. En ella se puede ver cuando la molécula de L-arginina entra a las células endoteliales de los músculos, por medio de la combinación de hemoglobina, oxígeno y óxido nítrico; se genera energía para poder potenciar la vasodilatación de los músculos y aumentar el tiempo de resistencia.

Hay varias teorías que explican los que puede estar produciendo que los nitratos tengan un efecto favorable durante el ejercicio. Una de estas teorías explica que una vez en el cuerpo, el nitrato se convierte en nitrito luego en óxido nítrico. El óxido nítrico ayuda a promover la vasodilatación en los músculos. Esto genera un mejor suministro de sangre, aparte que al haber mayor cantidad de oxígeno, éste es capaz de difundirse profundamente en el tejido muscular, lo que se deriva en un mejor suministro para las células contráctiles en el músculo. Por ende se dice que el NO genera un importante cambio a nivel muscular, que contribuirá al mejor desempeño de los deportistas de alto rendimiento (Imagen 4) (Bescós, 2011).

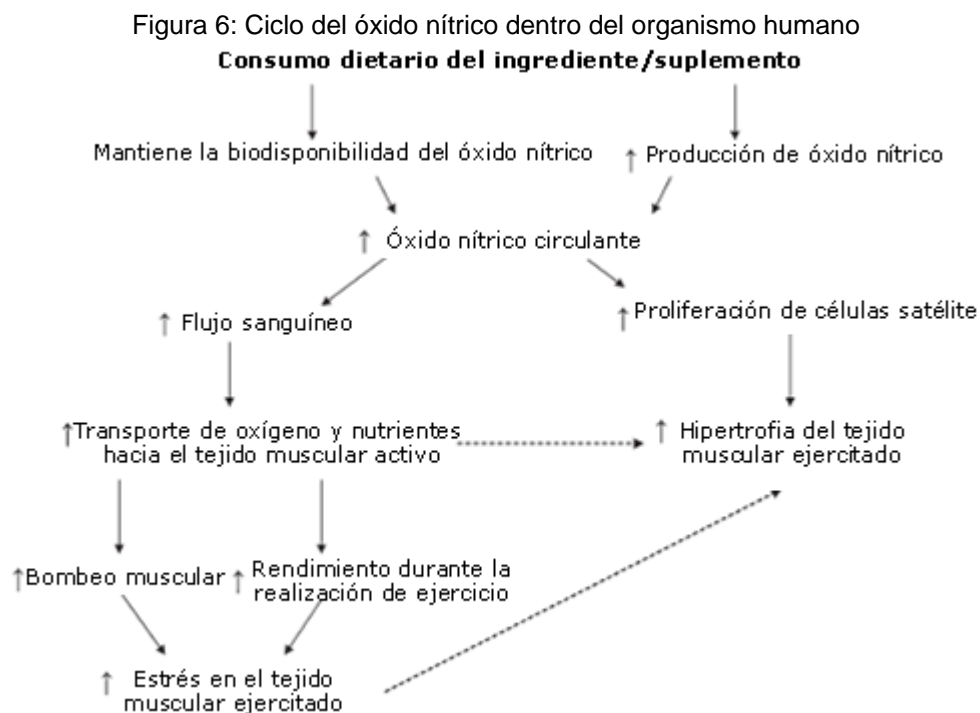
Figura 5: Ejemplificación de los efectos del óxido nítrico a nivel muscular.



Fuente adaptada de: (Hernández, 2010).

La imagen evidencia la función del óxido nítrico en los músculos. Un nivel elevado de óxido nítrico sanguíneo, genera una mayor irrigación sanguínea en los músculos esqueléticos que puede ser mantenida en períodos prolongados de entrenamiento, proporcionando una sensación de hipertonicidad obtenida tras una sesión de entrenamiento intenso. De igual forma, logra dilatar los vasos sanguíneos, aumentando el flujo de la sangre. Incrementa el suministro de oxígeno y protege el corazón y otros órganos del daño y muerte de células (L'Hirondel, s.f).

Otra teoría es que el NO adicional que se produce en el cuerpo cuando el nitrato se consume estimula la producción de las mitocondrias del músculo. Las mitocondrias pueden ser considerados como las "fábricas de energía" en las células musculares y a mayor presencia de mitocondrias, permitiría que el metabolismo del oxígeno fuese más eficiente.



Fuente: (Bloomer, 2010).

La imagen hace referencia del ciclo del óxido nítrico proveniente de una dieta rica en nitratos, en el cual se puede observar que todo se basa en tener un equilibrio con la cantidad de NO que se quiere ingerir. Dependiendo de esto, realiza sus funciones según se ven sus demandas.

2. Ingesta diaria aceptable. Estimar un promedio de ingesta de nitratos es complicado debido a la dieta individual y al contenido de nitratos del agua potable, que también varía según las regiones e incluso según las estaciones (Antón, 2010).

La ingesta total de nitratos de los alimentos oscila normalmente entre 50 y 150 mg/persona/día. Esto supondría unos 259mg para un adulto de 70 kilos de peso. La Ingesta Diaria Aceptable (IDA) de nitratos recomendada por el comité conjunto de la FAO/OMS es de 0-3.7 mg/ 60kg, es decir 222 mg/60kg/día(Antón, 2010).

Las dietas vegetarianas presentan un valor más elevado, variando en función del tipo de verduras que consuman, como se puede ver en el siguiente cuadro. Cabe mencionar que la Organización Mundial de la Salud recomienda la ingesta de 400g/persona/día de frutas y verduras(Antón, 2010)(EFSA, 2008).

Cuadro 3: Ejemplos sobre una dieta rica en vegetales.

Ejemplo	Consumo de vegetales (g/persona/día)	Exposición (mgNO ₃ /persona/día)	% IDA (mg/día/60kg de peso de un adulto)
-Vegetales variados	-400	-201	-91
-Lechuga y espinaca	-133	-148	-67
-Espinaca y lechuga	-133	-253	-114
-Vegetales variados	-267	-237	-147

Fuente adaptada de: (EFSA, 2008).

Según la Norma General para los Aditivos Alimentarios del Codex Alimentarius por sus siglas en inglés "GFSA" el máximo consumo de nitratos se evidencia en el cuadro siguiente:

Cuadro 4: Niveles máximos de consumo de nitratos según GFSA.

Distribución en el suministro de alimentos	Niveles máximos permitidos (mg/kg/día)
Alimentos (50%)	360
Bebida (50%)	73
Total (100%)	433

Fuente adaptada de: (Hambridge,s.f).

Según estudios de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria en 2008, manifiesta que el valor de nitratos puede superarse si la dieta es rica en verdura o si se ingieren alimentos excesivamente ricos en nitratos. Por lo que estima que el contenido de nitratos proveniente de las hortalizas supera los efectos beneficiosos del consumo de estos alimentos sobre el riesgo potencial para la salud humana derivado de la exposición de estos compuestos en los vegetales. Por ello, se puede decir que los nitratos provenientes de vegetales no demuestran que sean peligrosos para la salud del consumidor (EFSA, 2008)(Antón, 2010).

El consumo de nitratos que deben tener los deportistas para que aumenten su rendimiento es de 6mmol/persona/día lo que equivale a 372mg/persona/día. Esto se profundizará en el tema C "Importancia del uso de nitratos en el deporte".

3. Desventaja del uso de nitratos. Los nitratos son ampliamente utilizados en la agricultura como un nutriente esencial para las hortalizas y verduras por ser fuente de nitrógeno. Los nitratos por si mismos no son tóxicos. El problema es asociado a su transformación química en nitritos, que puede generarse en algunos casos durante el metabolismo humano (Vásquez, 2001).

En años anteriores, se ha manifestado dos principales problemas de salud sobre el consumo de nitrato excesivo. La primera de ellas es una patología denominada como "síndrome del bebé azul" o metahemoglobinemia, de los cuales los niños en específico, eran considerados como un riesgo al estar expuestos a esta enfermedad. Lo que sucede en esta patología es que el nitrato es transformado en nitrito, el cual bloquea la capacidad de la hemoglobina en la sangre en transportar oxígeno, resultando un bajo contenido de oxígeno en el tejido y que puede ser peligroso para la vida de la persona, según L´Hirondel.

A comienzos de 1950, se observó la presencia de metahemoglobinemia en lactantes que fueron alimentados con fórmula mezclada con agua de pozo contaminada. Esto se atribuyó por un alto contenido de nitratos de estos pozos. En base a ello, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) estableció un nivel máximo de contaminante para el nitrato que ascendía a 44 miligramos por litro, según Peterson 2003.

En 1984 todavía se pensaba que los nitratos en las pajas se convertían en nitritos en el colon del bebé, posterior a ello se pensó en el contacto entre los nitratos y la amplia flora bacteriana del colon, debido a que las enzimas bacterianas son capaces de reducir nitratos de NO_3 en nitratos de NO_2 . No obstante, después de los estudios de Bartholomew en 1984, se demostró que un 98% de los nitratos alimentarios eran absorbidos en la parte superior del intestino delgado, por lo que la explicación anterior ya no era válida (L´Hirondel, s.f).

De acuerdo a lo anterior, algunos científicos analizaron si era posible que la transformación de nitratos a nitritos era posible que se llevara a cabo en el estómago del bebé como consecuencia de una colonización del estómago dado por microorganismos de origen entérico, encontrándose bajo un efecto hipoclorídrico de los jugos gástricos. Pero los estudios en este tema no fueron concluyentes, por lo que se llegó a la conclusión que la secreción de ácido gástrico en niños era suficiente para impedir cualquier colonización bacteriana importante.

Finalmente se pensó que la teoría de la causa de la metahemoglobinemia no fue dada por nitratos en sí, sino por la mezcla de bacterias fecales infectadas de los bebés y nitrito, era entonces el óxido nítrico, en su intestino. Es importante mencionar que el óxido nítrico puede

convertir la hemoglobina en metahemoglobina. Otros estudios han evidenciado que los niños expuestos a niveles mucho más altos de nitrato (hasta 700 mg por día) no generó ningún tipo de desarrolló de metahemoglobinemia (L'Hirondel, s.f).

Ahora bien, estudios recientes dados tanto en nitrato y nitrito en adultos sanos y poblaciones de adolescentes no han encontrado ningún efecto negativo para la salud. Por ello, varios expertos han analizado la posibilidad de que si los nitratos y nitritos en los alimentos y el agua presentan un riesgo para la salud de las personas, según Peterson.

Otra posible consecuencia del consumo excesivo de nitrato y nitrito se relaciona con un aumento del riesgo de cáncer. El nitrito puede reacción en el medio ácido del estómago con las aminos secundarias, sustancias que se obtienen por el metabolismo de los alimentos proteicos (carnes, pescados, huevos, leche y derivados de alimentos), originando nitrosaminas, que son agentes cancerígenos (Hernández, 2010).

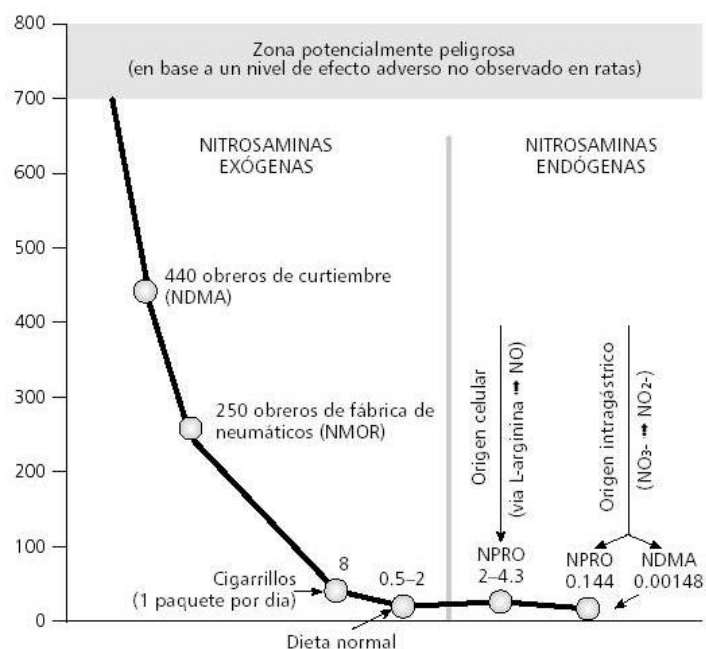
Continuando con el autor, lo que se piensa es que el nitrato que se encuentra en el agua potable y en los alimentos se puede convertir fácilmente en nitritos en el organismo. Es importante mencionar que los nitritos también pueden ser consumidos directamente como el que se puede encontrar en los productos cárnicos procesados a manera de preservante. El nitrito puede establecer una reacción con aminoácidos, generado específicamente por la descomposición de proteínas en la dieta, para producir las nitrosaminas.

Estudios realizados en el hemisferio norte indicaron que las hortalizas constituyen una de las fuentes principales de nitratos en la dieta humana, entre las cuales se destaca el consumo de lechuga y espinaca como acumuladores de este ion. Por ello, la Unión Europea reglamentó, en estas especies el límite máximo de nitratos: 2.500 y 4.500 mg/kg.

Otros estudios demuestran que esta consecuencia se ha podido observar claramente en el laboratorio, en ciertas especies de animales que ingieren grandes cantidades de nitritos. Sin embargo, cuando se trata de establecer una relación entre el aumento de nitrato o nitrito y la toma de cáncer en la población en general, no se evidencia haber ninguna relación. Se podría manifestar una única relación y es cuando el nitrito es consumido directamente de las carnes procesadas y curadas. Un estudio reciente ha demostrado que el nitrito, al consumirlo junto con vitamina C, que también es añadido a las carnes procesadas y grasa, puede aumentar la producción de algunos tipos de carcinógenos (L'Hirondel, s.f).

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que la sospecha de generación de cáncer a base del consumo de nitratos es infundada. Esto se debe a que los nitritos en el estómago no provienen directamente de nitratos alimentarios, sino que provienen de nitratos plasmáticos de los cuales las glándulas salivales tienen acción muy específica. De igual forma, la cantidad de nitrosaminas que se generan en el estómago por el metabolismo de nitratos, es muy reducida, del cual resultaría difícil la formación de cáncer (L'Hirondel, s.f).

Figura 7: Comparación de síntesis endógenas y consumo de nitrosaminas en el cuerpo humano



Fuente:(L'Hirondel, s.f)

La imagen compara los diferentes niveles entre nitrosaminas producidas por la síntesis endógena, que puede ser a través de las células del cuerpo mediante el proceso metabólico con L-arginina. Se puede observar el ingreso de nitrosaminas al cuerpo humano por ingesta exógena directa a través de la comida y aquellas introducidas exógenamente que no son específicamente por medio de la dieta, como lo es el tabaco, fábricas de neumáticos, curtiembres, etc. Estas son comparadas con niveles de exposición en animales donde no se observó efecto alguno (Peterson, 2003).

Variedad de alimentos, según Hernández 2010, específicamente la cerveza y la carne cocida condimentada, contienen altos niveles de nitrosaminas. Los niveles son más significativos por medio de la dieta, ya que son varias veces más altos que las nitrosaminas generadas en el estómago durante el metabolismo de nitratos. Es importante pensar, que si se tomaran medidas

preventivas, esto implicaría la introducción de restricciones sobre el consumo de nitrosaminas de origen alimentario. Por lo que involucraría medidas restrictivas en un gran número de comidas.

En general las medidas restrictivas no son necesarias ya que tanto las nitrosaminas endógenas como exógenas se presentan en cantidades muy pequeñas en comparación con el umbral teórico de toxicidad. El nivel de dosis de nitrosamina alimentaria es varias veces más bajo que el nivel tóxico potencial, y la cantidad de nitrosaminas formadas en el estómago durante el metabolismo de nitratos es, de igual forma muchas veces más pequeña que el nivel tóxico potencial (Bescós, 2011).

Los estudios experimentales realizados sobre este tema no han indicado un vínculo claro entre los nitratos y el cáncer en los animales. Ningún estudio que se haya llevado a cabo en ratas o ratones evidenció alguna relación considerable y prolongada sobre la que la ingesta de nitratos resulte en un aumento en la incidencia de cánceres (Bescós, 2011).

L'Hirondel s.f explica que desde 1945, aproximadamente 20 estudios epidemiológicos han intentado establecer la posible relación entre el consumo de nitrato y la incidencia de cánceres de estómago en humanos. Únicamente 2 de 20 han evidenciado una relación significativa. Mientras que 7 presentan una relación negativa, estadísticamente significativa. Esto genera un impacto favorable de los vegetales en la incidencia de cáncer en general, debido a que un 80% de los nitratos de consumo proviene de los vegetales.

En contra parte, otra investigación evidencia que un mayor consumo de verduras y frutas (con altos niveles de nitrato/nitrito) disminuye el riesgo de estos compuestos dañinos que se producen en el cuerpo y se debe a los altos niveles de antioxidantes protectores que contienen. Si los nitratos y nitritos fuesen en realidad dañinos, sería de esperar que aumentaran los casos de cáncer paralelo a una ingesta habitual de vegetales.

De igual forma se produce óxido nítrico de forma natural en el cuerpo, lo que conlleva a una acumulación de nitrito natural en la saliva. Esta acumulación de la saliva representa más de la mitad de todo el nitrito en el cuerpo. Por lo que sí fuese muy perjudicial para la salud, el simple hecho espontáneo de tragar la saliva supondría un riesgo inminente para la generación de cáncer (Bloomer, 2010).

Otros estudios han correlacionado el consumo excesivo de nitratos con un aumento en el riesgo de muerte fetal, aumento en el riesgo de malformación congénita, una tendencia hacia el crecimiento de la glándula tiroidea, y una temprana aparición de hipertensión arterial. Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado sobre estos tópicos y algunos de ellos no

están estructurados metodológicamente. Dando como resultado poca validez para que puedan sostenerse sobre una base lógica y científicamente documentada (L'Hirondel, s.f).

Se necesita una dosis de nitratos elevada para poder generar intoxicaciones agudas, tanto en animales como en seres humanos adultos, sin embargo, en niños, específicamente en los de corta edad, es suficiente cantidades mínimas para desencadenar trastornos graves (Bescós, 2011). Por lo que es necesario tomar las medidas preventivas en la preparación de pajas para evitar la metahemoglobinemia.

C. Importancia del uso de nitratos en el deporte

Actualmente, estudios evidencian que un abordaje de suplementación dietética con nitrato podría afectar la fisiología del ejercicio. En un estudio se demostró inicialmente que tres días de suplementación de nitrato de sodio (0,1 mmol / kg /día) podía reducir la presión arterial en reposo y el consumo de O₂ de un ciclo de ejercicio máximo (Jones, 2011).

Hamilton evidencia otro estudio similar que fue realizado por científicos suecos, decidieron investigar el efecto sobre el ejercicio submáximo de dar nitrato como un suplemento (nitrato sódico). En el estudio, controlado con placebo, nueve jóvenes sanos hombres bien entrenados hicieron una serie de pruebas de trabajo submáximas y máximas en cicloergómetro, posterior a dos diferentes períodos de tres días de duración de suplementación dietética. En uno de estos períodos de tres días, se les dio nitrato de sodio a una dosis de 0.1 milimoles por kilogramo de peso corporal por día, esto equivale a aproximadamente 500mg de nitrato verdadero y que puede ser adquirido a través del consumo de una dieta rica en vegetales. El otro periodo se caracterizó por recibir la misma cantidad de cloruro de sodio, es decir sal de mesa que fue el placebo.

Lo que encontraron los investigadores fue que el costo de oxígeno a niveles sub-máximos de ejercicio se redujo significativamente posterior a la suplementación de nitrato en comparación con el placebo. Es decir que el uso de oxígeno fue más eficiente. La eficiencia de oxígeno ascendió de 19.7 a 21.1%. Lo que sucedió fue después de la suplementación de nitrato requirió menos oxígeno para hacer el ejercicio que cuando no se la tomó. Es importante mencionar que el ahorro de oxígeno no aumentó la producción de lactato, por lo que se puede decir que la producción de energía fue más eficiente.

Continuando con la idea del autor, un aumento de 1.5% en la eficiencia de oxígeno no es una gran diferencia, sin embargo, equivale a una ventaja potencialmente importante en las competencias, especialmente cuando los mejores deportistas los separa una diferencia del 1%.

Además de la fatiga, cualquier atleta de alta resistencia sabe lo que limita su potencia máxima y es la cantidad de oxígeno que puede ser transportado por los músculos activos. Cabe mencionar que en general, la captación máxima de oxígeno es limitado, sin embargo, el poco oxígeno captado es utilizado de manera más eficiente. Es por ello que el deportista podrá mantener altos niveles de energía antes de que aparezca la fatiga.

Ahora bien, Bielfield & *et. al* 2004 en otro estudio encontraron que el aumento de la biodisponibilidad de NO a través de la suplementación de la dieta con un alimento natural (rica en nitratos) como el jugo de remolacha, puede reducir la presión arterial en reposo y el consumo de O₂ del ejercicio y mejorar el rendimiento durante la actividad deportiva.

En un estudio sobre este tema, del mismo autor se encontró que en los 4-6 días de la suplementación dietética de nitrato (0.5 L de zumo de remolacha por día que contiene nitrato aproximadamente 6 mmol) redujo el costo de O₂ en un ciclo máximo de ejercicio en un 5% y aumento el tiempo para llegar al agotamiento en el ciclismo de alta intensidad en un 16%. Los efectos encontrados fueron de vital relevancia, debido a que el consumo de O₂ en el ejercicio máximo tiene valores fijos.

Para analizar los efectos del nitrato en el cuerpo se utilizó ³¹P-espectroscopia de resonancia magnética, con el fin de determinar las bases mecánicas de la disminución de consumo de O₂ en el ejercicio. Básicamente lo que se encontró fue que la suplementación de nitrato contribuyó a la reducción de absorción pulmonar de O₂ y generó una reducción metabólica muscular. Esto permitió que se llevara a cabo un ejercicio de alta intensidad y que se viera reflejado en la continua extensión de rodilla durante un tiempo de actividad significativamente prolongado.

Estos resultados relacionan que la reducción de consumo de O₂ en el ejercicio tras el nitrato dietético tiene una relación directa con una reducción en el costo de ATP en la producción de fuerza muscular. También es importante mencionar que también la suplementación de nitrato mejora la eficiencia mitocondrial.

La suplementación con nitrato tiene varios efectos positivos en el costo de O₂, ya que para rendir 2.5 horas de entrenamiento es necesario el consumo aproximado de 6 mmol de nitrato en forma de bolo. Este efecto puede mantenerse durante al menos 15 días si la ingesta continúa en la misma diaria.

Según un estudio documentado por Hamilton, el jugo de remolacha también contiene otros compuestos de nitrato que también puede estar bioactivos, es por ello que en otro estudio se utilizó un jugo de remolacha empobrecido en nitratos a manera de placebo y se encontró que el nitrato del jugo de remolacha utilizado no tenía los efectos fisiológicos deseados, mientras que un jugo rico en remolacha contenía mayor cantidad de nitratos y efectivamente reducía el consumo de O₂ tanto al caminar como al correr.

Esto evidencia una prolongación en el tiempo de agotamiento en un 15%. Los resultados confirman que es el nitrato un componente clave bioactivo que forma parte del zumo de remolacha. Es importante mencionar que no se puede descartar que otros componentes, tales como antioxidantes y polifenoles actúan de forma sinérgica para facilitar la bioconversión de nitrato a NO.

Otro estudio realizado y documentado por Bailey & *et. al* 2010 evidenció la influencia de la suplementación de nitrato en la dieta sobre un recorrido de 4 km y 16.1 km contrarreloj en el rendimiento competitivo de ciclistas. Este estudio encontró que los ciclistas fueron capaces de producir una potencia de salida superior sobre la tasa de absorción pulmonar de oxígeno, resultando en una reducción del 2.7% en el tiempo para completar ambas distancias.

En la Universidad de Exeter; Jones, 2011 investigó directamente los efectos de dar jugo de remolacha en el ejercicio moderado y de alta intensidad durante una prueba progresiva de ciclismo. En el estudio, los sujetos consumieron 500 ml de jugo de remolacha por día, que es equivalente a 700mg de nitrato de origen natural, para la prueba; mientras que para la condición de control (placebo) bebían la misma cantidad de remolacha pero con una concentración de nitrato insignificante.

El estudio incluyó ocho participantes, de los cuales, unos consumieron jugo de remolacha y otros placebo en un tiempo de seis días consecutivos. En los primeros tres días de este periodo se complementó una serie escalonada de ejercicios que iba de intensidad moderada a severa en una bicicleta. En el cuarto día de la suplementación, los sujetos completaron dos ejercicios de ciclismo moderado, mientras que en los días cinco y seis, los sujetos realizaron ciclismo moderado y un episodio de ciclismo intenso. En la prueba de ciclismo intenso, la carga se incrementó en 30 vatios por minuto hasta que el sujeto no podía continuar por mucho tiempo.

Posterior a este período de seis días, los sujetos fueron sometidos a un período de diez días de 'lavado' en el que no consumieron ni jugo de remolacha ni placebo. Posterior a ello se invirtió el protocolo, ya que los participantes que habían tomado placebo ahora tomaron jugo de

remolacha y viceversa. En este tiempo, todos los sujetos se abstuvieron de comer cualquier alimento alto de nitrato para asegurar que las diferencias se debieron al jugo de remolacha.

Los resultados evidenciaron que al ir aumentando la intensidad del ejercicio, la demanda extra de oxígeno para proporcionar un aumento en la potencia se acrecentó más lentamente en los deportistas que tomaron jugo de remolacha. Asimismo, el tiempo de agotamiento en la prueba de alta intensidad se extendió de forma significativa al consumir jugo de remolacha en comparación con placebo. Aproximadamente 675 segundos comparado con 583 segundos, generando un incremento del 16%.

El retraso en el sistema de suministro de oxígeno aeróbico, mientras cubría la demanda de de oxígeno, se redujo en un 0.2 L por minuto en la prueba de alta intensidad al tomar jugo de remolacha. Esto indica que el sistema aeróbico fue más eficiente en conseguir una velocidad máxima durante el ejercicio intenso. Un aspecto positivo que también produjo la experimentación fue que los jóvenes aunque no evidenciaban presión arterial alta, al ingerir el jugo de remolacha experimentaron una reducción en la presión arterial sistólica (Jones, 2011).

1. Suplementos deportivos. En términos generales un suplemento es un producto destinado para incrementar la ingesta dietética habitual, lo que hace es que incorpora nutrientes en la dieta de las personas sanas que, no necesariamente presentan patologías que le afecten, evidencian un aumento en los requerimientos básicos. Algunos aportan sólo nutrientes, como carbohidratos, proteínas, vitaminas o minerales. Otros pueden contener fármacos que actúan a diferentes niveles, con el fin de lograr los resultados deseados según Janezic, et.al.

Es importante mencionar que no todos los deportistas necesitan suplementar su dieta. El mismo suplemento puede ser beneficioso en determinadas actividades y en otras no. Hay diferentes tipos de suplementos que deben ser utilizados con base a las necesidades puntuales de cada deportista en un momento dado (Janezic&et. al, s.f).

Existen varias formas de categorizar a los suplementos, según los mismos autores. De acuerdo a su modo de acción, se puede clasificar como aumentador de masa muscular y/o fuerza, resistencia y recuperadores. En la primera categoría se puede mencionar la creatina, productos con alto contenido en proteína, diferentes tipos de aminoácidos y todos los que generen efectos anabólicos, de los cuales pueden estar prohibidos.

Los suplementos que se encargan de aumentar la resistencia y la energía son aquellos que evidencian concentraciones significativas de hidratos de carbono y también a los que son llamados energéticos no calóricos como la cafeína, efedrina, guaraná, ginseng, etc. Dentro de los recuperadores se encuentran las bebidas deportivas, los hiperhidrocarbonados, vitaminas del complejo B y a los aminoácidos.

De igual forma, se pueden dividir en base a su momento de uso: antes, durante o después de la actividad. Se considera que esta división se utiliza únicamente en actividades prolongadas. Por lo que el nutriente significativo serán los carbohidratos. Es por ello necesario priorizar la incorporación de agua y algunos minerales a la suplementación. Los suplementos que se encuentran en esta división son las bebidas deportivas que se pueden consumir antes, durante y después del entrenamiento y los geles de carbohidratos (Janezic & *et. al* , s.f).

Dentro de los suplementos deportivos, según Bloomer 2010, existen algunos agentes farmacéuticos que se han utilizado para incrementar la biosíntesis del óxido nítrico o ya sea para mantener el óxido nítrico, promoviendo por último la vasodilatación. Los agentes incluyen los nitratos transdérmicos y sublinguales, que comúnmente son utilizados por pacientes con enfermedades cardíacas; la L-arginina intravenosa y oral y la propionil-L-carnitina intravenosa, que es utilizada por pacientes con enfermedad vascular periférica.

La L-arginina es el ingrediente principal que se presenta en la mayoría de los suplementos dietéticos que estimulan el óxido nítrico. Se puede presentar en una variedad de formas y en general se recomienda una dosis de 3 gramos por porción. El suplemento de L-arginina se basa en los estudios que han utilizado L-arginina intravenosa, con una dosis de 20 a 30 gr (Bloomer, 2010).

Este compuesto es el precursor de la biosíntesis del óxido nítrico y se asocia con una mejor vasodilatación. No obstante, la vía de administración en los diferentes estudios realizados han sido a través de inyecciones intravenosas y no por vía oral. Algunos estudios incluyen comparaciones entre L-arginina intravenosa y oral, en el cual evidencian que no hay efectos de la L-arginina oral en la vasodilatación. Esto se le puede atribuir a una variación sobre la biodisponibilidad oral de la L-arginina, posiblemente dado a que el consumo de L-arginina oral se ve dificultado por la eliminación causada por la actividad de arginasa en el intestino según Bloomer 2010.

Según lo anterior, se ha demostrado que la citrulina, precursora de la L-arginina, es inclusive más efectiva que la L-arginina para incrementar las concentraciones plasmáticas de L-arginina y la señalización asociada dependiente del óxido nítrico.

Bloomer 2010 ha documentado que algunos estudios argumentan que el consumo oral de L-arginina en dosis que varían de 10 a 20 gr no manifiesta ningún beneficio del aminoácido en relación a un incremento de los niveles circulantes de óxido nítrico o la mejora del flujo sanguíneo. Asimismo, es importante mencionar que en otros estudios se ha reportado un sabor desagradable, acompañado de dolor gástrico con una dosis oral de únicamente 10 gramos por día.

Por lo anterior; Bloomer, 2010 en otro estudio reciente halló que una dosis oral de 15 gr de L-arginina podría mejorar la disfunción endotelial (medición que se hace para medir la capacidad de reacción de los vasos sanguíneos), posterior a una ingesta de comida alta en grasas.

Esto no significa que el flujo sanguíneo se haya incrementado, únicamente señala que disminuyó en menor grado en comparación con el momento en que a los sujetos se les suministró el placebo, después de la ingesta de una comida alta en grasas. Esto mismo, tiene relación con otro estudio anterior en el cual se utilizó una dosis de 6 gramos por día de L-arginina durante 10 días antes de una comida alta en grasas.

Bloomer 2010 analizó y definió que ninguno de estos estudios incluyó mediciones de los niveles de óxido nítrico, por lo que no se pudo correlacionar que, efectivamente se lograra un aumento o disminución en los niveles de óxido nítrico. Se tiene la idea que los niveles de óxido nítrico se incrementan con una dosis relativamente baja de L-arginina que equivale a 3g por porción y que es suministrada en la mayoría de los suplementos que se pueden encontrar en el mercado.

Por ello se piensa que a pesar que es una dosis tan baja, es poca la probabilidad que el consumo por vía oral tenga algún impacto sobre el óxido nítrico. Todo esto es porque un estudio reciente que utilizó 3 gr por día de L-arginina no halló ningún incremento en la disponibilidad de óxido nítrico si no que se observó una reducción en el tiempo de ejercicio hasta el agotamiento en una muestra que presentaban enfermedad arterial periférica.

Con base en los estudios realizados, se ha considerado que la L-arginina puede no ser el componente limitante de la biosíntesis del óxido nítrico. Sin embargo, las enzimas óxido nítrico sintasas pueden ser muy importantes, por lo que se deduce que la L-arginina puede ser inútil si

las enzimas incluidas en la síntesis de óxido nítrico no están disponibles en la cantidad y en la actividad necesaria para impulsar la formación de la molécula.

En relación con lo mencionado anteriormente, se puede observar que no hay suficiente evidencia que respalde la efectividad de la L-arginina como estimulante del óxido nítrico cuando al ser suministrado de forma oral, en específico cuando es en una dosis baja. No obstante, algunos atletas afirman que si hay beneficios del uso de suplementaciones que estimulan el óxido nítrico.

Muchos productos en el contienen una variedad de ingredientes, además de varias formas de L-arginina (aminoácidos, creatina, beta-alanina, carbohidratos) que en verdad pueden tener un efecto positivo en la vasodilatación. Especialmente por el contenido de azúcar que puede ser responsable de algunos efectos, esto es porque la ingesta de azúcar puede dar como resultado un aumento repentino de insulina y esto puede dar como resultado una adecuada vasodilatación.

Otro suplemento que es utilizado para estos fines del cual, Bloomer 2010 también documenta es la propionil-L-carnitina (PLC). Este compuesto está bajo prescripción médica en Europa, debido a que es utilizada en el tratamiento de la claudicación intermitente. Estudios han demostrado que la infusión intravenosa de 6 gramos/día de propionil-L-carnitina podría incrementar los niveles de óxido nítrico en sangre.

Ahora bien, la glicina propionil-L-carnitina (GPLC) que es otro compuesto comúnmente utilizado, es una forma molecular enlazada de la propionil-L-carnitina y el aminoácido glicina. Este compuesto es actualmente vendido como un ingrediente o suplemento que se puede incluir en la dieta. En relación a este producto, se ha reportado que la ingesta oral de GPLC en una dosis de 4.5 gramos por día puede dar como resultado un incremento de los niveles plasmáticos de óxido nítrico. El análisis fue realizado a hombres entrenados en la fuerza luego de participar en una intervención de 4 semanas. Por ello, en la actualidad se puede encontrar la glicina propionil-L-carnitina como un ingrediente en muchos productos enfocados en nutrición deportiva que se encuentran en el mercado (Bloomer, 2010).

2. Empaques de suplementos deportivos. Históricamente, muy pocos fabricantes de bebidas deportivas o de bebidas en general han tomado decisiones de envasado con base a información científica. Se puede decir que el empaque es el recipiente que tiene contacto directo con el producto, con el fin de poder envasarlo y protegerlo, y llevar el producto hasta el consumidor final en óptimas condiciones.(Comunidad Valenciana, sf.)

Los fabricantes de las bebidas en general, suplementos deportivos, etc.se han centrado en un enfoque empírico al momento de envasar el producto y es el exceso de embalaje que los conduce al aumento de gastos. Varían los tipos de envases cuando se producen problemas de este tipo. (Comunidad Valenciana, sf.)

Un estudio en España muestra que los envases de plástico de Tereftalato de Polietileno (PET o PETE)son los más utilizados a la hora de comercializar cualquier tipo de bebidas con un 47% en este país; seguido por las latas con un 33% y las botellas de vidrio con un 14.5% (Comunidad Valenciana, sf.)

Además, la empresa “Ampcor Pet Packing” que es denominada como una de las mayores compañías de embalaje del mundo evidenció que se ha empezado a reemplazar el vidrio por los envases PET, según su reporte de anual del 2013.

Se muestra que la demanda por éste fue de 25%, mientras que el de metal, vidrio y otro tipo de fibra fue de 24%, el resto que es material para embalaje corresponde al 51%.Este cambio se debe principalmente al peso y los costos generados por las empresas de bebidas (Ampcor, 2013).

Las ventajas que poseen los envases PET es que provee de una mayor seguridad al producto, menor peso, menor costo, alta resistencia y tiene un menor impacto ambiental que el vidrio. Además que numerosas pruebas muestran un consenso científico que el PET no es tóxico y es un material seguro para el almacenamiento de alimentos y bebidas según el Instituto Internacional de Ciencias para la Vida por sus siglas en inglés “ILS” de Europa, 2000.

3. Suplementos deportivos a base de remolacha en el mercado.

Actualmente hay varios productos en el mercado que su uso está enfocado en el desempeño de los deportistas. Sin embargo, los naturales y que son utilizados a base de remolacha son bastante escasos y se podrían caracterizar por que aumentan la eficiencia de oxígeno que puede ir de 1.5% a 5% según los estudios mencionados anteriormente. Las más reconocidas a nivel mundial provienen de Inglaterra y de Australia.

La compañía inglesa que se enfocó en el desarrollo de jugo de remolacha para como suplemento en deportistas. Ofrecen diferentes presentaciones de la bebida de remolacha según la necesidad de la persona. El producto está compuesto de un 90% de remolacha y 10% de zumo de manzana (se utiliza para contrarrestar el sabor terroso que ofrece la remolacha de forma natural), está libre de fertilizantes artificiales y pesticidas (White, 2012).

Según Mellentin 2010, los productos que ofrecen son ricos en nitrato dietético natural que después de su ingesta junto con la interacción con enzimas de la saliva, se convierten en óxido nítrico y entran al sistema cardiovascular.

La industria inglesa comenzó con el suministro a los atletas de alto rendimiento, junto con la distribución a través de las tiendas de alimentos especializadas en salud. Es importante mencionar que comúnmente los nitratos artificiales han sido utilizados como un preservativo en las carnes procesadas, sin embargo en las verduras se generan altas concentraciones de forma natural (White, 2012).

Mellentin asegura que la empresa coopera con importantes proyectos de investigación relacionados con el poder del jugo de remolacha. Entre los proyectos que se puede mencionar el apoyo a la Universidad de Exeter en Ciencias del Deporte, con el profesor Andrew Jones sobre el trabajo de la eficiencia de oxígeno y la resistencia.

Otro producto hecho a base de remolacha, realizado por industria australiana. Es un jugo de remolacha con manzana y se caracteriza por no tener saborizantes artificiales, colorantes ni conservantes añadidos. La compañía recomienda el consumo de una botella de 200 ml cada día durante 3 días antes de un evento deportivo y en el día del evento, consumir una botella de 200 ml 3 horas antes para ayudar a impulsar la resistencia. La bebida inglesa está compuesta de un 90% de jugo de remolacha, jugo de manzana (10%) y ácido málico. A continuación se detalla el contenido nutricional que se puede encontrar en una botella de 200mL (Mellentin, 2010) (White, 2012).

Cuadro 5: Información nutricional de una botella de 200ml

	Cantidad por porción	Cantidad por 100mL
Energía	360 kJ	180kJ
Proteínas	3.2g	1.6g
Grasas totales	0.1g	0.1g
Grasa saturada	0g	0g
Carbohidratos	17.8g	8.9g
Azúcar	16.0g	8.0g
Sodio	280mg	140mg.
Potasio	360mg	180mg
Nitrato	260mg	130mg

Fuente: (Crowley, 2012)

*Una porción de bebida equivale a 200mL. Contenido neto de la botella: 200mL

La tabla evidencia la cantidad nutrientes que provee cada botella de 200mL de jugo de remolacha.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Formular una bebida a base de remolacha para deportistas de alto rendimiento con contenido significativo de nitratos y características sensoriales aceptadas.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de nitratos de remolachas promedio de los mercados cantonales de la ciudad de Guatemala.
2. Con base en el contenido de nitratos y al sabor. Realizar mezclas de jugos que permitan obtener un producto que aporte nitratos.
3. Evaluar la aceptabilidad sensorial con un panel sensorial de consumidores.

IV. JUSTIFICACIÓN

La remolacha es un vegetal que se produce en Guatemala en climas templados y fríos, a alturas comprendidas entre los 4,500 y 9,000 pies sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 23°C. Es por ello que se produce mayormente en San Lucas Sacatepéquez, Quetzaltenango, Totonicapán, Chimaltenango y el Quiché que mantienen estas condiciones durante casi toda época del año (Chinchilla, 1987). Económicamente hablando el precio de la remolacha promedio está aproximadamente de Q0.50 por unidad. Hay 1,467 fincas que cultivan la remolacha en Guatemala, de las cuales se puede obtener 90,484 de su producción en quintales según el censo realizado en 2004 según el Instituto Nacional de Estadísticas.

El consumo de remolacha tiene muchos beneficios para la salud, entre los cuales se puede mencionar que la prevención de malformaciones de nacimiento que se generan en el tubo neural (nervioso) y en el combate de enfermedades cardíacas y anemia. Esto se debe a su alto contenido de hierro, folatos y ácido fólico (Peterson, 2003). Asimismo, tiene un alto contenido de fibra, soluble e insoluble. Es importante mencionar que la fibra insoluble de la remolacha contribuye a mantener el tracto gastrointestinal en buenas condiciones, mientras que la fibra soluble conserva los niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados. Es un eficiente laxante por lo que combate el estreñimiento y problemas de hemorroides. Según Vásquez 2001 este vegetal también mejora la función hepática y elimina las infecciones en la vejiga urinaria.

La remolacha se caracteriza por tener un alto contenido de nitrato (NO_3), una sal que se transforma en dióxido de nitrógeno (NO_2) y que es de gran beneficio para el rendimiento físico de la comunidad deportiva. Esta misma molécula puede ser transformada en óxido nítrico, que al encontrarse en el torrente sanguíneo sirve como un potente vasodilatador (Oller, 2011). Por tal razón el consumo de remolacha como suplemento deportivo incrementa el flujo sanguíneo a través de la dilatación de los vasos sanguíneos del cuerpo, permitiendo que el oxígeno llegue a áreas donde es difícil su acceso. Todo esto conduce a una disminución en la captación de oxígeno, generando que el ejercicio sea menos agotador y exista un aumento en el rendimiento deportivo de forma natural (Lansley & *et. al*, 2011).

Alrededor del mundo existen dos suplementos deportivos a base de remolacha que se encuentran en el mercado. Un producto inglés y otro producto proveniente de una industria de alimentos australiana. Ambos jugos están desarrollados a base de remolacha y utilizan manzana verde para equilibrar su sabor. El producto australiano tiene presentaciones de 750 ml, 250 ml y 70 ml, mientras que el inglés tiene una única presentación de 200ml según la página de la empresa. Ambos productos son utilizados para mejorar el rendimiento de los deportistas.

Esta bebida hecha a base de remolacha es considerada como una bebida energética natural que no contiene ninguna sustancia o elemento prohibido por la Agencia Mundial Antidopaje. Las bebidas energéticas que son consideradas como dopaje contienen esteroides, estimulantes, analgésicos narcóticos, betabloqueantes y diuréticos agregados de forma artificial a las bebidas según Steiger 2008, elementos que no forman parte de la bebida de remolacha.

Actualmente en Guatemala no existe un producto similar y como hay un cultivo y producción constante de remolacha durante todo el año, podría ser una opción desarrollar un jugo a base de remolacha. De igual forma, el costo de su adquisición sería bajo, debido a las facilidades de cultivo y producción constante del vegetal. A largo plazo podría tener un impacto económico en el país, ya que sería el primer país latinoamericano que desarrollaría un producto deportivo para aumentar el rendimiento de manera natural usando la remolacha como base.

Cabe mencionar que contribuiría con el desarrollo del deporte en Guatemala, esto es porque es otra opción de suplemento que le permitiría al deportista aumentar su rendimiento de forma natural y a un bajo costo. Con base en lo anterior, el propósito de la investigación es desarrollar una bebida a base de remolacha para deportistas guatemaltecos de alto rendimiento además de determinar su aceptación como un beneficio que sirva de antecedente para una posible fabricación y comercialización a futuro del producto.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Fase I: determinación de nitratos de la remolacha

1. Enfoque, tipo y diseño

- Enfoque: cuantitativo
- Tipo: descriptivo
- Diseño: experimental

2. Ubicación

Laboratorio de Química de Alimentos que se encuentra ubicada en el edificio E-202 de la Universidad del Valle de Guatemala

3. Instrumentos

Cuadro de registro de lecturas realizadas en el espectrofotómetro UV, absorbancia y su concentración.

4. Materiales

a. Criterios de selección de la remolacha. La remolacha a utilizar se seleccionó con base a su apariencia y características generales, ésta fue seleccionada al azar en mercados cantonales de la ciudad capital. Los mercados cantonales donde se obtuvo la remolacha fueron seleccionados al azar con base a una lista enumerada de mercados de la Municipalidad de Guatemala. Para seleccionar aleatoriamente los mercados se utilizó la fórmula de “=aleatorio.entre(1,23)” en el programa de Microsoft Excel, ya que en la ciudad de Guatemala hay un total de 23 mercados. Cada número elegido correspondió al nombre de cada mercado a visitar. Los mercados se pueden ver en el anexo 2. Para el tamaño de la muestra se realizó un muestreo aleatorio simple, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Z= 1.96 al cuadrado (con seguridad del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (5%).

$$n = \frac{23 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (23 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95} = 18$$

La muestra final fue de 18 mercados, sin embargo sólo fue posible visitar tres debido al tiempo y costos de la investigación. Por lo que con el vegetal obtenido se formuló la bebida.

Entre las características que se tomaron en cuenta para la compra de la remolacha, fue que era de vital importancia que tuviera tallo y hojas al momento de comprarlas, ya que garantizaban que esta misma estuviera fresca. Particularmente que fueran grandes, color rojo-morado intenso y bien desarrolladas. Asimismo, que no tuvieran magulladuras, que evidenciaran tener una textura lisa sin grietas o tumores y que no poseyera algún signo de maduración con crecimiento de gusanos. Tanto las hojas como la remolacha no deben de poseer manchas negras o blancas ya que es signo de crecimiento de hongos.

Cuadro 6: Reactivos a utilizados en el procedimiento de detección de nitratos

Fase	
Extracción	Determinación química
Agua pura	Ácido salicílico
_____	Ácido Sulfúrico al 95-97%
_____	Hidróxido de sodio
_____	Nitrato de potasio

5. Equipo. El equipo se puede observar en el anexo 3.

6. Método. Se utilizó el método adaptado de extracción y determinación química de nitratos usando ácido salicílico de Cataldo.*et.al* de 1975 específico para vegetales que se encuentra en el anexo 3.

El proceso consistió en la extracción de compuesto y posteriormente de la determinación espectrofotométrica UV de la sustancia para identificar su concentración de nitratos.

Para su extracción se tomó una muestra de 500mg de remolacha para poder determinar de forma preliminar la cantidad de nitratos y se utilizó agua entre 90-95°C. La muestra fue colocada en tubos cerrados para ser sometidos a un baño de agua a 80°C. Posteriormente se centrifugó y se decantó el sobrenadante que es el que contiene el extracto de nitrato. Se realizaron varias pruebas donde se varió la temperatura (5°C y temperatura ambiente) a la cual se sometió la remolacha, cantidad de remolacha y el volumen de agua hasta obtener un volumen de 250ml con 6 mmol de nitratos (Bielfield & *et.al* 2004).

Para su determinación química fue necesario primeramente realizar una curva de calibración, para la cual se prepararon soluciones estándar utilizando nitrato de potasio en un rango de 0, 0.34, 0.67, 1.34, 2.68, 4.02, 5.36 y 6.7 mmol de nitratos. Posteriormente se preparó un reactivo de ácido salicílico diluido en ácido sulfúrico al 95-97% que fue el reactivo A y un reactivo de hidróxido de sodio diluido en agua pura que fue el reactivo B. Se agregó 0.8ml del reactivo A a 0.2ml de cada solución estándar y al extracto obtenido anteriormente, se mezcló bien y se dejó a temperatura ambiente durante 20 minutos; luego se le adicionó 19 ml del reactivo B. Las soluciones se tornaron de color amarillo y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se hicieron las lecturas de las soluciones patrón y del extracto a una absorbancia de 410nm en el espectrofotómetro. Se obtuvo así la curva de calibración con base a las soluciones patrón que son de vital importancia para determinar la cantidad de nitratos del extracto obtenido previamente y de los que se obtuvieron posteriormente. Cabe mencionar que cada prueba fue realizada en duplicado.

B. Fase II: Formulación de la bebida de remolacha e inocuidad del producto

1. Materiales

a. Ingredientes de la bebida a base de remolacha.

- Remolacha.
- Agua
- Jugo de manzana clarificado, comprado industrialmente.

- Sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.
- Edulcorante Splenda.

2. Equipo. En la elaboración de la bebida a base de remolacha se utilizaron utensilios de cocina que se detallaran continuación:

- Picheles
- Paletas
- Licuadora
- Cuchillo
- Vasos
- Tabla para picar
- Lava platos
- Redecillas
- Bata blanca
- Balanza

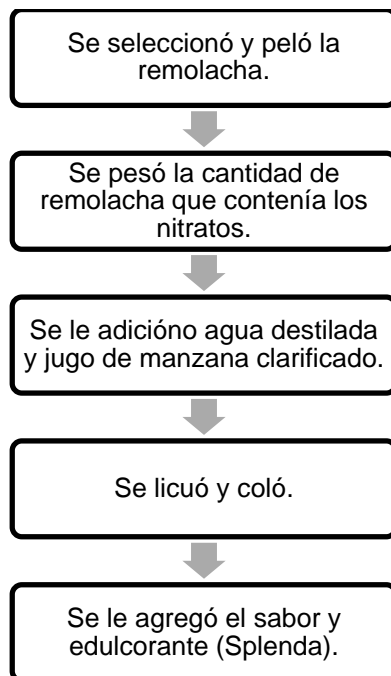
3. Enfoque, tipo y diseño del estudio

- Enfoque: cuantitativo
- Tipo: descriptivo
- Diseño: cualitativo

4. Ubicación. La elaboración de la bebida a base de remolacha se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos que se encuentra ubicada en el edificio E-102 de la Universidad del Valle de Guatemala.

5. Procedimiento. Con base en el contenido de nitratos determinado, se realizó una formulación en 250 ml variando los sabores (manzana, piña y rosa de jamaica) con el fin de enmascarar el sabor terroso de la remolacha. Asimismo contiene jugo de manzana clarificado y Splenda. El proceso se muestra a continuación.

Diagrama de flujo 1: Formulación de la bebida de remolacha.

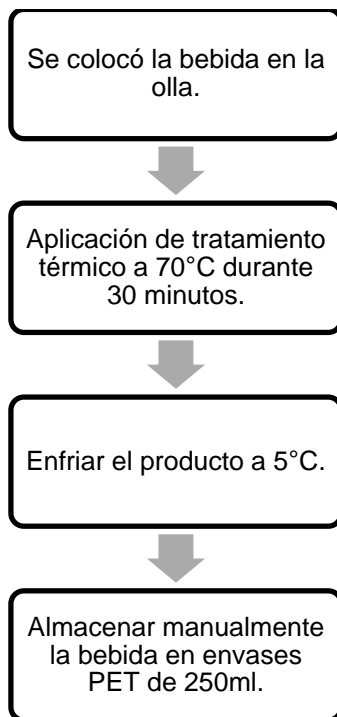


La cantidad exacta de remolacha utilizada para la formulación de la bebida se puede observar en el Cuadro 9 de resultados.

6. Inocuidad de la bebida

a. Pasteurización. La pasteurización se realizó posterior a la elaboración de la bebida y se realizó para prolongar la vida útil del jugo de remolacha, ya que elimina la posibilidad de daño microbiológico y reduce la actividad enzimática. La pasteurización se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos.

Diagrama de flujo 2: Procedimiento de pasteurización de la bebida de remolacha.



El choque térmico inhibe el crecimiento de los microorganismos que pudieran haber sobrevivido calor, de esta forma se garantiza que el consumo de la bebida no tenga algún efecto negativo en la salud del participante (Orrego 2003).

b. Envasado de la bebida. La bebida será almacenada en envases de polietileno de tereftalato(PET). Este empaque se caracteriza por proporcionar una mayor seguridad al producto y durabilidad; menor peso, costo e impacto ambiental que el de vidrio (Petainer, s.f). Esto mismo garantizó la conservación del jugo tras el proceso térmico sometido. Se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. Se limpió y desinfectó las mesas y demás superficies con jabón y luego con cloro. Los recipientes fueron lavados con agua y jabón. Al llenar los envases, se dejó un espacio vacío llamado espacio de cabeza, que equivale al 10% del tamaño interno del envase. De esta manera se aseguró un buen almacenamiento de la bebida. Finalmente el sellado se realizó colocando la tapa a presión y de forma manual (Orrego 2003).

C. Fase III: Evaluación sensorial de la bebida a base de remolacha

1. Lugar de realización. La preparación de la bebida a base de remolacha para el análisis sensorial se preparó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala y el análisis sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos (E-106) de la Universidad del Valle de Guatemala. Las pruebas sensoriales fueron supervisadas por la Licenciada Lucía Castellanos, directora del Departamento de Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala y la coinvestigadora Olga Violeta Romero Bobadilla.

2. Población. Para la investigación, se reclutó a deportistas de diferentes disciplinas, hombres y mujeres de los 14 años de edad y más que supieran hablar idioma español ya que es el idioma que se maneja con mayor facilidad. Este mismo grupo fue el utilizado por María Gabriela Heyligers Weber para comprobar el efecto del consumo del mismo jugo de remolacha a que se refiere esta investigación. De tal manera que el grupo elegido para probar sensorialmente la bebida a base de remolacha y el efecto del consumo en estos atletas sirvió para las dos diferentes investigaciones. El área de nutrición del departamento de Ciencias aplicadas al deporte de la CDAG llevó a cabo el reclutamiento de los participantes. Los participantes fueron deportistas de la CDAG, que les gusta el jugo de remolacha o hayan tenido interés en participar en el estudio. Se buscó obtener un número de 50 panelistas estrictamente voluntarios que hayan firmado el consentimiento informado. Los criterios para tomar únicamente a deportistas de la institución mencionada anteriormente es que es el grupo de consumidores de esta bebida de jugo de remolacha. Asimismo, por ser una prueba dirigida al consumidor y dirigida a un grupo específico, se tomó una muestra de 50 personas.

3. Instrumentos de medición

Los instrumentos utilizados para llevar a cabo el panel sensorial de la bebida a base de remolacha se detallan en los anexos 7 y 8.

Estos instrumentos son los siguientes:

- Consentimiento informado de participantes (ver anexo 4 y 5).
- Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica y encuesta de preferencia (ver anexo 8).

El plan para el reclutamiento de los participantes menores de edad consistió en brindarles un consentimiento informado a los padres o encargados para que aprueben su participación voluntaria en la prueba sensorial.

Si la persona era analfabeta, se le leyó el consentimiento informado y se le brindó una almohadilla para que colocara su huella digital si estaba de acuerdo con lo expresado en el consentimiento informado. Asimismo, en dado caso de algún evento adverso el participante se podía retirar del estudio tal como lo indica el consentimiento informado. La participación en esta prueba no conllevó ningún riesgo ni algún beneficio. A los participantes no se les solicitó ningún dato personal por lo tanto la prueba y el consentimiento informado fue confidencial, protegiendo la privacidad y las necesidades psico-sociales. Los datos de las boletas y el consentimiento informado utilizado para la prueba estarán almacenadas en el Departamento de Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, oficina E-211 por seis meses y luego serán destruidos. Únicamente podrán tener acceso a estas boletas el investigador principal y el coinvestigador.

4. Materiales. Los materiales que se utilizaron para el panel sensorial fueron los siguientes:

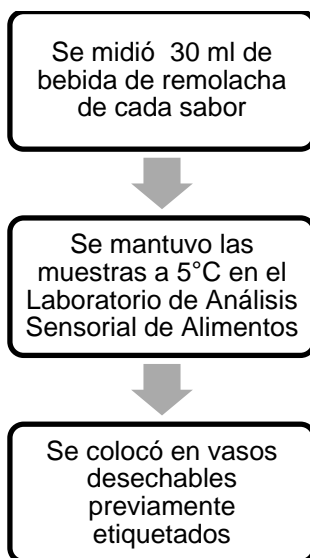
- Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica
- Servilletas
- Vasos desechables
- Lápices
- Picheles
- Bandejas
- Marcadores
- Redecilla
- Bata blanca
- Bebida a base de remolacha

5. Prueba de aceptabilidad con escala hedónica. Describe, compara y evalúa las características en las muestras de la bebida de remolacha. Se compararon las características de sabor, color, olor, consistencia y textura por medio de una escala hedónica de las tres variantes de sabor de la bebida realizada. A cada panelista se le presentó las tres muestras y se explicó que estas muestras les serían de utilidad para completar ésta prueba y la siguiente.

Se les solicitó que calificaran con base a los atributos antes mencionados, utilizando un puntaje de 1 a 9. Siendo 1: me disgusta muchísimo y 9: me gusta muchísimo.

a. Preparación de las muestras. Con el contenido de nitratos establecido se prepararon tres formulaciones, las tres se caracterizaron por estar preparadas con remolacha, jugo de manzana concentrado y rehidratado obtenido de supermercados y Splenda. Adicionalmente se les agregó a sabor a piña, manzana y rosa de Jamaica en base a la cantidad de nitratos determinada. El diagrama de cómo se prepararon las muestras se muestra a continuación.

Diagrama de flujo 3: Preparación de las muestras para el análisis sensorial.



b. Presentación de las muestras. Cada muestra se presentó en una bandeja con un vaso desechable y la muestra de 30ml a 5°C identificada con números aleatorios de tres dígitos, pichel de agua pura, vaso desechable para el agua pura, servilletas, boleta y un lápiz. La codificación con números aleatorios se puede ver en el anexo7.

6. Encuesta sobre la preferencia de sabor. Los panelistas que también eran el grupo consumidor de la bebida, se les solicitó que pudieran seleccionar la bebida que más les agradara para sondear el sabor de la bebida que el grupo consumiría. Esta encuesta se realizó al finalizar la prueba de aceptabilidad con escala hedónica, por lo que se les solicitó al grupo consumidor que colocara el código de la bebida que más les gustó.

a. Preparación de la encuesta. Después de completar la prueba de aceptabilidad con escala hedónica, se solicitó a los participantes que completaran la encuesta de preferencia. Se realizó de esa forma debido a que la boleta tenía también la encuesta.

b. Presentación de la encuesta. Para la resolución de la encuesta, únicamente se aseguró que el grupo consumidor tuviera su encuesta y lápiz con punta.

7. Análisis estadístico

a. Determinación de nitratos en remolacha. La información fue codificada a través de la realización de una curva de calibración de las soluciones de concentración conocida. Se realizó una regresión lineal simple para poder determinar la concentración de las soluciones de nitratos elaboradas.

b. Evaluación sensorial. En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica se tomó como guía un promedio mayor de 6.5 puntos para observar aceptabilidad en las tres variantes de sabor y se utilizó ANOVA de un factor en Excel con base en los atributos de apariencia, color, sabor, consistencia y color para cada sabor de muestra. Se tomó como significativo un valor $p < 0.05$ y comprobarse con el estadístico F. Si el $F > F$ crítico significa que hay diferencia significativa. Las hipótesis para cada atributo son las siguientes:

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

H_0 : El promedio de la apariencia de las bebidas de remolacha no es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

H_1 : El promedio de la apariencia de las bebidas de remolacha es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

H_0 : El promedio del color de las bebidas de remolacha no es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

H_1 : El promedio del color de las bebidas de remolacha es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

H_0 : El promedio del sabor de las bebidas de remolacha no es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

H_1 : El promedio del sabor de las bebidas de remolacha es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

H_0 : El promedio de la consistencia de las bebidas de remolacha no es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

H_1 : El promedio de la consistencia de las bebidas de remolacha es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

H_0 : El promedio del olor de las bebidas de remolacha no es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

H_1 : El promedio del olor de las bebidas de remolacha es igual para los tres sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

En la encuesta de preferencia se realizó una estadística descriptiva con porcentajes de la totalidad de participantes que eligieron cada sabor de bebida. Es importante mencionar que esta encuesta tiene la característica de tener una pregunta cerrada, ya que al grupo consumidor se le brindó una serie de tres opciones (sabores) para que escogiera una como respuesta (Ocins, s.f).

8. Viabilidad

a. Recursos Humanos

- Olga Violeta Romero Bobadilla (estudiante)
- Asesor: Licenciada Ana Silvia Colmenares (Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos de la UVG)
- Revisor: Licenciada Lucía Castellanos (UVG)

VI. RESULTADOS

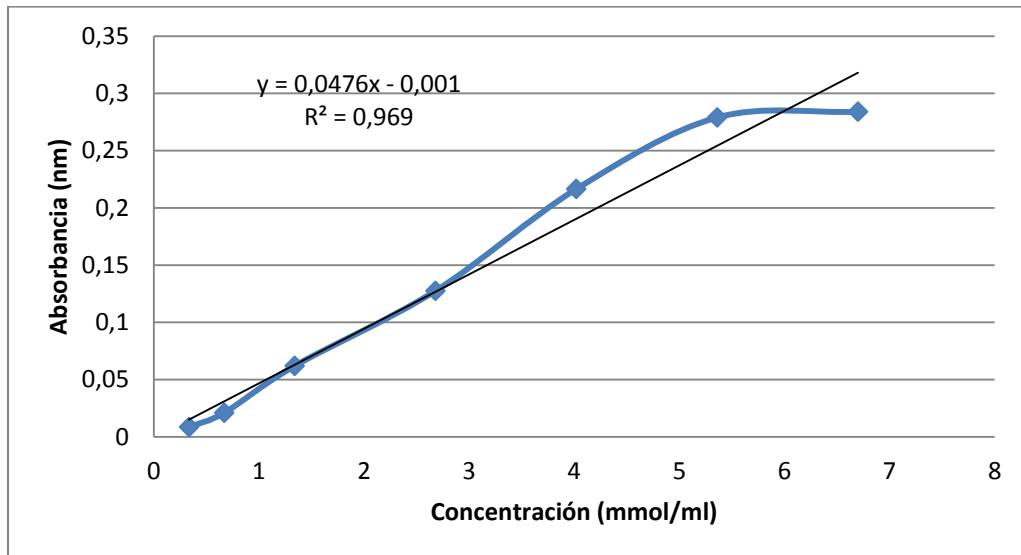
Con base a la metodología planteada y la teoría descrita en el marco teórico a continuación se presentan los resultados de cada fase para poder cubrir los objetivos planteados.

A. Fase I: Determinación de nitratos de la remolacha

Con el propósito de realizar una bebida a base de remolacha con contenido significativo de nitratos se procedió a utilizar el método de detección de nitratos con base a la detección en ácido salicílico. A continuación se presenta la Gráfica 1, la cual muestra la curva de calibración de nitratos. Se calculó la recta de regresión de absorbancia (y) versus concentración de nitratos en mmol/ml, obteniendo la siguiente ecuación:

$$Y = 0.0476x - 0.001$$

Gráfica 1: Curva de calibración de nitratos



Se calculó la concentración de nitratos de la muestra en mmol/ml directamente de la recta de regresión, despejando la ecuación para (x) y sustituyendo en el valor de (y) la absorbancia de la muestra.

$$x = \frac{y + 0.001}{0.0476}$$

Se realizaron varias pruebas para detectar la cantidad de nitratos en la remolacha ya que variaban según su dilución y mezcla con jugo de manzana clarificado comprado industrialmente y agua. La proporción de jugo de manzana clarificado y agua utilizada se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 7: Resultados del contenido de nitratos en 5 ml de agua en diferentes extractos de remolacha.

Extracto (g) ± 0.05	Absorbancia promedio (nm) ± 0.005	Concentración de NO ₃ (mmol/5ml)
0.5	0.05	1.07 \pm 0.98
1.0	0.15	3.17 \pm 0.33
1.5	0.197	4.16 \pm 0.25
2.0	0.195	4.12 \pm 0.26
2.5	0.221	4.67 \pm 0.23

En el cuadro se puede observar que mientras va aumentando el peso del extracto de la remolacha, también aumenta la absorbancia por lo que la concentración de nitratos es mayor.

B. Fase II: Formulación de la bebida de remolacha

Durante esta fase se hicieron una serie de pruebas para poder determinar la cantidad de 6 mmol de nitratos en 250ml. Inicialmente se determinó únicamente la cantidad de nitratos en la remolacha. Una vez medido la cantidad de remolacha se le adicionó jugo clarificado de manzana, edulcorante y saborizante como se puede observar en el Cuadro9.

Cuadro 8: Determinación de mmol de nitratos con base a diferentes extractos

Extracto (g) ± 0.05	Absorbancia (nm) ± 0.005	Concentración (mmol/250ml)
20.00	0.086	3.83 \pm 0.57
30.00	0.305	6.43 \pm 0.16

Cuadro 9: Formulación final de la bebida a base de remolacha llevada a un volumen de 250ml.

Extracto (g) ± 0.05	Jugo clarificado de manzana (ml) ± 0.50	Agua (ml) ± 0.50	Saborizante (g) ± 0.05	Edulcorante (Splenda) (g) ± 0.05	Grados Brix
30.0	187.5 (75%)	62.5 (25%)	0.5	1.0g	2.5°

Este cuadro muestra la formulación final de la bebida de remolacha en donde los 30.0 gramos de extracto proporcionan 6.24 mmol de nitrato en 250 ml. La cual se eligió por ser un valor cercano a los 6 mmol que son necesarios para aumentar el rendimiento en los deportistas

(Bielfield & *et.al* 2004). Además que se obtuvo el valor de 2.5°Brix que equivale a 6 gramos de sacarosa y en una bebida deportiva se recomienda que sea un valor menor a 2.5g por cada 100ml, por lo que se obtiene 2.4 gramos por cada 100ml en esta bebida de remolacha (Merced & Merced, 2010).

Cuadro 10: Determinación de nitratos de formulación final de la bebida de remolacha

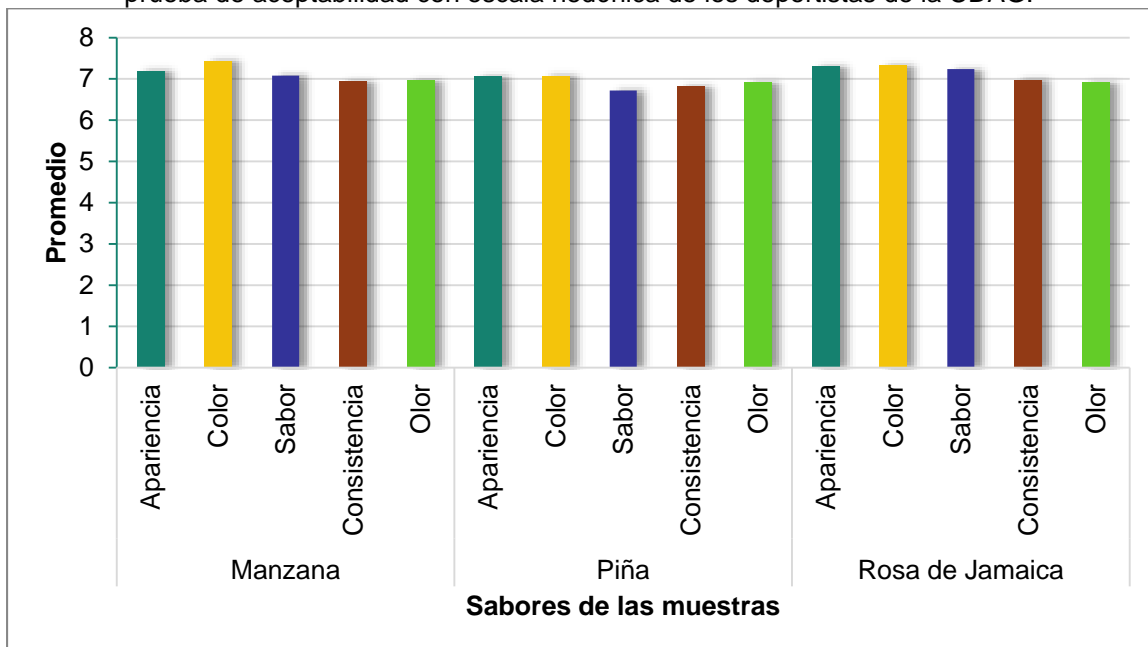
Bebida final(ml) ± 0.50	Absorbancia promedio (nm) ± 0.005	Aporte/porción de nitratos (mmol/ 250ml)
250	0.296	6.24 \pm 0.18 (386mg)

Se tomó como una porción a la bebida de 250ml realizada, en la cual cada porción aporta 6.0 mmol de nitratos y que fueron detectados a través del método en ácido salicílico.

C. Fase III: Evaluación sensorial del producto final

La evaluación sensorial se realizó en la Universidad del Valle de Guatemala, en el laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos, donde se entrevistaron a un total de 50 deportistas de la CDAG de diferentes disciplinas. Se realizaron una prueba sensorial de aceptabilidad con escala hedónica y una encuesta de preferencia.

Gráfico 2: Promedio de los atributos para cada variante de sabor de la bebida de remolacha de la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de los deportistas de la CDAG.

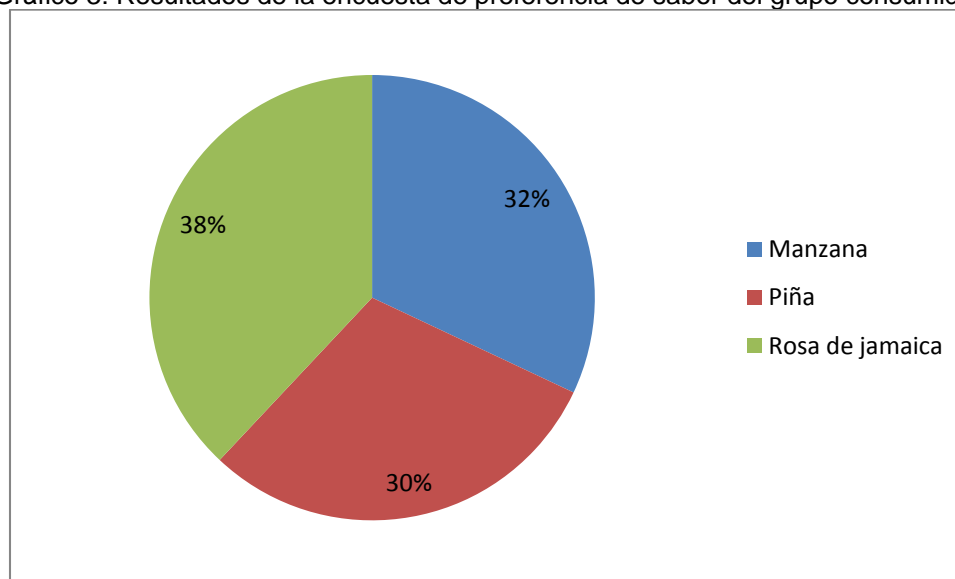


Cuadro 11: Análisis estadístico ANOVA de los atributos de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Atributo	Valor F	Probabilidad	F crítico
Apariencia	0.22	0.80	3.06
Color	0.67	0.52	3.06
Sabor	0.68	0.51	3.07
Consistencia	0.10	0.91	3.05
Olor	0.01	0.99	3.06

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica se evidencia las tres variaciones del sabor de la bebida de remolacha en cuanto a los atributos de apariencia, color, sabor, consistencia y olor. En el Gráfico 2 se puede observar que el promedio de los atributos para cada variante de sabor es mayor a 6.5 por lo que, los tres sabores de bebidas son igualmente aceptadas y esto mismo se comprueba a través de su análisis estadístico donde se utilizó como un resultado significativo $p < 0.05$ y confirmado con $F > F$ crítico. Se determinó que para cada atributo entre los diferentes sabores no hay diferencia significativa por lo que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa para cada atributo. En el anexo 6 se puede observar el análisis ANOVA completo de cada atributo.

Gráfico 3: Resultados de la encuesta de preferencia de sabor del grupo consumidor.



En la encuesta de preferencia únicamente se realizó una estadística descriptiva en donde se puede observar que los porcentajes son similares por lo que el grupo de consumidores mostró igual preferencia por los tres variantes de sabores de bebida de remolacha.

Al obtener la bebida, se realizó el etiquetado nutricional de la bebida de remolacha con base en la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica del INCAP.

Cuadro 12: Etiquetado nutricional del producto final.

Tamaño de la porción	250ml			
Porciones por envase	1			
Cantidad por porción				
Calorías	103	%Valor Diario	Calorías de grasa	0
Grasa total	0	0%		
Colesterol	0	0%		
Sodio	23.4mg	1%		
Carbohidratos total	48.1 g	16%		
Fibra dietética total	0.84g	3%		
Azúcar	6.0g			
Proteína	0.5g			
Calcio	4.8mg	0.50%		
Vitamina C	1.5mg	2.50%		
Magnesio	6.9 mg	2%		

VII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de la investigación fue poder formular una bebida a base de remolacha para deportistas de alto rendimiento con contenido significativo de nitratos y características sensoriales aceptadas. Para ello fue necesario realizar varias pruebas, tanto para determinar la cantidad de nitratos como para tener una aceptación sensorial de los deportistas.

Inicialmente se determinó la cantidad de nitratos en pequeños extractos de remolacha a través del método del ácido salicílico. De esta forma se podía tener una aproximación de la cantidad de nitratos que se puede encontrar en diferentes pesos. Se dice que fue una aproximación ya que la cantidad de nitratos varía según las características del suelo donde fue cosechado. Es por ello que se hicieron diferentes pruebas con remolachas provenientes de tres diferentes mercados cantonales de Guatemala que fueron el “Santa Fe” de zona 13, “Roosevelt” en zona 11 y “La Parroquia en zona 6”, de los cuales la remolacha provenía de diferentes lugares del país: San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango y Antigua Guatemala.

De esta manera, se pudo obtener un promedio de que en 30.00g de remolacha se puede obtener 6.24mmol en promedio de nitratos, siendo éste un resultado aceptado, ya que se buscaba un valor de 6.0mmol (Bielfield & *et.al*/ 2004). Cabe mencionar que el contenido de nitratos proveniente de las hortalizas como la remolacha supera los efectos beneficiosos del consumo de estos alimentos sobre el riesgo potencial para la salud humana (Antón, 2010).

Se hicieron diferentes pruebas para poder formular la bebida, entre las cuales destaca el uso del extractor y licuado de la remolacha. Primeramente fue descartado el uso del extractor debido a que se obtenía muy poco de producto final, lo que no permitía que se pudiera realizar adecuadamente la bebida.

En ambos procesos se utilizó una solución de agua y remolacha en una temperatura de 90-95°C. Cuando se utilizan altas temperaturas en un vegetal se sabe que se eliminan muchas propiedades nutricionales, específicamente vitaminas y minerales, además que se modifican características sensoriales de la remolacha. Por lo anterior, al extraer los nitratos en temperaturas muy altas, formular el producto y posteriormente ser sometido a un proceso de pasteurización su pérdida nutricional sería aún mayor. Es por ello que se realizaron pruebas para extraer los nitratos a temperatura ambiente y a 5°C utilizando la licuadora, por lo que el método

del ácido salicílico también logró determinar químicamente los nitratos, variando estos factores (ver resultados en anexo 1).

La base de la formulación de la bebida consistió únicamente en licuar la remolacha cruda y pelada a temperatura ambiente con un aporte de nitratos de 386mg/250ml. Siendo esta la presentación final del producto. Al no ser una bebida rehidrante se buscó el volumen mínimo de un envase PET, para que el deportista pueda consumir al menos el 50% de su requerimiento de una bebida rehidratante al inicio de una sesión de entrenamiento y conforme avance la sesión pueda consumir el resto en cantidades de 200-250ml cada 15 a 20 minutos hasta completar .1.5 litros de bebida que se necesita para mantenerse hidratado en una sesión de entrenamiento fuerte (Urtampilleta &et. al, 2013).

Es importante mencionar que se había pensado inicialmente formular dos diferentes bebidas. La primera con una mezcla de manzana y la otra con piña. Sin embargo el sabor terroso de la remolacha persistía, por lo que a pesar de haber realizado pruebas para poder obtener la cantidad de nitratos necesarios con estas mezclas, fue imposible poder eliminar el sabor mencionado.

Con base a lo anterior se decidió realizar varias pruebas utilizando jugo de manzana clarificado, también llamado como jugo de manzana concentrado y rehidratado. Esto se hizo con el fin de poder eliminar el sabor no deseado. Realizando así pruebas, hasta obtener la formulación final que se muestra en el cuadro 9, detectando 6.24mmol/ml en promedio de nitratos por cada bebida de 250ml.

Básicamente el jugo de manzana cubrió el sabor terroso, pudiendo así poder agregar el saborizante de elección. Se adicionó saborizante en polvo, ya que de esta forma se podía garantizar que la concentración de nitratos obtenida no se viese afectado por algún cambio en la concentración final de la bebida.

Los saborizantes que se utilizaron fueron manzana y piña, sin embargo se pensó en agregar otro sabor por la asociación que se puede realizar entre el color y el sabor de la bebida. Con base en ello, se realizó una tercera muestra que fue la de rosa de Jamaica. Adicionalmente en las tres muestras fue necesario agregarle un gramo de edulcorante para poder llegar al sabor deseado. El edulcorante seleccionado fue Splenda, ya que éste al estar compuesto por

sucralosa hace que el mismo sea termoestable, siendo esta una característica deseada debido a que el producto final fue pasteurizado para poder realizar el panel sensorial.

Se sabe que al pasteurizar un producto se alteran tanto las características sensoriales como las nutricionales mencionadas, es por ello que se realizó la evaluación sensorial para poder asegurarse que a través de este proceso no se perdieran las características sensoriales que ya se habían logrado. Tras la realización de dos pruebas se pudo determinar que las características sensoriales obtenidas al inicio persistían, por lo que no fue necesario adicionarle algún ingrediente extra. Cabe mencionar que no se enfocó en la elaboración de un producto altamente nutritivo, ya que el fin de la investigación es poder elaborar una bebida aceptada por los consumidores y con un aporte de nitratos significativo.

En análisis sensorial de las muestras fue realizado con una muestra de 50 deportistas practicantes de diferentes disciplinas y pertenecientes a la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala.

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica se pudo observar que en cuanto a los atributos de apariencia, color, sabor, consistencia y olor de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica no hubo diferencia significativa entre ellos, ya que el análisis ANOVA indica una probabilidad menor a 0.05 en todos los casos. Además, el promedio de los atributos de las bebidas de remolacha es mayor a 6.5 puntos por lo que se dice que las tres variaciones de sabores de bebidas son igualmente aceptadas en cuanto a los atributos analizados.

Respecto a la encuesta de preferencia se pudo observar que los porcentajes de cada sabor fueron similares, por lo que el grupo de consumidores mostró igual preferencia por las tres variaciones de sabor. Esto evidencia que en un futuro se podrían realizar las tres bebidas de remolacha.

Al finalizar el análisis sensorial de las muestras y la encuesta de preferencia de sabor se procedió a realizar el etiquetado nutricional de la bebida. Básicamente se puede decir que las tres formulaciones tienen exactamente la misma composición, lo único que varía es el sabor. Para esta parte se utilizó la tabla de composición de alimentos del INCAP y con base a ello se pudo observar que está compuesto mayormente por carbohidratos, representando esta un 16% del porcentaje del valor diario requerido. Asimismo no es fuente significativa de grasas, proteínas, vitaminas y minerales.

VIII. CONCLUSIONES

Se determinó la cantidad promedio de nitratos de diferentes remolachas provenientes de la compra hecha en mercados cantonales seleccionados.

Se logró la formulación de una bebida de 250ml con 6.24 ± 0.18 mmol de nitratos con un sabor agradable.

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica se observó que las tres variaciones de sabor (manzana, piña y rosa de Jamaica) son aceptadas en cuanto a los atributos de apariencia, color, sabor, consistencia y olor.

En la encuesta de preferencia de sabor se determinó que el grupo consumidor tiene igual preferencia por las tres variantes de sabor.

Se determinó la composición nutricional de la bebida utilizando la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP para poder comercialarlo industrialmente en un futuro.

IX. RECOMENDACIONES

Llevar a cabo estudios de vida de anaquel para determinar el tiempo de vida del producto.

Hacer un análisis microbiológico de la bebida para asegurar por completo la inocuidad del producto.

Investigar a nivel de producción para estandariza el método de procesamiento del producto que agilice la fabricación de la bebida a nivel industrial.

Probar con sabores diferentes a los utilizados en esta investigación.

Llevar a cabo una prueba pareada de preferencia de las variantes de sabores.

Comparar el etiquetado nutricional realizado con base a la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP) con un análisis químico proximal de alimentos.

Llevar a cabo un análisis sensorial que abarquen más disciplinas de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (CDAG).

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Amcor. 2013. *Annual Report 2013*. <http://media.amcor.com/documents/Amcor-Annual-Report-2013.pdf>[Recuperado el 26 de junio de 2014]
2. Antón, Almudena. *et.al.*2010. *Nitritos, Nitratos y Nitrosamina* http://www.alimentariaonline.com/media/MLC039_nit.pdf. [Recuperado el 31 de agosto de 2013]
3. Bailey, Stephen, *et. al.* 2010. «Acute L-arginine supplementation reduces the O₂ cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance». *Journal of Appliedh Physiology* (109): 1394-1403.
4. Bescós, Raul.2011. *The effect of nitric oxide donors on human performance*. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/62896/RBG_THESIS.pdf?sequence=1 [Recuperado el 7 de octubre de 2012]
5. Bielefeld, Jochen, *et. al.* 2004. *Zumos y bebidas saludables*. Editorial Hispano Europea. 96pags.
6. Bloomer, Richard. 2010. «*Suplementación con Óxido Nítico para el deporte*». <http://www.g-se.com/a/1244/suplementacion-con-xido-nitrico-para-el-deporte/> [Recuperado el 6 de octubre de 2012]
7. Cataldo, *et. al.* 1975. *Rapidcolorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrationof salicylic acid*. *Commun. Soil Sci. Plant. An.* **6**: 71-80.
8. Cote-Mendez, Miguel. *et.al.* 2011. *Bebidas energizantes: ¿hidratantes o estimulantes?*. *Revista Facultad de Medicina*. Volumen 59, No 3. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/26461/38956>
9. Chinchilla, José.1987. *El cultivo de la remolacha*. Guatemala: Unidad de comunicación social. 33 págs
10. Comunidad Valenciana.s.f. *Bebidas refrescantes*. España. http://www.mercasa-ediciones.es/alimentacion_2011/pdfs/pag_493-498_refrescantes.pdf[Recuperado el 26 de junio del 2013]
11. Crowley, Gemma; Watson .2012. *Go Beet: product factsheet*. http://www.eliteenergy.com.au/newsletter/pdf/GO_BEET_product_factsheet.pdf[Recuperado el 4 de octubre de 2012]
12. Dondé, Mario.2005. *Transporte de Momentum y calor. Teoría y aplicaciones a la ingeniería en proceso*. Editorial UADY. 654 págs.
13. Duke, James. 1983. *Beta Vulgaris L. Handbook of Energy Crops*. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Beta_vulgaris.html#Chemistry [Recuperado el 24 de junio de 2013]
14. EFSA. 2008. *Recomendaciones de consumo por la presencia de nitratos en hortalizas*. http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/nitratos_hortalizas.shtml [Recuperado el 31 de agosto de 2013]
15. EFSA. 2008. *Nitrate in vegetables –balancing risks and benefit*. http://www.efet.gr/images/efet_res/docs/nutrition/Hmerida/4_Heppner_Nitrate_Vegetables.pdf[Recueparado el 25 de mayo de 2014]
16. Hambridge, T. s.f. *Nitrate and Nitrite*. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm> [Recuperado el 25 de junio de 2014]
17. Hamilton, Andrew. s.f. *Sports nutrition: is a dietary nitrate the key to enhanced endurance performance?* <http://www.pponline.co.uk/encyc/sports-nutrition-is-dietary-nitrate-the-key-to-enhanced-endurance-performance-41930> [Recuperado el 27 de septiembre de 2012]

18. Hernández, Angel. 2010. *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos* España: Médica Panamericana. 786págs.
19. ILSI.2000. Packaging Materials: Polyethylene Terapthalate (PET) for Food Packaging Applications. Europa. http://www.ilsi.org/europe/publications/r2000pac_mat1.pdf[Recuperado el 26 de junio de 2014]
20. INCAP. (2009). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Guatemala: Serviprensa.
21. Instituto Nacional de Estadística. 2004. *Número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes*. <http://www.ine.gob.gt/np/agropecuario/tomo%20III.pdf>[Recuperado el 5 de agosto de 2012]
22. Janezic, Ximena *et. al.* s.f. *Suplementos*. <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/viewFile/22/29> [Recuperado el 2 de octubre de 2012]
23. Jon, O, *et. al.* 2005. «Cardioprotective effects of vegetables: is nitrate the answer? ». *Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institute, Sweeden*.
24. Jones, Andrew.2011. *Sport Nutrition Conference:Is the nitrate the new magic bullet?:* <http://www.nestlenutrition-institute.org/resources/library/Free/sportConference/snc20111206/Documents/SNC2011-Mallorca-Booklet.pdf>[Recuperado el 18 de septiembre de 2012]
25. Lansley, Katherine. *et.al.*2011. « Dietary nitrate suplementation reduces O2 cost of walking and running: a placebo-conrolled study». *Journal of Applied Physiology* ,(110) 591-600.
26. Larsen,John, *et. al.* 2007. «Effects of dietary nitrate on oxygen cost during excercise». *Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institute, Sweeden*.(191), 59-66.
27. L'Hirondel, Jean-Louis. s.f. *Los nitratos dietarios, ¿Son una amenaza para la salud?* [Recuperado <http://www.mitosyfraudes.org/Risks/Nitratos-2.html> [el 5 de octubre de 2012]
28. Mellentin, Julian. 2010. «Science gives beetroot brand a superfood boost». *New Nutrition Bussiness* http://www.beet-it.com/files/NNB_Nov2010.pdf[Recuperado el 2 de octubre de 2012]
29. Merced, Yoel; S. Merced.2010.La importancia de ingerir líquidos durante los ejercicios físicos.<http://www.efdeportes.com/efd150/la-importancia-de-ingerir-liquidios.htm> [Recuperado el 27 de junio de 2014]
30. Mercados de Guatemala. s.f. *Lista de mercados de la ciudad capital*. http://www.mercadosdeguatemala.com/listado_de_mercados.html[Recuperado el 25 de junio de 2014]
31. Montesinos, G.2000. *Zumos y alimentos sanos y curativos*. Págs. 160. <http://books.google.com.gt/books?id=BibfcU9HnpEC&printsec=frontcover&dq=receta+del+zumo+de+remolacha&hl=es-19&sa=X&ei=RjvwUebbfNS34AOnoIH4Cg&ved=0CD0Q6AEwAw%20-%20v=onepage&q=remolacha&f=false#v=snippet&q=remolacha&f=false> [Recuperado el 4 de Julio de 2013]
32. Ocins, Margarita. S.f.*Encuestas: metodología para su utilización*. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_283.pdf[Recuperado el 26 de junio de 2014]
33. Oller, Pau.s.f *¿El zumo de remolacha aumenta el rendimiento*. <http://www.mybestchallenge.com/zumo-de-remolacha-aumenta-rendimiento> [Recuperado el 4 de agosto de 2012]
34. Orrego, Carlos. 2003.*Procesamiento de alimentos*.Universidad Nacional de Colombia. 350págs

35. Peterson, Tom.2003. *La combinación de los alimentos*. Barcelona, España: Robinbook.
36. Pita, Griselda. 1998. *Ácido fólico y vitamina B12 en la nutrición humana*.
http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12_2_98/ali07298.pdf [Recuperado el 24 de junio de 2013]
37. Ramos, Ana, *et.al.*2007. *Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales*. Revista Horizonte Médico. Volumen 7, No 1.
http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2007_I/Art3_Vol7_N1.pdf [Recuperado el 25 de junio de 2013]
38. Sicajá, Sergio.2008. *Financiamiento de la producción de unidades artesanales (Panadería) y proyecto: Producción de remolacha*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0670_v15.pdf [Recuperado el 29 de septiembre de 2012]
39. Urtampilleta; A. & *et.al.* 2013. *Protocolo de hidratación antes, durante y despues de la actividad físico-deportiva*. European Journal of Human Movement. Pág 57-76.
40. Vásquez, Manuel.2001. *Avances en Seguridad Alimentaria.España*. Editorial Altaga. 310 págs
41. White, James. 2012. *Beet it: organic beetroot juice*. <http://www.beet-it.com/>[Recuperado el 7 de agosto de 2012]

XI. ANEXOS

Anexo 1: Pruebas preliminares realizadas para la formulación del producto.

Anexo 2: Lista de mercados de la ciudad de Guatemala.

Anexo 3: Guía para determinación de nitratos.

Anexo 4: Consentimiento informado para para mayores de edad en el análisis sensorial.

Anexo 5: Consentimiento informado para participantes menores de edad en el análisis sensorial.

Anexo 6: Análisis ANOVA de un factor para la prueba de aceptabilidad con escala hedónica.

Anexo 7: Codificación de las muestras para la prueba de aceptabilidad.

Anexo 8: Boleta de análisis sensorial y encuesta.

Anexo 9: Receta final de la formulación de la bebida de remolacha.

Anexo 1: Pruebas preliminares realizadas para la formulación del producto.

Cuadro 13: Pruebas realizadas utilizando extractor a temperatura ambiente.

Extracto de remolacha (g) ±0.05	Absorbancia promedio (nm) ±0.005	Concentración(mmol/250ml)
20.0	0.121	2.6±0.67
30.0	0.196	4.2±0.35

Cuadro 14: Pruebas realizadas utilizando licuadora a temperatura ambiente.

Muestra de remolacha (g) ±0.05	Absorbancia promedio (nm) ±0.005	Concentración(mmol/250ml)
20.0	0.282	6.0±0.25
30.0	0.308	6.5±0.15

Cuadro 15: Muestras realizadas utilizando licuadora a 90°C.

Muestra de remolacha (g) ±0.05	Absorbancia (nm) ±0.005	Concentración(mmol/250ml)
20	0.3325	7.00±0.15
30	0.3275	6.90±0.15

Cuadro 16: Muestras realizadas con licuadora a 5°C.

Muestra de remolacha (g) ±0.05	Absorbancia (nm) ±0.005	Concentración(mmol/250ml)
20	0.0086	1.833±0.15
30	0.305	6.40±0.15

Cuadro 17: Muestras realizadas a 5°C adicionando piña y manzana natural.

Fruta agregada	Cantidad de fruta (g)	Extracto de remolacha (g) ±0.05	Absorbancia promedio (nm) ±0.005	Concentración(mmol/250ml)
Piña	15.0	20.00	0.0785	1.67±0.63
Manzana	13.0	20.00	0.221	4.66±0.23
Piña	15.0	30.00	0.203	4.29±0.25
Manzana	13.0	30.00	0.189	3.99±0.26

Cuadro 18: Pruebas realizadas para la detección de nitratos adicionando manzana y piña natural a temperatura ambiente.

	Extracto de remolacha(g) ± 0.05	Absorbancia (nm) ± 0.005	Concentración(mmol/250ml)
Manzana	35.00	0.253	5.34 \pm 0.20
Piña	35.00	0.2905	6.12 \pm 0.18
Manzana	40.00	0.595	12.52 \pm 0.08
Piña	40.00	0.3445	7.26 \pm 0.14
Manzana	37.00	0.2865	6.04 \pm 0.17
Piña	37.00	0.4155	8.75 \pm 0.12

Anexo 2: Lista de mercados de la ciudad de Guatemala

Cuadro19: Mercados de la ciudad capital

No	Zona 1		
	Mercado	Dirección	Comercios
1	Cantonal Central	9ª. Av. entre 7ª. y 8ª. calle, zona 1	852
2	Cantonal Sur 2	6ª. Av. entre 19 y 21 calle, zona 1	1,176
3	Cantonal Colón	13 Av. entre 7ª. y 6ª. calle, zona 1	467
4	Cantonal La Presidenta	2ª. Av. entre 21 y 22 calle, zona 1	507
Zona 3			
5	Cantonal Cervantes	Avenida Elena y 18 calle, zona 3	143
6	Cantonal El Gallito	13 calle entre 2ª. y 3ª. Avenidas, zona 3	328
7	Cantonal De Flores	Avenida El Cementerio y 18 calle, zona 3	108
Zona 4			
8	Cantonal La Terminal	0 Av. entre 7ª. y 8ª. calle, zona 4	4,464
9	Cantonal El Granero	28 calle final Vía 1, zona 4	1152
Zona 5			
10	Cantonal La Asunción	35 Av. y 18 calle, zona 5	130
11	Cantonal la Palmita	16 Av. entre 26 y 27 calle, zona 5	504
Zona 6			
12	Cantonal La Parroquia	Calle Martí y 11 Avenida, zona 6	623
13	Cantonal La Candelaria	5ª. Av. y 25 calle, Proyecto 4-3, zona 6	73
14	Cantonal San Martín de Porres	18 Av. entre 1ª. y 1ª. calle "A", zona 6	967
Zona 7			
15	Cantonal San José Mercantil	5ª. calle y 12 Av. Quinta Samayoa, zona 7	627
16	Cantonal Bethania	11 Av. y 27 calle, zona 7	267
Zona 10			
17	Cantonal La Villa de Guadalupe	14 Av. entre 18 y 19 calle, zona 10	111
Zona 11			
18	Cantonal El Guarda	3ª. Av. entre 2ª. y 3ª. calle, zona 11	2,899
19	Cantonal Roosevelt	12 Av. y 11 calle, zona 11	264
Zona 12			
20	Cantonal La Reformita	11 Av. entre 22 y 23 calles, zona 12	231
Zona 13			
21	Cantonal Santa Fe	11 Av. y 2ª. calle Santa Fe, zona 13	112
Zona 19			
22	Cantonal La Florida	12 Av. y 5ª. calle, zona 19	1,087
Zona 21			
23	Cantonal Justo Rufino Barrios	Col. Justo Rufino Barrios, zona 21	87

Cuadro 20: Muestra de mercados visitados

Mercado	Dirección	Comercios
Cantonal Santa Fe	11 Av. y 2ª. calle Santa Fe, zona 13	112
Cantonal Roosevelt	12 Av. y 11 calle, zona 11	264
Cantonal La Parroquia	Calle Martí y 11 Avenida, zona 6	623

Fuente: (Mercados de Guatemala, s.f)

Anexo 3: Guía para determinación de nitratos

Método de extracción y determinación química de nitratos usando ácido salicílico.

Extracción

Materiales y equipo

Reactivos

- Agua pura

Equipo

- Baño de agua
- Centrifugadora
- Tubos con tapón de rosca

Procedimiento

Extracción

- Pesar 500mg de vegetal fresco en un tubo
- Añadir 5 ml de agua caliente (90-95°C), mezclar bien y añadir otros 5ml de agua caliente.
- Poner los tubos cerrados en un baño de agua a 80°C durante 30 minutos, agitar la solución y dejar enfriar.
- Después de enfriar centrifugar los tubos abiertos a alta velocidad en a una centrifugadora.
- Decantar el sobrenadante y se pesa el sobrenadante para determinar el volumen exacto de su extracto. El sobrenadante contiene el extracto de nitrato.
- Nota: puede haber problemas con el agua caliente para secar el material del suelo. Para evitar este problema, se debe añadir un poco de TWEEN 20 o polisorbato 20 para las muestras.
- Los extractos se deben almacenar en el congelador a -20°C
- Para algunas especies, el sobrenadante puede ser coloreado por fenoles estos deben ser eliminados con PVPP (polivinilpirrolidona) o carbón activado.

Determinación química

Materiales y equipo

Reactivos

- Ácido salicílico
- Ácido sulfúrico al 96%

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Nitrato de sodio

Equipo

- Espectrofotómetro
- Tubos grandes (25ml)

Procedimiento

Preparación del reactivo A

- -Disolver 5g de ácido salicílico en ácido sulfúrico al 95-97%
- Llenar hasta 100ml con ácido sulfúrico al 95-97%

Preparación del reactivo B

- Disolver 40g de NaOH en agua desionizada
- Llenar hasta 500ml con agua desionizada

Preparación de la solución patrón

- Se disuelven 0.0680g de nitrato de sodio en agua desionizada.
- Llenar hasta 100ml con agua desionizada (concentración de nitrato de potasio es 6.7 mmol)
- - Diluir la solución estándar con agua desionizada en un rango de 0, 0.34, 0.67, 1.34, 2.68, 4.02, 5.36mmolde nitrato.

Determinación

- Añadir 0.8ml de reactivo A a 0.2 ml del estándar o extracto
- Mezclar bien
- Dejar durante 20 minutos a temperatura ambiente
- Añadir lentamente 19 ml de reactivo B
- Mezclar bien
- Enfriar a temperatura ambiente
- El color es amarillo y es estable durante 48 horas.
- Medir la absorción a 410nm con un espectrofotómetro

Nota: Preparar el reactivo A lo más fresco posible y almacenarlo en un frasco oscuro.

Anexo4: Consentimiento informado para participantes mayores de edad en el análisis sensorial.

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición



Guatemala 2014

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado participante

Soy estudiante de *Licenciatura en Nutrición* de la *Facultad de Ciencias y Humanidades* y estoy llevando a cabo mi estudio de Tesis, cuyo objetivo es formular una bebida a base de jugo de remolacha para deportistas de alto rendimiento. Dicha investigación cuenta con el consentimiento de la Universidad del Valle de Guatemala. Para ello necesito realizar un análisis sensorial con 50 personas para verificar la aceptabilidad de la misma. Como resultado de la investigación se determinará la aceptación como un beneficio para el rendimiento físico de la comunidad deportiva que sirva de antecedente para una posible fabricación y comercialización a futuro del producto.

Solicito su autorización para participar en la investigación, el cual consiste en *probar las preparaciones de la bebida a base de remolacha y calificarlas según sus características de acuerdo a una boleta que le estaré proporcionando*. Le tomara aproximadamente 10 minutos y el proceso es confidencial.

La participación es *voluntaria*. Usted tiene el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento. La firma del consentimiento no implica pérdida de los derechos individuales de acuerdo a las leyes de Guatemala. El estudio no conlleva ningún riesgo ni algún beneficio para el participante. No recibirá ninguna compensación por participar. Finalmente, es importante que responda a la siguiente pregunta

¿Padece de alergia o efecto adverso e al consumir remolacha, sabor a piña, manzana, Rosa de Jamaica y edulcorante Splenda? Sí_____No_____

Cualquier pregunta o evento adverso favor de comunicarse al teléfono 49013294, al correo violeta.romero90@gmail.com o a los teléfonos que se adjuntan al final de este consentimiento

Atentamente,

Olga Violeta Romero Bobadilla

Autorización

He leído el procedimiento descrito arriba. El (la) investigador(a) me ha explicado el estudio y ha contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio de Olga Violeta Romero Bobadilla sobre *Formulación de una bebida a base de jugo de remolacha para deportistas de alto rendimiento*.

Firma del participante

Firma del entrevistador

Firma testigo

Huella digital



Lcda. Lucia Castellanos de Rodríguez
Directora del Departamento de Nutrición
Tel: 23688338, 23640528
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa III

Dr. Rolando López
Presidente del Comité de Ética
Tel: 23640336 al 40, ext 346
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa III

Anexo 5: Consentimiento informado para participantes menores de edad en el análisis sensorial.

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición



Guatemala2014

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado padre, madre o encargado

Soy estudiante de *Licenciatura en Nutrición* de la *Facultad de Ciencias y Humanidades* y estoy llevando a cabo mi estudio de Tesis, cuyo objetivo es formular una bebida a base de jugo de remolacha para deportistas de alto rendimiento. Dicha investigación cuenta con el consentimiento de la Universidad del Valle de Guatemala. Para ello necesito realizar un análisis sensorial con 50 personas para verificar la aceptabilidad de la misma. Como resultado de la investigación se determinará la aceptación como un beneficio para el rendimiento físico de la comunidad deportiva que sirva de antecedente para una posible fabricación y comercialización a futuro del producto.

Solicito su autorización para que el (los) niño(s) pueda(n) participar en la investigación, el cual consiste en *probar las preparaciones de la bebida a base de remolacha y calificarlas según sus características de acuerdo a una boleta que le estaré proporcionando*. Le tomara aproximadamente 10 minutos y el proceso es confidencial.

La participación es *voluntaria*. Usted tiene el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento. El estudio no conlleva ningún riesgo ni algún beneficio. El (los) niño(s) no recibirá(n) ninguna compensación por participar. Finalmente, es importante que responda a la siguiente pregunta

¿El (los) niño(s) sufren alergia o efecto adverso al consumir remolacha, sabor a piña, manzana, Rosa de Jamaica y edulcorante Splenda? Sí_____No_____

Cualquier pregunta o evento adverso favor de comunicarse al teléfono 49013294, al correo violeta.romero90@gmail.com o a los teléfonos que se adjuntan al final de este consentimiento

Atentamente,

Olga Violeta Romero Bobadilla

Autorización

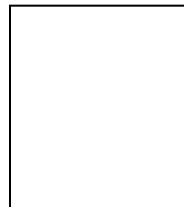
He leído el procedimiento descrito arriba. El (la) investigador(a) me ha explicado el estudio y ha contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para que el (los) niño(s) pueda(n) participar en el estudio de Olga Violeta Romero Bobadilla sobre *Formulación de una bebida a base de jugo de remolacha para deportistas de alto rendimiento*.

Firma del padre, madre o encargado

Firma del entrevistador

Firma testigo

Huella digital



Lcda. Lucia Castellanos de Rodríguez
Directora del Departamento de Nutrición
Tel: 23688338, 23640528
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa III

Dr. Rolando López
Presidente del Comité de Ética
Tel: 23640336 al 40, ext 346
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa III

Anexo 6: Resultados y análisis ANOVA de un factor para la prueba de aceptabilidad con escala hedónica.

Cuadro 21: Resultados de prueba de aceptabilidad con escala hedónica

Panelista	Apariencia			Color			Sabor			Consistencia			Olor		
	M*	P*	RJ*	M	P	RJ	M	P	RJ	M	P	RJ	M	P	RJ
1	9	9	9	8	8	8	5	5	9	7	4	8	6	6	8
2	8	8	8	9	8	8	8	9	9	8	6	7	6	7	7
3	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9
4	5	5	5	7	7	7	8	8	6	5	5	5	5	7	5
5	9	8	9	9	8	9	9	8	9	9	8	9	9	8	9
6	5	5	5	8	7	7	1	1	8	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	2	7	6	9	9	9	5	9	9
8	6	8	8	7	7	8	6	8	9	6	6	8	7	6	7
9	8	7	7	8	8	8	9	8	7	8	6	6	8	4	8
10	7	7	9	8	8	9	8	6	8	7	6	8	6	5	5
11	9	8	8	8	9	9	9	7	8	4	6	9	8	6	9
12	5	5	5	4	4	4	8	5	8	5	5	5	7	6	7
13	7	7	7	7	7	7	3	6	8	3	5	6	2	5	7
14	5	5	5	5	5	5	9	3	7	5	4	5	6	6	6
15	7	7	7	5	6	5	8	7	3	8	6	5	8	7	4
16	2	7	8	8	8	8	4	4	8	3	3	8	7	6	8
17	8	8	8	7	8	7	8	8	7	7	8	8	7	7	6
18	9	8	8	9	8	8	9	8	8	9	8	8	9	9	8
19	5	9	7	6	7	6	4	9	5	6	5	3	1	9	5
20	9	6	7	8	5	5	9	7	7	8	7	8	9	7	7
21	8	2	1	7	4	7	9	1	1	6	4	1	9	6	2
22	8	8	8	5	5	5	8	9	8	8	9	8	8	8	6
23	8	7	8	8	8	8	7	6	9	9	7	8	9	4	7
24	9	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9
25	9	8	9	8	8	9	8	6	8	9	8	8	9	7	8
26	7	7	6	8	7	6	8	6	4	6	7	4	7	8	5
27	8	8	5	7	8	5	8	9	4	8	8	4	7	7	4
28	9	1	9	9	1	9	1	1	9	9	9	9	1	1	9
29	5	5	5	9	9	9	8	3	1	7	6	4	5	3	3
30	5	5	5	5	5	5	7	8	8	6	5	5	7	7	5
31	9	8	8	5	7	9	6	5	7	3	3	7	9	8	9
32	7	7	7	6	6	6	5	7	6	7	6	7	7	7	7
33	9	9	9	9	9	9	8	9	9	8	8	8	8	9	9
34	5	6	6	5	5	5	4	7	8	6	7	7	6	8	7
35	5	5	5	7	7	7	2	1	3	4	2	6	9	9	7
36	5	5	5	5	5	5	9	1	9	8	8	8	9	9	9
37	9	9	9	9	8	9	8	6	9	5	9	9	9	5	8
38	1	9	9	8	7	8	7	8	7	9	6	6	8	9	9
39	7	8	8	9	9	9	9	9	8	7	9	7	7	8	7
40	5	6	6	7	4	5	6	9	4	3	7	3	1	8	1
41	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9
42	8	9	9	6	6	6	8	9	8	8	8	8	3	3	5
43	7	7	8	8	8	8	7	9	7	7	9	7	8	8	7
44	9	8	9	9	9	9	7	8	9	7	8	8	7	8	9
45	9	8	9	9	9	9	9	8	9	9	8	9	8	7	9
46	8	8	8	8	8	8	7	8	9	9	9	9	7	8	8
47	9	8	8	9	8	9	9	8	9	9	8	9	8	6	8
48	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9
49	6	5	6	5	5	5	7	8	8	6	6	7	6	7	5
50	9	8	8	9	9	8	9	8	7	7	9	8	9	7	7
Total	360	353	365	372	354	367	354	336	362	347	341	349	348	346	346
Promedio	7.2	7.06	7.3	7.4	7.1	7.3	7.1	6.7	7.2	6.9	6.8	7	7	6.9	6.9

*M= manzana, P= piña, RJ= rosa de Jamaica.

Cuadro 22: ANOVA del atributo de apariencia de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.4533333 3	2	0.72666666 7	0.22193135 5	0.80123822 2	3.057620
Dentro de los grupos	481.32	147	3.27428571 4			
Total	482.77333 3	149				

Cuadro 23: ANOVA del atributo de color de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.4533333 3	2	1.72666666 7	0.66580976 9	0.51539989	3.0576206
Dentro de los grupos	381.22	147	2.59333333 3			
Total	384.67333 3	149				

Cuadro 24: ANOVA del atributo sabor de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7.0933333 3	2	3.54666666 7	0.68341023 5	0.50648904 4	3.0576206 5
Dentro de los grupos	762.88	147	5.18965986 4			
Total	769.97333 3	149				

Cuadro 25: ANOVA del atributo de consistencia de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.6933333 3	2	0.34666666 7	0.09629993 6	0.90824882 2	3.0576206 5
Dentro de los grupos	529.18	147	3.59986394 6			
Total	529.87333 3	149				

Cuadro 26: ANOVA del atributo de olor de los sabores de manzana, piña y rosa de Jamaica.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0533333 3	2	0.02666666 7	0.00656308 6	0.99345869 5	3.0576206 5
Dentro de los grupos	597.28	147	4.06312925 2			
Total	597.33333 3	149				

Anexo 7: Codificación de las muestras para la prueba de aceptabilidad.

#	M1	M2	M3
1	177	848	421
2	349	564	532
3	297	643	971
4	724	167	700
5	241	693	123
6	776	145	631
7	328	131	472
8	663	950	883
9	787	906	903
10	500	719	417
#	M2	M1	M3
11	742	445	109
12	872	545	218
13	823	998	397
14	716	127	507
15	812	709	794
16	703	568	852
17	522	366	819
18	375	584	199
19	872	832	277
20	366	293	404
#	M1	M2	M3
21	226	611	521
22	480	898	720
23	501	583	601
24	180	596	688
25	419	592	211
26	721	198	533
27	913	897	999
28	940	272	333
29	505	132	502
30	175	223	471

#	M2	M1	M3
31	911	865	467
32	217	635	155
33	243	237	337
34	233	191	647
35	835	861	942
36	580	480	132
37	183	857	490
38	971	538	404
39	734	564	546
40	425	521	645
#	M2	M1	M3
41	816	494	231
42	600	801	162
43	816	743	426
44	626	613	969
45	219	816	727
46	216	232	943
47	280	818	145
48	918	854	893
49	845	817	715
50	967	385	822

Anexo 8: Boleta de análisis sensorial y encuesta

Univesidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición



BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PRUEBA HEDÓNICA PARA MUESTRAS DE BEBIDA DE REMOLACHA

A continuación se presentan tres muestras de bebida de remolacha. Pruebe las muestras, empezando primero con la del lado izquierdo, coloque el puntaje en la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco

Cuadro 1

Puntaje	Descripción
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta poco
6	Me gusta levemente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta levemente
3	Me disgusta un poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Cuadro 2

Atributo	Codigo:	Codigo:	Codigo:
Apariencia			
Color			
Sabor			
Consistencia			
Olor			

Encuesta de preferencia

Posterior a haber probado las tres muestras, se le pedirá que escriba el código sobre la línea de la muestra que más le haya gustado.

¡Gracias por su participación!

Anexo 9: Formulación final de la formulación de la bebida de remolacha

*Receta para 1 bebida de remolacha de 250ml.

a. Materiales

Cantidad	Materia prima
30.0g	Remolacha cruda
62.5 ml	Agua pura.
187.5 ml	Jugo de manzana clarificado, comprado industrialmente.
0.5g	Sabor de manzana, piña y rosa de Jamaica.
1.0g	Edulcorante Splenda
3	Envases PET de 250ml (uno por cada sabor)
3	Picheles
1	Paleta
1	Redecilla y bata

b. Equipo

Cantidad	Instrumento
1	Licuadaora
1	Colador
1	Tabla de picar
1	Balanza
1	Cuchillo
1 rollo	Papel mantequilla
1	Probeta de 100ml
1	Marmita
1	Termómetro

c. Procedimiento

Es importante que antes de iniciar con la preparación de la bebida se tome en cuenta el uso de redecilla, bata y zapato cerrado, se limpie las superficies que se van a utilizar y se lave las manos con agua y jabón.

1. Se pela y corta con el cuchillo la remolacha en trocitos pequeños.
2. La remolacha se coloca encima de un pedazo de papel mantequilla y se pesa en la balanza hasta obtener los 30.0g.
3. Una vez pesada la remolacha, se le agrega 62.5 ml de agua pura y 187.5 ml de jugo de manzana clarificado en la licuadaora y se licúa por 30 segundos o hasta observar que no haya residuos sólidos.
4. La bebida es colada en un pichel.
5. Se pesa y agrega 0.5g del sabor a elección (manzana, piña o rosa de Jamaica) y luego 1.0g de edulcorante Splenda y se mezcla con la paleta.
6. Para su pasteurización, se trasvasa la bebida a la marmita y se calienta a 70°C durante 30 minutos.
7. La bebida es sometida a un enfriamiento a 5°C para que el choque de térmico inhiba el crecimiento de microorganismos.
8. Posterior al proceso de pasteurización, se almacena la bebida en los envases PET de 250ml, previamente lavados con agua y jabón y se tapan manualmente.

