

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Elaboración de un gel energético para deportistas

**Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o
intervención**

Jhoanna F. Córdova Terneus

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

Quito, 22 de diciembre del 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERIAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Elaboración de un gel energético para deportistas

Jhoanna F. Córdova Terneus

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Francisco Carvajal, PhD

Firma del profesor

Quito, 22 de diciembre del 2016

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Jhoanna Fernanda Córdova Terneus

Código: 00022268

Cédula de Identidad: 1715465983

Lugar y fecha: Quito, 22 de diciembre del 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y a mi hermano quienes han estado ahí para apoyarme incondicionalmente y que con su amor han sido una luz en mi vida.

Resumen

El consumo de geles energéticos para deportistas ha aumentado en los últimos años a nivel nacional e internacional, brindando variedad de nuevas formulaciones con distintos sabores. El objetivo planteado para este estudio fue elaborar un gel energético para deportistas sabor a naranja y que presente propiedades organolépticas aceptables para el consumidor. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (29.25 g fructosa- 36.57 g maltodextrina), T2 (21.94 g fructosa-43.88 g glucosa), T3 (21.94 g sacarosa- 43.88 g glucosa), T4 (22.32 g Fructosa- 43.35 g maltodextrina). Se determinó la viscosidad y actividad de agua como variables de respuesta y mediante una tabla de ponderación se eligió el mejor tratamiento, siendo este el T2. Se realizó un focus group especificando que las mejores características del gel energético eran bebible, ligero y sabor natural a naranja. El producto gusto al focus group empleado.

Palabras clave: gel energético, deportistas, glucosa, fructosa

Abstract

The consumption of energy gels for athletes has increased in recent years nationally and internationally, offering big variety of formulations and flavors. The aim of this study was to elaborate an energetic gel orange-flavored for athletes with good organoleptic properties to consumers. A completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 repetitions was used. The treatments evaluated were: T1 (32.25 g fructose - 33.57 g maltodextrin), T2 (21.94 g fructose – 43.88 g glucose), T3 (21.94 g sucrose - 43.88 g glucose), T4 (22.32 g Fructose-43.35 g maltodextrin). The viscosity and aqueous activity were determined as response variables and by means of a weighting table the best treatment was chosen, being T2. A focus group was made specifying that the best feature of the energy gel was drinkable, light and like natural and orange-flavored. Product liked to testers.

Key words: energy gel, athletes, glucose, fructose

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
METODOLOGÍA	11
Materia Prima	11
Procedimiento	12
Diseño Experimental	17
RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
Viscosidad	21
Actividad de Agua (Aw)	23
Tabla de Ponderación	24
EVALUACIÓN SENSORIAL	24
Métodos	24
Resultados y Discusiones	25
FORMULACIÓN FINAL	28
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	28
VIDA ÚTIL	29
EMBALAJE	29
ETIQUETA NUTRICIONAL	30
Tradicional	30
Semáforo	31
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	35

ANEXOS

ANEXO 1 Materias Primas	38
ANEXO 2 ANOVA	42

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existen mayor número de personas que practican deportes de endurance o ultraresistencia. Estos, son deportes que duran más de una hora como el ciclismo, maratones, triatlón o trail running, por lo que durante el ejercicio necesitan una mejor alimentación y suplementación. Por otro lado, el consumo de geles energéticos para deportistas ha aumentado en los últimos años a nivel nacional e internacional, brindando variedad de nuevas formulaciones con distintos sabores (Cantor, 2008).

De acuerdo a la NTE INEN 2411 (2008), los geles energéticos son bebidas no alcohólicas, carbonatadas o no, desarrollados para mejorar momentáneamente el rendimiento humano. Se constituyen de una fuente energética de carbohidratos con un valor calórico mínimo de 44 kcal/100 mL y contenido de cafeína no menor de 250 mg/L ni mayor a 350 mg/L.

Se ha demostrado que la ingesta de carbohidratos durante un ejercicio prolongado mejora la capacidad de rendimiento (medida como el tiempo hasta el agotamiento en una intensidad de ejercicio constante). Adicionalmente el efecto ergogénico está relacionado a la gran contribución de carbohidrato exógeno (carbohidrato ingerido en bebidas o alimentos) para controlar el glucógeno del hígado, prevención de hipoglicemia y mantenimiento de altos índices de oxidación de carbohidrato para mantener la intensidad del ejercicio (Cantor, 2008). Por esta razón, en los últimos años ha aumentado el consumo de geles energéticos por el contenido de carbohidratos simples y compuestos, además del contenido de electrolitos y cafeína.

Más aún, la glucosa tiene un valor osmótico bajo, ha sido utilizado en la elaboración de bebidas para deportistas para incrementar el contenido de CHO, además de aportar un sabor neutro en la bebida. Por otro lado, la fructosa es un monosacárido que se añade a bebidas energéticas para reducir la hipoglicemia, además de mejorar la palatabilidad en bebidas energéticas (Cantor, 2008).

Finalmente, según Clarke (1997) la cafeína, una *Xantina Alcaloide*, es uno de los suplementos más comunes utilizados en los deportes de endurance, que se añade a varios alimentos por sus efectos de alerta. La Agencia Mundial de Antidoping y el Comité Olímpico Internacional (IOC) descartó a la cafeína como sustancia prohibida para el consumo de deportistas.

Por su parte, el sodio (Na^+) y el potasio (K^+) en bebidas para deportistas son fuente de electrolitos, y son importantes ya que facilitan la absorción intestinal de fluidos (Badui, 2006). El sodio previene la hiponatremia, lo cual es muy común en deportistas de largas distancias que se han hidratado con bebidas con una concentración baja de estos iones o solamente agua, los síntomas son muy parecidos a los de deshidratación como náusea, dolor de cabeza, incluye confusión mental y debilidad (Adroque & Madias, 2000).

Con base a lo anteriormente explicado, el objetivo planteado para este estudio fue elaborar un gel energético sabor a naranja y con propiedades organolépticas aceptables para el consumidor.

METODOLOGÍA

Materia Prima

Según la FAO (2003), los alimentos de calidad tienen su origen en ingredientes que tengan una debida certificación y control, además es responsabilidad del productor cerciorarse de que aquellas materias primas que integran sus alimentos sean sanos y seguros. La cafeína, el sorbato de potasio, benzoato de sodio fueron adquiridas en Biosalmi. El citrato de sodio, cloruro de potasio y ácido cítrico se adquirieron de Químicos H & H. El saborizante de naranja se obtuvo de Aromcolor. La fructosa y el cloruro de sodio se adquirieron del mercado local Supermaxi. Todos estos puntos de distribución de alimentos y aditivos alimentarios cumplen con todas las regulaciones gubernamentales y parámetros de control de calidad establecidos en las fichas técnicas (Anexo 1).

Procedimiento

El proceso para la elaboración del gel energético para deportistas se puede observar en el flujograma presentando en el Gráfico 1.

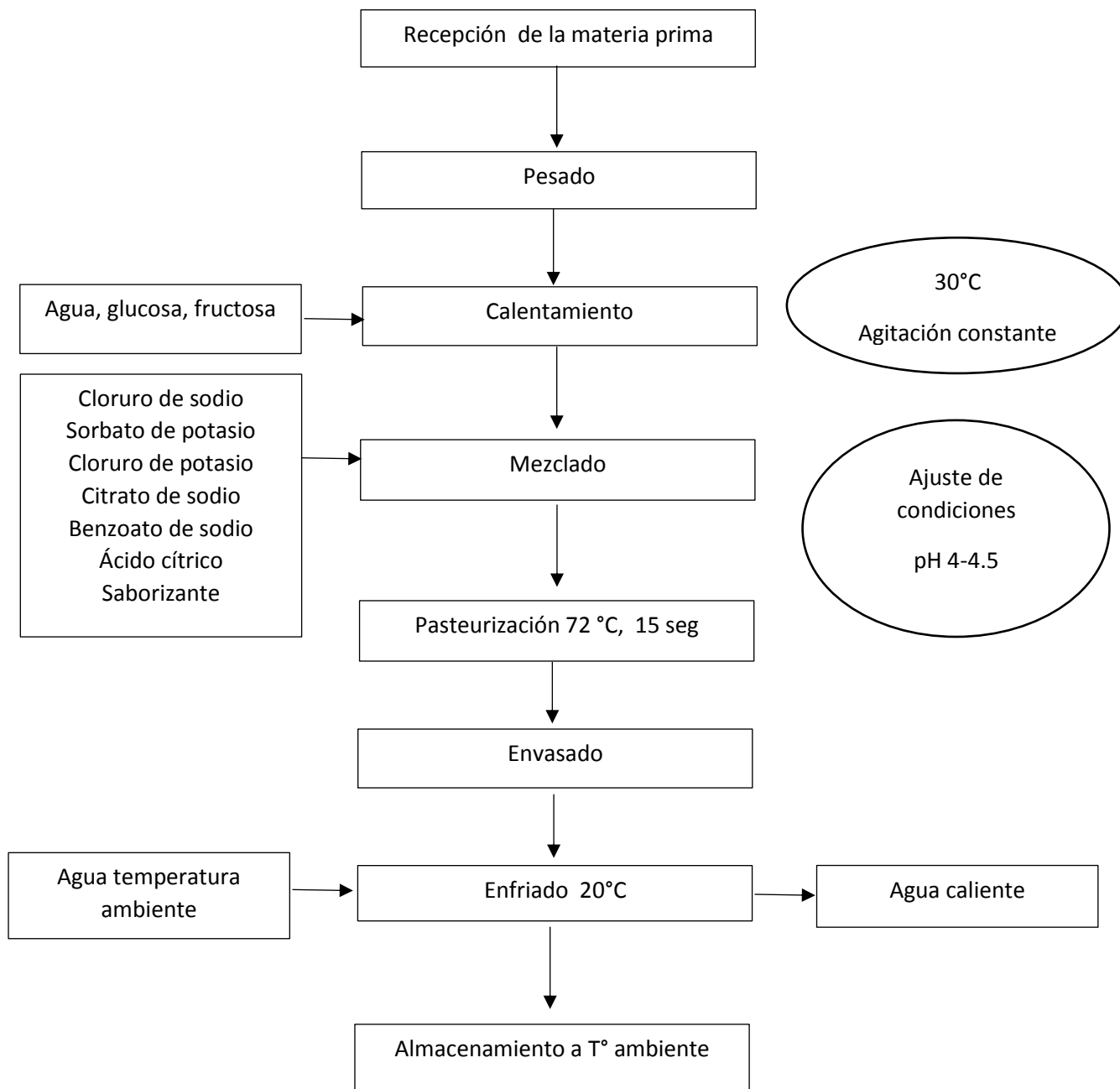


Gráfico 1. Flujograma para la elaboración del gel energético

Se pesó y mezcló el agua, la maltodextrina y fructosa haciendo un calentamiento ligero (30 °C) para disolver fácilmente. Después se añadió el cloruro de sodio, sorbato de potasio, cloruro de potasio, citrato de sodio, benzoato de sodio, ácido cítrico y saborizante con agitación constante. Se pasteurizó la mezcla a 70°C por 15 segundos ya que según Badui (2006), la pasteurización es un proceso térmico que se ha diseñado para la eliminación de ciertas enzimas o microorganismos. El gel caliente se envasó en envases polipropileno metalizado, evacuando el aire para garantizar que el producto este fuera de contaminación microbiológica (Adams & Moss, 2008). Se realizó el enfriamiento con agua a temperatura ambiente hasta que el producto tuvo una temperatura de 20°C y así evitar cambios de color e inhibir el crecimiento de bacterias mesófilas y aumentar la vida útil del producto (Boatella, 2004). Finalmente se etiquetó y almacenó a temperatura ambiente.

La elaboración del gel energético se realizó en la cocina experimental de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito. Se utilizaron algunos equipos para la elaboración y para los análisis físicos químicos que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Equipos utilizados para la elaboración del gel energético para deportistas

Equipo	Marca/modelo	Características
Plancha a gas	Indurama	Dos intensidades
Balanza semianalítica	METTLER TOLEDO, Modelo PB3002-S	Capacidad mínima de 0.5 g y máxima de 3100 g.
Termómetro	Taylor 9835	Termómetro digital
Potenciómetro digital	Accumet Research AR50	pH 0 – 14
Medidor de actividad de agua (Aw)	Rotronic AG, modelo HygroLab C1	Rango de medición: 0 a 1 Aw
Viscosímetro	Brookfield, modelo CAP- 2000+	Rango de viscosidad: 0.2 - 15000 Poise Velocidad de rotación: 5-100 rpm Temperatura de 5-75 °C o 50- 235°C

Formulación inicial (pruebas preliminares y prototipos)

La formulación inicial (Tabla 2), a partir de la cual se elaboraron los prototipos, partió de una prueba preliminar.

Tabla 2. Formulación inicial

Materia Prima	Masa (g)	g/100 g
Fructosa	20	22.32
Maltodextrina	34	43.35
Ácido cítrico	0.25	0.30
Cloruro de sodio	0.20	0.24
Citrato de sodio	0.10	0.12
Benzoato de sodio	0.10	0.12
Cloruro de Potasio	0.03	0.03
Sorbato de Potasio	0.01	0.01
Cafeína	0.10	0.20
Saborizante de naranja	0.17	0.20
Agua	27	33.11
Total del producto	81.96	100.00

En base a la formulación inicial establecida (Tabla 2) y luego de realizar investigación bibliográfica y preguntar la opinión a posibles consumidores (deportistas) se elaboraron los distintos prototipos presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Prototipos para 100 g de producto final

Materia Prima	g/100 g		
	Prototipo I	Prototipo II	Prototipo III
Fructosa	32.250	21.940	-
Maltodextrina	33.570	-	-
Glucosa	-	43.880	43.880
Sacarosa	-	-	21.940
Cloruro de sodio	0.670	0.670	0.670
Citrato sodio	0.250	0.250	0.250
Benzoato sodio	0.070	0.070	0.070
Cloruro de potasio	0.030	0.030	0.030
Sorbato de potasio	0.050	0.050	0.050
Cafeína	0.025	0.025	0.025
Ácido cítrico	0.210	0.210	0.210
Saborizante de naranja	0.180	0.180	0.180
Agua	32.695	32.695	32.695
Total del producto	100.000	100.000	100.000

La cantidad de carbohidratos presentados en los tres prototipos se fundamenta en la ingesta de una gran cantidad de carbohidratos que un deportista necesita durante una actividad física mayor a las dos horas.

Para la elaboración del prototipo I, se combinó maltodextrina y fructosa ya que la ingestión de estos carbohidratos disminuye la fatiga en un deportista, además de ser una excelente combinación para prevenir el descomfort gastrointestinal. El prototipo II se formuló a partir de fructosa y glucosa, esta combinación de carbohidratos es de fácil absorción intestinal ya que no compiten por transportadores comunes. El transporte de glucosa desde el intestino ocurre por el transportador de glucosa sodio dependiente (SGLT1) y la fructosa es absorbido desde el intestino por el transportador

sodio independiente (GLUT5). El prototipo III se formuló a base de glucosa y sacarosa ya que esta combinación tiene una buena absorción intestinal por lo tanto existe una mejor oxidación de carbohidrato exógeno (Cantor, 2008).

Se modificó la cantidad de ácido cítrico para alcanzar el pH requerido (4 –4.5) para llegar a un pH adecuado para alargar la vida útil del producto.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos (3 tratamientos y 1 control) y 4 repeticiones, por lo que se obtuvieron 16 unidades experimentales. El tratamiento control es un gel energético común del mercado y se tomará en cuenta como el tratamiento 4C.

Tratamientos

La Tabla 4 presenta los tratamientos establecidos y la Tabla 5 su respectiva aleatorización.

Tabla 4. Tratamientos del diseño experimental

Tratamientos	Combinación de Carbohidratos (g/100g)
1	32.25 g fructosa- 33.57 g maltodextrina (relación 0.9:1)
2	21.94 g fructosa-43.88 g glucosa (relación 0.5: 1)
3	21.94 g sacarosa- 43.88 g glucosa (relación 0.5:1)
4 C	22.32 g Fructosa- 43.35 g maltodextrina(relación 0.5:1)

Tabla 5. Aleatorización de las repeticiones

Repeticiones			
I	II	III	IV
2	1	4	3
4	3	2	1
3	2	1	4
1	4	3	2

Variables de Respuesta

Se analizaron dos variables de respuesta (viscosidad y actividad de agua), elegidas en función de la calidad del gel con respecto al control (Tabla 6).

Tabla 6. Variables de respuesta

Variable de respuesta	Especificación	Método-Especificaciones	Referencia
Viscosidad	similar al control	Método USP para medición de viscosidad en alimentos. Aguja número 24, Temperatura 20°C	(Crowley, 2006)
Actividad de agua (Aw)	menor al control	Actividad de agua en alimentos	(FDA, 1984)

Ponderación

Se asignaron a las variables viscosidad y Aw valores de 2 y 1 respectivamente. Ambas influyen en las propiedades reológicas del producto (Badui, 2006).

Análisis físico-químicos

Los métodos utilizados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Métodos oficiales para los análisis físico-químicos

Determinación	Método – Especificaciones
pH	Método por potenciómetro, AOAC 981.12 (AOAC, 1982)
Viscosidad	Método USP para medición de viscosidad en alimentos (Crowley,2006)
Actividad de agua	Actividad de agua en alimentos (FDA,1984)
Azúcares totales	Método volumétrico general Lane y- Eynon AOAC 923.09 (AOAC, 2012)
Cloruro de sodio (NaCl)	Método de Titulación con AgNO ₃ (NTE INEN 0051, 1974)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El resumen del análisis de varianza (ANOVA) para las variables de viscosidad y A_w se muestra en la Tabla 8. Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para las dos variables de respuesta

Tabla 8. Resumen de Análisis de Varianza (ANOVA) de viscosidad y A_w de los tratamientos

FV	GL	Cuadrados medios	
		Viscosidad	A_w
Total	15	-	
Tratamientos	3	1816070894*	0.004*
Error experimental	12		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Viscosidad

El análisis de la viscosidad es un componente esencial del control de calidad para lograr y mantener la textura apropiada de un alimento (Clarke, 1997). El análisis de varianza (ANOVA) muestra que si existió diferencia significativa entre los tratamientos, las combinaciones de carbohidratos y sus diferentes proporciones si influyeron sobre la viscosidad (Tabla 9). El tratamiento 2 presentó la viscosidad más baja junto con el tratamiento 4C siendo estos tratamientos estadísticamente similares. Según la NTE INEN 2411 (2008) se especifica que este producto es una bebida, además según Cantor (2008) una bebida no requiere ser masticada, se deforma y fluye entre la lengua y el paladar, tiende a tener un corto tiempo de residencia en la boca y tiene una baja viscosidad, una propiedad reológica esencial en una bebida para que sea fácilmente ingerida por atletas mientras realizan actividad física. Por esta razón, se

elige al tratamiento 2 como el mejor por ser estadísticamente similar al tratamiento 4 C (control) y por tener la viscosidad, característica de una bebida. Según Montañez, González, Venegas & Nicanor (2013), los factores que afectan a la viscosidad de las soluciones son el tipo, concentración y tamaño de partícula de carbohidratos, la concentración de solvente y las interacciones de las partículas con los solventes. En el tratamiento 4 C (22.32 g Fructosa- 43.35 g maltodextrina (relación 0.6: 1)) y en el tratamiento 2 (21.94 g fructosa-43.88 g glucosa (relación 0.5:1)) el uso de fructosa determina la viscosidad de estas soluciones por el grado de solubilidad que es atribuida a incrementar la interacción de las partículas con los solventes. En los tratamientos 4C y 2 la diferencia de las relaciones de carbohidratos 0.6:1 y 0.5:1 es mínima lo que explicaría no presenten diferencias significativas en cuanto a esta variable. Por lo tanto, en el tratamiento 2 la proporción de azúcares y cantidad de agua fue la ideal para lograr una viscosidad similar al producto en el mercado.

La explicación de porqué los tratamientos 2 y 4C tienen menor viscosidad se relaciona con su composición, así, la fructosa, presente en estos tratamientos es un monosacárido que tiene gran afinidad por el agua y retienen más humedad. La viscosidad también depende de la cristalización de los azúcares, si existe una cristalización la viscosidad es mucho mayor, la fructosa y glucosa inhiben la cristalización, por lo que esta combinación y proporción en el tratamiento 2 fue la más similar al control (Badui, 2006).

Tabla 9. Viscosidad de los tratamientos

Tratamientos	viscosidad* (Cp)
1	45605 \pm 231.73 a
3	4719 \pm 32.66 b
4C	2225 \pm 50.00 c
2	2220 \pm 51.65 c

**Medias \pm SD*

**Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey*

Actividad de agua- Aw

En el análisis de varianza (ANOVA) existió diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 8). Según Badui (2006), las propiedades coligativas, reológicas y de textura de un alimento dependen de su contenido de agua, sin embargo, la variación en carbohidratos y las diferentes proporciones de cada tratamiento fueron suficientes para causar diferencia estadística entre los tratamientos, se puede observar que el tratamiento 2, exhibe el valor más bajo para esta variable (Tabla 10).

La explicación de porqué el tratamiento 2 tiene la menor actividad de agua puede deberse a que los monosacáridos como fructuosa y glucosa absorben mayor cantidad de agua (Potter, 2015). Para esta variable se adicionó un criterio en función a la vida útil del producto: a menor actividad de agua mayor tiempo de estabilidad (Badui, 2006). El gel energético para deportistas puede ser considerado de actividad de agua intermedia ya que se encuentra entre 0.65 a 0.86 por lo que beneficia a la prevención de la proliferación de microorganismos, permite mantener la calidad deseada del producto aportando mayor estabilidad durante el almacenamiento por lo que se estima una vida útil aproximada de un año (Badui, 2006).

Se considera al mejor tratamiento el que tenga una actividad de agua menor al control, sin embargo ya que los tratamientos 1, 2 y 3 tienen una actividad de agua menor al control serán considerados como los mejores tratamientos.

Tabla 10. Actividad de agua de los tratamientos

Tratamientos	Actividad de agua*
2	0.763 ± 0.008 a
1	0.783 ± 0.008 b
3	0.803 ± 0.007 c
4 C	0.836 ± 0.002 d

**Medias ± SD*

**Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey*

Tabla de Ponderación

En la Tabla 11 se muestra que el mejor tratamiento fue el 2.

Tabla 11. Ponderación para los tratamientos

Tratamientos	Viscosidad	Aw	Total
1	0	1	1
2	2	1	3
3	0	1	1

EVALUACIÓN SENSORIAL

Métodos

Para evaluar cualitativamente la opinión y actitud de los jueces con respecto al producto, se aplicó la técnica del focus group. Esta prueba se realizó en un gimnasio de entrenamiento funcional “Functional GYM” para deportistas de alto rendimiento en Cumbaya. En el gimnasio se tomó un espacio cerrado ya que se necesitaba un

ambiente cómodo y sin distracciones. Para esta prueba participaron en total 18 deportistas elite, entre ellos ciclistas, triathlonistas y corredores de aventura, en dos grupos. El primer grupo fue de 12 personas y el segundo grupo de 6 personas. Entre ellos 7 mujeres y 11 hombres, entre 25 y 34 años. Esta prueba constó de dos partes: prueba de concepto y prueba con el producto. En la prueba de concepto se solicitó a los participantes que indicaran cómo se imaginaban el producto en referencia a un “Gel energético para deportistas sabor a naranja”. En la prueba con el producto, se les presentó una muestra con el envase y se les explicó en que consiste el producto. Después debían tomar y degustar una proporción pequeña y responder si el producto era similar a lo que se imaginaban; debían además mencionar algunas características que les agrado en cuanto a sus propiedades organolépticas y finalmente la intención de compra ya que al ser un producto nuevo en el mercado ecuatoriano, no se sabía si los consumidores estaban dispuestos a comprarlo.

Resultados y discusiones del focus group

En la prueba de concepto realizada en el primer focus group, se pidió a los jueces que mencionaran cómo se imaginaban el del producto en referencia a un “Gel energético sabor a naranja”. Las personas describieron al producto como se lo imaginan y dieron varias descripciones como se observa en el gráfico 2. Ahí se puede notar que el 58% de los participantes, tuvo una idea más cercana a lo que es el producto, es decir, lo describieron como ligero y bebible (23%), provee energía (20%) y como dulce (15%), respectivamente.

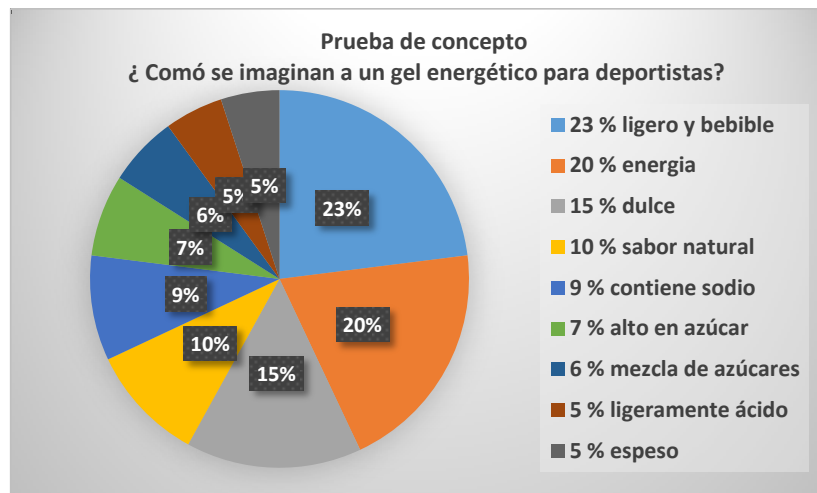


Gráfico 2: Prueba de concepto

En la prueba con el producto, una vez que degustaron una pequeña proporción debían responder la primera pregunta que fue si el producto era similar a lo que se imaginaban (Gráfico 3). Al 90% de los participantes les pareció exactamente igual a lo que se imaginaron, explicaron que todas las características que mencionaron en la prueba de concepto se asociaban con el producto; sólo el 4% mencionó que no era como se imaginaban ya que tenían una idea de un producto más ácido por ser de naranja y un poco “más espeso”. Al 6% por su parte, les pareció más o menos similar.

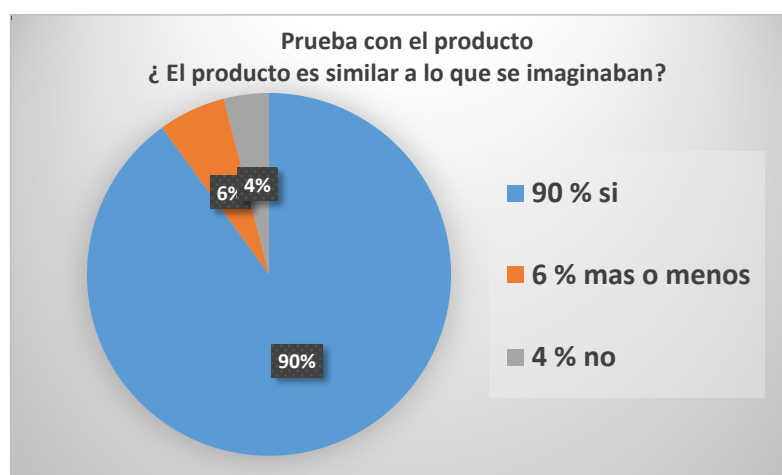


Gráfico 3: Prueba con el producto, pregunta 1

La segunda pregunta de la prueba con el producto era mencionar las características organolépticas que les agrado del producto (Gráfico 4). Varios panelistas mencionaron muchas características de las cuales se tomó las más relevantes como: el 75% mencionó que les gusta que sea bebible, 13% un sabor natural, 7% poca acidez y el 5% mencionó que les gusta que es ligero.

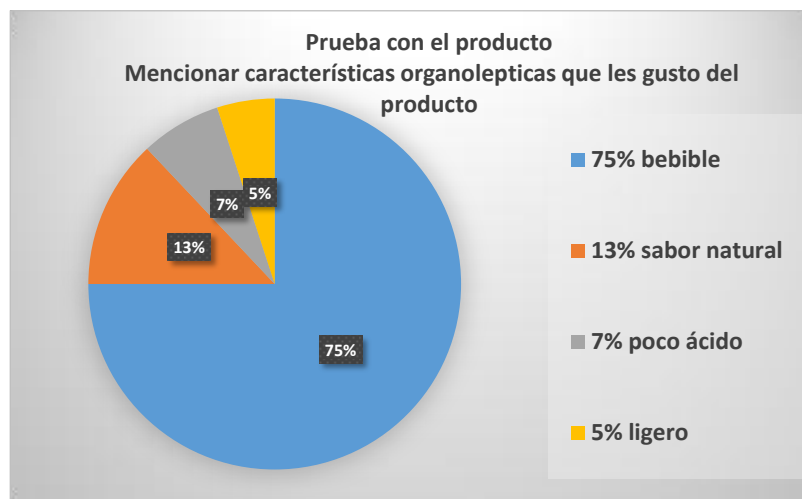


Gráfico 4: Prueba con el producto, pregunta 2

Finalmente, se les pregunto cuál era la intención de compra, si es que comprarían este producto y el 100% de los panelistas respondieron que sí, lo que indica que el producto les gusto y que podría tener muy buena acogida en el mercado ecuatoriano.

FORMULACION FINAL

Tabla 12. Formulación final

Materia Prima	g/100g
Fructosa	21.940
Glucosa	43.880
Cloruro de sodio	0.670
Citrato sodio	0.250
Benzoato sodio	0.070
Cloruro de potasio	0.030
Sorbato de potasio	0.050
Cafeína	0.025
Ácido cítrico	0.210
Saborizante de naranja	0.180
Agua	32.695
Total del producto	100.000

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

La Tabla 13 muestra los resultados del análisis físico químico del gel energético.

Tabla 13. Análisis físico-químico de la formulación final

Determinaciones	Resultados
pH	4.18 ±0.017
Actividad de agua	0.763±0.008
Azúcares totales	66 g/100g
Sodio	330 mg/100 g
Potasio	32 mg/100 g
Energía	263 Kcal/ 100g

VIDA ÚTIL

En el mercado los geles energéticos para deportistas tienen una vida útil de un año. Los métodos de conservación se basan en el control de una o más variables que influyen en la estabilidad como la actividad de agua, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes y presencia de conservantes. En este sentido, los productos de humedad intermedia tienen de 0.65 a 0.86 de actividad de agua y su contenido de agua es del 25 a 50%, por lo tanto a este producto al tener una actividad de agua de 0.763 y un contenido de agua del 32.694 % está dentro de esta clasificación por lo que tiene una vida de anaquel larga que se podría estimar de alrededor de un año, no necesita conservarse en refrigeración y tiene un crecimiento microbiano lento (Badui, 2006). La actividad de agua intermedia es suficiente para inhibir bacterias patógenas, aunque es insuficiente para evitar hongos y levaduras, por lo que en su elaboración se añadió sorbatos y benzoatos. Por otro lado, el pH de 4.18 también contribuye a la estabilidad microbiana del alimento. Finalmente, el producto fue pasteurizado para alargar la vida de anaquel, de acuerdo a Adams & Moss (2008) podría ser de hasta un año para productos almacenados a temperatura ambiente.

EMBALAJE

El embalaje primario que se utilizó fue un sachet elaborado con un film metalizado de polipropileno biorientado (BOPP) que es un material que presenta una barrera al vapor de agua y grasa, es resistente a altas temperatura, termosoldable, de

alto brillo y resistencia mecánica utilizada para envases flexibles ideal para que deportistas puedan manipularlo, transportarlo y guardarlo al momento de su ejercicio físico (Guimond, 2002).

ETIQUETA NUTRICIONAL

Tradicional

El etiquetado nutricional se realizó acorde con la norma NTE INEN 2411 (2008) (Gráfico 5). Así, el contenido neto del envase fue de 32 mL, correspondiente a 1 porción por envase. Los carbohidratos aportan con el 9% del valor diario recomendado (VDR) y el sodio con el 6%. El contenido de potasio fue de 13 mg que corresponde al 0% del valor diario recomendado, sin embargo, este bajo contenido es suficiente para cumplir su función de electrolito. El gráfico 5 muestra la etiqueta nutricional tradicional.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de porción : 32 mL		
Porciones por envase: 1		
Cantidad por porción		
Energía 451 kJ (108 kcal)		
Energía de la grasa 0 kJ (0 kcal)		
		% VDR
Grasa Total	0 g	0%
Grasa saturada	0 g	0%
Sodio	135mg	6%
Potasio	13 mg	0%
Carbohidratos totales	27 g	9%
Azúcares	27 g	
Proteínas	0 g	0%
El porcentaje de valor diario se basa en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de las necesidades calóricas		

Gráfico 5: Etiquetado Nutricional del gel energético

Semáforo

Los parámetros establecidos según la NTE INEN 022 (2014) para la elaboración de la etiqueta semáforo se describe a continuación en la tabla 14.

Tabla 14. Colores y concentraciones permitidas para la etiqueta semáforo

Color del etiquetado	Grasa Total (mg)	Azúcar (g)	Sodio (mg)
Verde	Menor o igual a 3 g en 100 g	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 gramos
Amarillo	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos
Rojo	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos.

Hoy en día el consumo de productos alimenticios que presenten concentraciones bajas en grasa, azúcar y sodio tienen mayor preferencia en el mercado, sin embargo ya que se trata de un producto elaborado para deportistas que necesitan consumir carbohidratos para reponer su energía y sodio para reponer los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico, el contenido alto en azúcar y contenido medio en sal en este caso se tomaron en cuenta como un aspecto positivo. La tabla 15 presenta el contenido de sodio y azúcar del producto y el gráfico 6 muestra la etiqueta semáforo.

Tabla 15. Resultados para el etiquetado semáforo en 100 g de producto

Componente	Cantidad	Resultado	Color semáforo
Sodio	330 mg/100g	Medio en sal	amarillo
Azúcar	65.82 g/100g	Alto en azúcar	rojo
Grasa	-	-	-



Gráfico 6: Etiqueta Semáforo del gel energético

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un gel energético para deportistas sabor a naranja que cumplió con los parámetros físico-químicos de acuerdo a las normativas ecuatorianas.
- Los tratamientos presentaron diferencia significativa en cuanto a la viscosidad y la actividad de agua, determinando que el tratamiento 2 es el mejor mediante una tabla de ponderación.
- En el focus group, los deportistas se imaginaron un producto igual al que se obtuvo, especificando que la mejor característica del gel energético era bebible y ligero. Se obtuvo también una intención de compra del 100% dentro del mercado ecuatoriano.

Bibliografía

- Adams & Moss, M. (2008). *Food Microbiology*. Edición 3. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Adroque, H. & Madias, N. (2000). *Hyponatremia*. *New England Journal of Medicine*. 342(21), 1581-1589.
- AOAC International, Official Methods of Analysis. (2012). *Water activity in foods (32.004)*. USA: AOAC International.
- AOAC International, Official Methods of Analysis. (2012). *pH of acidified foods (981.12)*. USA: AOAC International.
- AOAC International, Official Methods of Analysis. (2012). *Invert Sugars in sugar and sugar products (923.09)*. USA: AOAC International.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Edición 4. México: Pearson Education.
- Boatella, J. (2004). *Química y bioquímica de los alimentos II*. Edición 1. Universidad de Barcelona
- Crowley, R (2006). *Measuring Viscosity*. Obtenido el 27 de octubre del 2016 de: <http://www.naturalproductsinsider.com/Articles/2006/07/MeasuringViscosity.aspx>
- Cantor, J. (2008). *Progress in food engineering research and development*. Nova Publishers.
- Clarke, M. (1997). *The functional properties of sugars*. Bartens, Denver USA
- FAO. (2003). *Selección y adquisición de la materia prima incluyendo el control de calidad de los ingredientes*. Obtenido el 27 de octubre del 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/005/y1453s/y1453s08.htm>
- FDA Food and Drug Administration. *Water Activity in Foods*. Obtenido el 21 de diciembre del 2016 de: <http://www.fda.gov/ICECI/Inspections/InspectionGuides/InspectionTechnicalGuides/ucm072916.htm>
- Guimond, S (2002). *Biaxially Oriented Polypropylene (BOPP) Surface Modification by Nitrogen Atmospheric Pressure Glow Discharge (APGD) and by Air Corona*. 7: 71. DOI: 10.1023/A: 1015274118642
- Montañez, J. González, L. Venegas, J. & Nicanor, A. (2013). *Effect of the fructose and glucose concentration on the rheological behavior of high fructose syrups*. DOI: 10.5897/AJB12.1936
- NTE INEN 0051. (1974). *Sal común. Determinación del cloruro de sodio*. Obtenido el 27 de octubre del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0051.1974.pdf>

NTE INEN 022. (2014). *Resolución No. 14511. Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados*. Obtenido el 27 de octubre del 2016 de: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/RTE-022-1R.pdf>

NTE INEN 2411. (2008). *Bebidas Energéticas, Requisitos*. Obtenido el 27 de octubre del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2411.2008.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Fichas técnicas materias primas

-Ficha técnica Glucosa



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **GLUCOSA**
 Fecha de Revisión: Agosto 2014. Revisión N°3



NFPA

Estado físico:	Sólido
Color:	Incoloro
Olor:	Inodoro
Punto de fusión:	~146°C
Temperatura de ignición:	~500°C
Densidad de amontonamiento:	~630 kg/m ³
Solubilidad en agua (20°C):	~470 g/l
log Pow:	-3.24

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones a evitar: Calentamiento fuerte.

Materias a evitar

Reacción exotérmica con/Riesgo de explosión con: Halogenatos, nitratos, permanganatos, oxidantes fuertes.

Productos de descomposición peligrosos: Información no disponible

Información complementaria: Válido en general para sustancias y preparaciones orgánicas combustibles: En caso de división fina, en estado arremolinado, debe contarse en general con peligro de explosión.

SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad aguda:

LD50 (oral, rata): 25800 mg/kg

Informaciones adicionales sobre toxicidad: Sustancia presente en el cuerpo humano bajo condiciones fisiológicas. No se conocen características peligrosas en bibliografía o experiencias propias.

Información complementaria: producto natural. El producto debe manejarse con las precauciones

-Ficha Técnica Fructosa



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **FRUCTOSA**

Fecha de Revisión: Agosto 2014. Revisión N°3



NFPA

ADVERTENCIA: Los respiradores purificadores de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.

Protección de la piel: Usar guantes de protección y ropa limpia que cubra el cuerpo.

Protección de los ojos: Utilice gafas protectoras contra productos químicos. Mantenga una fuente de lavado de ojos y regaderas de emergencia en el área de trabajo.

SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Aspecto: Cristales blancos.

Olor: Inodoro.

Solubilidad: Muy soluble en agua.

Densidad: No se encontró información.

pH: No se encontró información.

% De Volátiles por Volumen @ 21C (70F): 0

Punto de ebullición: No aplicable.

Punto de fusión: 103 - 105C (217 - 221F) se descompone.

Densidad de vapor (Aire = 1): No se encontró información.

Presión de Vapor (mm Hg): No se encontró información.

Tasa de evaporación (BuAc = 1): No se encontró información.

-Ficha Técnica cafeína



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CAFEÍNA

Sinónimos: 1,3,7-Trimetilxantina. Metilteobromina. 7-Metilteofilina. Teina. Guaranina.

INCI: Caffeine.

Datos Físico-Químicos: Cafeína anhidra:

Polvo cristalino o cristales sedosos, blancos o casi blancos. Soluble en soluciones concentradas benzoatos/salicilatos alcalinos, bastante soluble en agua, fácilmente soluble en agua a ebullición, poco soluble en etanol al 96%. Punto de fusión: 238°C.

Formula Molecular: $C_8H_{10}N_4O_2$
Peso Molecular: 194,19

Cafeína citrato:

Polvo cristalino blanco. Soluble en agua, prácticamente soluble en etanol. Punto de fusión: 145 – 162°C.

Formula Molecular: $C_8H_{10}N_4O_2 \cdot C_6H_8O_7$
Peso Molecular: 386,3

Propiedades y usos: La cafeína se absorbe rápidamente por vía oral y se distribuye por todo el organismo. También se absorbe a través de la piel, pero por vía rectal la absorción es lenta y variable. Es metabolizada en el hígado casi en su totalidad vía oxidación, desmetilación y acetilación,

Dosificación: Por vía tópica, al 3 – 10 % para el tratamiento de las celulitis, y hasta el 30 % para el tratamiento de las dermatitis atópicas. Por vía oral las dosis usuales son de 30 a 300 mg de cafeína anhidra, o de 120 – 600 mg de cafeína citrato.

Efectos secundarios: Son, en general, frecuentes, aunque leves y transitorios. En la mayor parte de los casos, las reacciones adversas son una prolongación de la acción farmacológica y afectan principalmente al SNC. Efectos frecuentes son el insomnio, agitación y excitación. Efectos ocasionales son las náuseas, vómitos, diarrea, gastralgia, cefalea, tinnitus, desorientación, extrasístoles, palpitaciones, taquicardia, arritmia cardíaca, sofocos, irritabilidad, taquipnea, y poliuria. Con dosis elevadas cuadros de neurosis y ansiedad. El tratamiento debe ser suspendido inmediatamente en el caso de que el paciente experimente algún episodio de mareos o palpitaciones. La interrupción brusca de la administración regular de dosis superiores a 600 mg / día puede producir cefalea, ansiedad y espasmo muscular.

-Ficha técnica cloruro de sodio

Tabla 10. Ficha Cloruro de sodio

COLORURO DE SODIO	
NOMBRE QUIMICO	NaCl
SINONIMOS	Nombre común: sal
CARACTERISTICAS GENERALES	Estado físico: Sólido cristalino Color: Blanco. Olor: Inodoro
CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	pH: 6,7 - 7,3 (solución acuosa) Punto de fusión / de congelación: 801°C (1473°F) Punto / intervalo de ebullición: 1465°C (2669°F) Densidad (20°C): 2,165 g/cm ³ Solubilidad (20°C): 36 g / 100 mL, en agua. Soluble en glicerol; muy poco soluble en alcohol

Fuente: carlroth.com

-Ficha técnica citrato de sodio

Tabla 10. Ficha Citrato de sodio

CITRATO DE SODIO	
NOMBRE QUIMICO	CITRATO DE SODIO - C ₆ H ₅ O ₇ Na ₃ 2H ₂ O
SINONIMOS	Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico, sal trisódica.
CARACTERISTICAS GENERALES	Aspecto: Polvo blanco Estado físico: Sólido Olor: Ninguno
CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	pH: Solución acuosa ~8 Punto de congelación: >300°C - >572°F Solubilidad: Soluble en agua e indeterminado en ácido y otros medios. Corrosividad a Metales: Acero y aluminio indeterminado.

Fuente: carlroth.com

Ficha técnica Benzoato de sodio



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

SODIO BENZOATO

Sinónimos:	Sodio bencenocarboxilato. Sodio fenilcarboxilato. E-211.
INCI:	Sodium benzoate.
Formula Molecular:	$C_7H_5NaO_2$
Peso Molecular:	144,10
Datos Fisico-Químicos:	Polvo cristalino, gránulos o escamas, blancos o casi blancos, ligeramente higroscópicos. Fácilmente soluble en agua y bastante soluble en etanol al 90%.
Propiedades y usos:	<p>El sodio benzoato tiene propiedades antibacterianas y antifúngicas, y se utiliza como conservante en formulaciones farmacéuticas y cosméticas. No obstante está bastante en desuso por su baja efectividad.</p> <p>Por vía oral se absorbe desde el tracto gastrointestinal y se conjuga con la glicina en el hígado para formar ácido hipúrico, que se excreta en la orina.</p> <p>Su actividad antimicrobiana se debe principalmente al ácido benzoico sin disociar, siendo por tanto pH-dependiente, inactivándose a valores de pH > 5.</p> <p>También se ha usado como lubricante en la elaboración de comprimidos.</p> <p>Se ha observado que es efectivo para reducir las concentraciones de glicina plasmática en la hiperglicinemia no cetósica, aunque puede no serlo en la prevención del retraso mental.</p> <p>Se emplea en el tratamiento de la hiperamonemia debida a anomalías congénitas del ciclo de la urea.</p> <p>También es un ingrediente habitual en los preparados antitusígenos.</p>
Dosificación:	<p>Como conservante, hasta el 0,5 %.</p> <p>Como lubricante para comprimidos, al 2 – 5 %.</p>
Efectos secundarios:	<p>Puede causar reacciones de hipersensibilidad, con irritación de ojos, piel y mucosas. También se han dado casos de urticaria de contacto no inmunológica.</p> <p>Al ser irritante ocular, no debe emplearse como conservante en colirios.</p>

Ficha técnica Sorbato de potasio



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

ÁCIDO SÓRBICO y POTASIO SORBATO

Datos Físico-Químicos:	<p><u>Ácido sórbico:</u></p> <p>Sinónimos: Ácido 2,4-hexadienoico. E-200. INCI: Sorbic acid. Fórmula molecular: $C_6H_8O_2$ Peso molecular: 112,13</p> <p>Polvo cristalino, blanco o casi blanco. Poco soluble en agua, fácilmente soluble en etanol al 96 por ciento. Punto de fusión: 134,5 °C.</p> <p><u>Potasio sorbato:</u></p> <p>Sinónimos: 2,4-Hexadienoato de potasio. E-202. INCI: Potassium sorbate. Fórmula molecular: $C_6H_7KO_2$ Peso molecular: 150,22</p> <p>Polvo o gránulos blancos o casi blancos. Muy soluble en agua, poco soluble en etanol al 96 por ciento. Punto de fusión: 270 °C (desc.).</p>
Propiedades y usos:	<p>Presentan propiedades antibacterianas y antifúngicas, particularmente contra mohos y levaduras. Su actividad disminuye a pH > 6,0 – 6,5, siendo el óptimo de 4,5. Se usan como conservante en preparaciones farmacéuticas y cosméticas. Tiene la ventaja frente al Ácido sórbico de tener una mayor solubilidad en agua. La eficacia aumenta al combinarlos con otros antimicrobianos o con glicoles como el propilenglicol. En emulsiones es mejor usar partes iguales del ácido y de la sal de potasio por razón del coeficiente de reparto. El Potasio sorbato también ha sido usado para incrementar la biodisponibilidad ocular del timolol. Las soluciones acuosas de Potasio sorbato pueden esterilizarse por autoclave.</p>
Dosificación:	<p>Habitualmente al 0,1 – 0,2 %, a veces hasta el 0,6 % de ácido sórbico.</p>

-Ficha técnica Cloruro de Potasio

CLORURO DE POTASIO	
NOMBRE QUIMICO	KCL
SINONIMOS	Monocloruro de Potasio; Muriato de Potasio
CARACTERISTICAS GENERALES	Color: Blanco. Olor: inodoro.
CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	pH: 7 Punto de fusión / de congelación: 770°C (1418°F) Punto / intervalo de ebullición: 1500°C (2732°F)

Fuente: isusa.com.uy

-Ficha técnica de naranja



FICHA TÉCNICA ESENCIA DE NARANJA

Sinónimos:	Aceite esencial de naranja. Aceite (volátil) de naranja. Esencia de Portugal.
Datos Físico-Químicos:	<p><u>Esencia naranja</u></p> <p>Perfume mezcla de sustancias naturales y/o sintéticas.</p> <p>Líquido límpido, amarillento, de olor característico. Densidad: 0,989 - 1,009 g/ml. Índice de refracción: 1,4400 - 1,4500.</p> <p><u>Esencia naranja oral</u></p> <p>Aroma natural.</p> <p>Líquido oleoso, de color amarillo, de olor característico (cítrico, naranja). Insoluble en agua, soluble en etanol. Densidad: 0,840 - 0,860 g/ml. Índice de refracción: 1,4610 - 1,4810.</p>
Propiedades y usos:	<p>El aceite esencial se obtiene por expresión mecánica de las cortezas frescas de la naranja dulce, <i>Citrus aurantium</i> var. <i>sinensis</i> (fam. Rutáceas).</p> <p>El principal componente del aceite esencial es el limoneno, en una proporción del 90 % p/p, acompañado de aldehídos y alcoholes terpénicos.</p> <p>Se utiliza como saborizante y aromatizante.</p>
Efectos secundarios:	<p>Puede ocasionar reacciones de fotosensibilidad.</p> <p>Puede dar lugar a reacciones de hipersensibilidad.</p>
Contraindicaciones:	<p>Embarazo, lactancia, niños menores de 6 años, pacientes con problemas digestivos graves, hepatopatías, enfermedades del sistema nervioso, o alergias respiratorias.</p> <p>Hipersensibilidad a ésta o a otras esencias.</p>
Precauciones:	No apto para uso directo.
Observaciones:	Esencia naranja oral: apto uso oral.
Conservación:	En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ. Recomendado < 25 °C.

ANEXO 2. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables de respuesta.

Tabla 15. Viscosidad de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones				
	1	2	3	4	Media
1	45830	45770	45470	45350	45605±231.73
2	2200	2240	2160	2280	2220±51.65
3	4679	4719	4759	4719	4719±32.66
4C	2240	2160	2220	2280	2225±50.00

Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA) de viscosidad de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	15	54483934883	-		
Tratamientos	3	5448212683	181607089	121206.06	3.49*
Error Exp	12	179800	14983.33		

*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 16. Actividad de agua de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones				
	1	2	3	4	Media
1	0.776	0.788	0.777	0.791	0.783± 0.008
2	0.758	0.755	0.768	0.773	0.763 ±0.008
3	0.797	0.801	0.813	0.803	0.803 ±0.007
4C	0.840	0.836	0.836	0.835	0.836 ±0.002

Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA) de actividad de agua de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	15	0.0123	-		
Tratamientos	3	0.0121	0.004	400	3.49*
Error Exp	12	0.0002	0.00001		

*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.