

Desarrollo y optimización de un jugo isotónico para deportistas

Luis López¹, Emma Wittig de Penna², Andrea Bunger³, Regina Fuenzalida⁴,
Claudia Giacchero⁵ y Raúl Santana⁶

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile.

RESUMEN. Dentro de una línea de investigación de alimentos para deportistas se abordó el diseño, elaboración y control de bebidas isotónicas elaboradas a partir de concentrado natural de manzana. Se establecieron las condiciones de dilución del concentrado y diferentes combinaciones de sales que aportararan los electrolitos que se eliminan por la transpiración y que es necesario reponer, como sodio, potasio, cloruro, magnesio y calcio en concentraciones que proporcionen una presión osmótica similar a la de la sangre. Se ensayó además la adición de una premezcla de vitaminas (B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico y biotina) en diferentes concentraciones que representaban el 100, 75, 62.5, 60 y 30% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR). Se seleccionó la adición de un 30% de la IDR, adicionando sólo aquellas vitaminas de mayor importancia para la actividad física (B₁, B₂, B₆, y C). La calidad de las formulaciones, se optimizó por medio de la evaluación sensorial, considerando como variables las concentraciones del aromatizante, del colorante y de la maltodextrina. En el jugo elaborado se controló pH, acidez, sólidos totales (°Bx), densidad relativa y relación sólidos solubles - acidez, de acuerdo a las normas correspondientes. Además se controló la composición química, el valor calórico, y la calidad microbiológica y sensorial. El jugo elaborado se envasó en envases autosoportantes tipo Doy Pack, de plástico laminado coextruido, en volúmenes de 250 ml. Este producto presentó una calidad microbiológica óptima, buenas características organolépticas y un valor calórico de 101.18 Kcal/250 ml de producto. Al realizar el estudio de vida útil a temperatura ambiente (15-25°C) y de refrigeración (3-5°C), el factor limitante fue el sabor, definiéndose una vida útil de por lo menos 3 meses almacenado a 3-5°C. El producto desarrollado proporciona las concentraciones de electrolitos necesarias para caracterizarlo como bebida isotónica, recomendada para deportistas y otras actividades que se caracterizan por transpiración intensa.

SUMMARY. Development and optimization of an isotonic beverage for athletes. Within a research program on food products for athletes starting from natural apple concentrate, the design, manufacture and control of isotonic beverages, was undertaken. The dilution conditions for the apple concentrate were established studying several salts combinations which will supply those electrolytes that are eliminated through sweat and have to be replenished. They are sodium, potassium, chloride, magnesium and calcium in concentrations such as to supply an osmotic pressure similar to that observed in blood. The addition of a premix of vitamins (B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, folic acid, niacin, panthotenic acid and biotin) in several levels of the Recommended Daily Allowance (RDA) (100, 75, 62.5, 60 and 30% of the RDA) was assayed. The obtained formula tasted salty and medicine-like, therefore the vitamin content had to be reduced, supplying 30% of the RDA in a premix constituted by those vitamins which are the most important for physical activity (B₁, B₂, B₆ and C). The quality of the formula was optimized considering variables such as flavor, color and maltodextrine levels by using methods of sensory evaluation. In the elaborated beverage controls such as pH, acidity, total solids (°Bx), relative density and soluble solids/acidity ratiocomplying with the corresponding standars, were carried out. In addition, chemical composition, caloric value, microbiological and sensory quality, were controlled. The fruit juice was packed in a 250 ml autosupporting Doy Pack-like bag. Both, microbiological and sensory quality were good, and the caloric value was 101.18 Kcal/250ml. Shelf life studies at two different temperatures conditions 15-25°C and 3-5°C, were carried out. The limiting factor was flavor which defined a shelf life of at least 3 months, stored at refrigeration temperature (3-5°C). The formulated beverage supply the electrolyte concentrations which allows to be characterized as isotonic beverage, recommended for athletes.

- 1 Profesor Asociado de Microbiología de Alimentos. Universidad de Chile.
- 2 Profesor Titular de Evaluación Sensorial. Universidad de Chile.
- 3 Profesor de Evaluación Sensorial. Universidad de Chile.
- 4 Investigador IDIEF. Universidad de Chile.
- 5 Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile.
- 6 Master en Nutrición. Profesor Titular de la Universidad Metropolitana.

INTRODUCCION

La dieta consumida por un deportista debe ser balanceada, de modo que el organismo pueda ejercer sus funciones en forma óptima y reaccionar adecuadamente frente a factores nutricionales que pudieran traer como consecuencia una

disminución del rendimiento físico (1). Se ha calculado que el 25% de la energía utilizada por los músculos se transforma en calor. Para que la temperatura muscular no aumente en exceso, el organismo utiliza como sistema de regulación térmica la transpiración. Cuanto más intenso sea el esfuerzo físico, mayor será ésta, fenómeno que es prácticamente inmediato; no median más de 3 segundos entre el inicio del esfuerzo y la aparición de la transpiración (2,3).

La cantidad de líquido que se evapora es directamente proporcional al calor, humedad e intensidad del esfuerzo, lo que trae como consecuencia un riesgo potencial de deshidratación. En condiciones normales, el hombre necesita alrededor de 3 litros diarios de agua para mantener su equilibrio hídrico. En caso de un esfuerzo físico importante las necesidades de agua aumentan hasta más de 2 litros por hora (4). La transpiración va siempre acompañada de una pérdida de electrolitos, en especial sodio, calcio, cloruro, potasio y magnesio, lo que implica que una actividad intensa aumente la demanda de estos minerales debiendo reponerse en forma rápida (5).

La reposición de la transpiración por agua pura no es una solución eficaz, ya que el organismo es incapaz de utilizarla debidamente y se elimina rápidamente arrastrando nuevas pérdidas de electrolitos, llegando a producir diferentes trastornos como por ejemplo calambres musculares. Se ha comprobado también, que los requerimientos vitamínicos aumentan durante la realización del ejercicio prolongado, lo que implica una reposición de las vitaminas eliminadas en la transpiración, para mantener la capacidad física (6). Estas consideraciones permiten deducir que la dieta ideal para un deportista debe ser diseñada correctamente, de modo de satisfacer los requerimientos tan exactamente como sea posible.

En este contexto se han desarrollado bebidas isotónicas para deportistas, que cumplen con el objetivo de reemplazar el agua, vitaminas y minerales perdidos durante el ejercicio físico. El término «isotónico» indica que la concentración de minerales del producto ejerce la misma presión osmótica que la sangre, permitiendo de esta forma acelerar la velocidad de absorción de nutrientes, con lo que el cuerpo fatigado se recupera más rápidamente (7).

En Chile no existen productos nacionales que cumplan con estas características, por lo que este grupo de la población debe recurrir a la adquisición de productos importados, los que generalmente son de un costo elevado y no corresponden a los hábitos del chileno. Considerando esta situación se abordó el desarrollo de bebidas isotónicas para deportistas, a base de concentrados de frutas, que además de proporcionar los minerales y vitaminas necesarios, presentarán una calidad atractiva y duradera, para asegurar así su aceptabilidad.

MATERIAL Y METODOS

Para lograr los objetivos se realizaron las siguientes etapas:

1. Elección y optimización de la formulación. La elección de la formulación base se realizó considerando las

preferencias dentro de los jugos naturales y la pérdida cuali y cuantitativa de minerales y vitaminas a través de la transpiración. Para optimizar la formulación se evaluaron las diferentes alternativas elaboradas, con un panel sensorial entrenado, empleando la prueba descriptiva de valoración de calidad en escala de 1 a 4, en que 1= malo y 4= excelente.

a. Materias primas:

- Concentrado natural: Se utilizó concentrado de manzana (70°Bx).
- Agua desionizada: Se seleccionó con el fin de estandarizar el contenido de minerales.
- Maltodextrina: Se eligió por sus características funcionales de proporcionar cuerpo, poseer un alto valor energético (378 Kcal/100g) y baja osmolaridad (la solución al 5% alcanza 107 mOsm/kg H₂O).
- Premezcla de minerales: Está constituida por la mezcla de los principales minerales que se eliminan durante el esfuerzo físico: sodio (citrato y cloruro), cloruro (de sodio y de potasio), potasio (citrato y cloruro), calcio (fosfato) y magnesio (carbonato). Fueron incorporados con grado de pureza pro-análisis (8).
- Premezcla de vitaminas: constituida por las principales vitaminas que se pierden durante el ejercicio físico: C, B₁, B₆, B₂.
- Acido cítrico: Se adicionó con el propósito de modificar el sabor y mantener la relación °Bx/Acidez. Además potencializar el sabor típico de la fruta.
- Preservante: Se empleó una mezcla de benzoato de sodio y sorbato de potasio (2:1) en proporción de 1g/l de producto (9).
- Antioxidante: Se utilizó eritorbato de sodio con el fin de controlar el deterioro que provoca la oxidación en el color y sabor de los jugos, basándose en su efecto reductor.
- Colorante: Se utilizó colorante manzana N° 3060-20 (Cramer).
- Aroma: Se adicionó extensor de aroma de manzana N° 75649-33 (Givaudan).
- Envase: Se utilizaron envases autosoportantes, tipo Doy Pack constituidos por las siguientes capas de polímeros: poliéster/ polietileno, polipropileno/ polietileno, celofán/ polietileno, aluminio/ polietileno y poliéster/ aluminio/ polietileno. La capacidad del envase es de 250 ml y sus dimensiones son 100x170 mm y 100 µ de espesor.

b. Optimización de las formulaciones.

La optimización se efectuó evaluando diferentes alternativas de niveles de materias primas tales

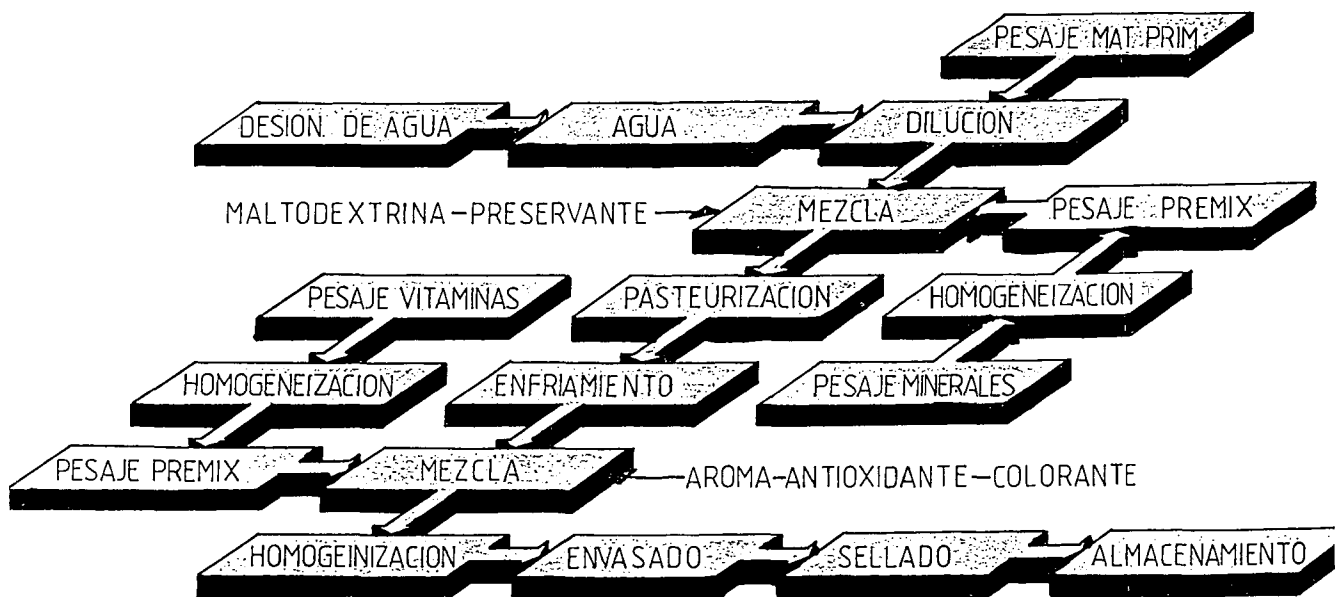
como premezcla de minerales, vitaminas, aroma, colorante y maltodextrina. Para discriminar y seleccionar las mejores alternativas se trabajó con un panel sensorial que evaluó con la prueba de rangos para preferencia. Los resultados del panel se analizaron por el método no paramétrico de Kramer (10,11).

2. Elaboración y control del producto.

a. Elaboración del producto. El proceso utilizado para elaborar el producto (Fig. 1) consistió fundamental-

mente en el pesaje de materias primas, dilución con aguadesionizada hasta 10°Bx, adición de la premezcla de minerales y demás aditivos y someter la mezcla homogeneizada a una pasteurización en baño de agua hirviendo hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C. Posteriormente se enfrió a 50°C (temperatura interna) y se adicionó la premezcla de vitaminas y el resto de los ingredientes. Se homogeneizó y envasó a una temperatura de 50°C, sellando las unidades y almacenándolas convenientemente para el estudio de vida útil.

FIGURA 1
Diagrama de bloques



b. Controles del producto elaborado. El producto elaborado fue sometido a los siguientes controles:

- Controles físicos: sólidos solubles (refractómetro manual), densidad relativa, relación sólidos solubles/acidez titulable y sedimentación de acuerdo a especificaciones de Normas Copant (14, 15, 16).
- Calidad microbiológica: Recuento total de gérmenes aerobios mesófilos y de *Staphylococcus aureus* de acuerdo a Norma Chilena (17,18) y recuento de hongos y levaduras según especificaciones de Food and Drug Administration (19).
- Calidad sensorial: se determinó por medio de la prueba de calidad de Karlsruhe con escala por variable en 9 puntos, diseñada especialmente para jugos isotónicos (Tabla 1). Se trabajó con un panel abierto de 8 jueces entrenados. Las variables de calidad evaluadas fueron

color, aroma, sabor y cuerpo y la calidad total se calculó mediante la sumatoria de estas variables ponderadas por los factores 0.2 - 0.3 - 0.3 y 0.2 respectivamente.

- Composición química: se determinó humedad, proteínas, lípidos, cenizas, fibra cruda y carbohidratos totales de acuerdo a lo recomendado por AOAC (13) y vitaminas por HPLC.
- Valor calórico: se calculó usando los siguientes calores de combustión: 4.1 - 4.1 y 9.3 Kcal para proteínas, carbohidratos y lípidos, respectivamente (20). Se midió además la distribución calórica por ciento, que corresponde a las Kcal(%) provenientes de proteínas, lípidos y carbohidratos y se expresa como la proporción Kcal de proteínas: Kcal de lípidos: Kcal de carbohidratos.

TABLA 1
TABLA DEL TEST DE VALORIZACION DE CALIDAD DE JUGOS ISOTONICOS CON ESCALA DE KARLSRUHE

Características	Calidad Grado 1: Caracterist. Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro. Indeseable		
	Excelente 9	Muy buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
Color	Específico, agradable, muy bonito, muy típico, muy brillante, muy intenso, muy equilibrado, muy atractivo.	Típico, intenso, bonito, agradable, brillante, equilibrado y atractivo.	Natural, típico, algo pálido u oscuro, algo disminuido, a un atractivo, a un agradable.	Algo alterado, algo pálido, algo disminuido poco brillante, algo desequilibrado.	Inicio de degradación, pálido, disminuido, opaco, poco equilibrado, algo desagradable.	Poco específico degradado, muy pálido, muy disminuido poco agradable Poco natural.	Artificial, desagradable poco atractivo.	Muy desagradable, el color típico ha desaparecido. Completamente artificial.	Color francamente alterado muy desagradable, repugnante.
Aroma	Típico de la fruta, completamente armonico completamente natural, equilibrado, fresco.	Típico de la fruta, completo, intenso, puro, natural, equilibrado, fresco	Correcto. Recuerda a la fruta, a un intenso, natural, equilibrado, aun fresco. Algo medicamentoso, pero no desagradable.	Ligeramente alterado, algo añejo, algo artificial, algo plano, aun recuerda la fruta. Medicamentoso.	Algo alterado, a un aceptable, poco armónico, poco típico, apanado, algo extraño. Medica mentoso poco finido.	Alterado, sin armonía, modificado, desequilibrado, dañado, algo fermentado. Medica mentoso intenso. No definido.	Claramente alterado, artificial disminuido. Fermentado, desagradable. Aroma medicamentoso muy intenso.	Artificial Atípico, fermentado, desagradable aun no repulsivo.	Extraño, desagradable. Totalmente fermentado. Francamente deteriorado.
Sabor	Especialmente completo, específico de la fruta, muy natural, muy agradable, muy equilibrado, muy puro, muy fresco. Con acidez y amargo excepcionalmente bueno	Específico de la fruta, natural, muy completo, agradable, equilibrado, típico, puro, fresco, pleno, delicado intenso Con acidez y amargor muy bueno. Sabor residual que no desagrada.	Normal, específico, a un intenso, aun fresco, natural, a un puro, leve sabor medicamentoso y/o sabor residual más pronunciado pero no desagradable.	Ligeramente alterado. No tan típico, no tan intenso, no tan fresco, no tan puro. Con sabor residual aceptable. Medicamentoso	Alteración a un aceptable. Plano poco intenso. Poco típico natural. No puro, disminuido, algo extraño. poco definido. Medicamentoso y sabor residual más intenso.	Alterado, desequilibrado, insípido, poco agradable. Muy dulce o muy amargo o muy ácido. Disociado. Algo enmohecido, algo fermentado. Medicamentoso Intenso sabor residual no definido.	Claramente alterado, sabor muy disminuido muy desequilibrado, muy disociado. Demasiado dulce, o demasiado ácido o demasiado amargo. Enmohecido, fermentado. medicamentoso muy intenso y sabor intenso y sabor residual desagradable.	Bastante alterado. Desagradable. Muy extraño. Muy amargo, muy artificial. Rancio. Aun no repulsivo.	Extraño, desagradable. Putrefacto, fermentado. Enmohecido Rancio. Francamente deteriorado.
Cuerpo	Excepcionalmente típico, muy equilibrado, muy suave. Sensación bucal completa, plena, excepcionalmente agradable. Excelente viscosidad.	Muy bueno, muy típico, muy equilibrado, muy agradable. muy suave. Viscosidad muy buena	Bueno, típico, equilibrado, sensación bucal completa. Agradable. buena viscosidad.	Ligeramente alterado. Menos equilibrado. Algo espeso o algo diluido.	Algo alterado. Muy espeso o muy diluido.	Claramente alterado. Muy espeso o muy diluido	Claramente alterado. Modificado. Muy desuniforme. Muy diluido o	Intensamente alterado. Desagradable.	Más que desagradable.

3. Estudio de vida útil.

El estudio de vida útil se desarrolló evaluando el producto mantenido en condiciones de refrigeración (3-5°C) y a temperatura ambiente (20-25°C) a los 0- 7- 15- 20- 45- 60- 75 y 90 días de almacenamiento. En cada ocasión se realizaron controles químicos (pH y acidez titulable), físicos (sólidos solubles), microbiológicos (recuento total, de *S. aureus* y hongos y levaduras) y sensoriales (prueba de calidad de Karlsruhe).

Se estableció que la perecibilidad del producto queda definida por los siguientes criterios:

Microbiológicos: cuando el recuento total supere los límites establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos para jugos, es decir 6.0×10^4 ufc/ml (21).
Sensoriales: cuando en el producto se detecte el deterioro de las variables de calidad sensorial sobrepasando los límites aceptables para su comercialización, es decir 5.5 de la escala de Karlsruhe (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Elección y optimización de la formulación.

a. Elección de la formulación: Con el fin de establecer los °Bx del jugo isotónico, se realizaron diluciones del concentrado hasta obtener 9- 10-11- 12- 13 y 14 °Bx. Se midió la dilución óptima mediante un panel sensorial a través de una prueba de rangos de preferencia, la cual determinó que la concentración óptima era de 10 °Bx, lo que concuerda con los valores encontrados en jugos comerciales, los cuales fluctúan entre 10 y 12 °Bx.

Selección de la premezcla de vitaminas. Se ensayaron diferentes formulaciones con 10 °Bx y contenido de minerales constante. En ensayos preliminares se consideró inicialmente una premezcla que incluía 10 vitaminas diferentes, que se adicionaron en concentraciones igual al 100- 75- 62.5 y 60% del IDR. Estas fueron calificadas de «mala» a «regular», con puntajes que fluctuaron entre 1.4 y 2.1 presentando un sabor salino medicamentoso. Por esta razón se decidió elaborar la formulación rebajando el contenido de vitaminas al 30% de la IDR y se decidió adicionar sólo aquellas más necesarias para el esfuerzo físico, como son las vitaminas C, B1, B2 y B6. Esto concuerda con la composición de otros preparados similares que se ofrecen en los mercados extranjeros.

Selección de la premezcla de minerales. El intenso sabor salino destacado anteriormente se debería a la concentración y composición de las sales adicionadas. De acuerdo a datos de literatura se formularon 4 premezclas diferentes, las cuales fueron evaluadas sensorialmente en el jugo de 10 °Bx, que contenía la premezcla de vitaminas seleccionada anteriormente (30% IDR). La calificación para las formulaciones fluctuó entre 2.3 y 2.5 (regular a bueno). La composición final de las premezclas seleccionadas se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2
COMPOSICION DE LAS PREMEZCLAS
SELECCIONADAS

Minerales (g/250 ml)		Vitaminas (mg/250 ml)	
Citrato de sodio	0.1250	C	31.25
Cloruro de sodio	0.0122	B1	0.63
Citrato de potasio	0.0500	B2	0.75
Cloruro de potasio	0.0250	B6	0.75
Carbonato de magnesio	0.0225		
Fosfato de calcio	0.0225		

b. Optimización de la formulación seleccionada. Mediante la aplicación de pruebas sensoriales de preferencia se optimizó el tipo de aroma y la concentración de colorante, maltodextrina y ácido cítrico a incorporar. De acuerdo a los resultados para cada una de las variables, se obtuvo la siguiente formulación optimizada (Tabla 3).

TABLA 3
FORMULA DEL JUGO ISOTONICO DE MANZANA

Materia prima	g/100 ml
Concentrado de manzana (70 °Bx)	14.90
Agua desionizada	79.86
Premix vitaminas	0.012
Premix minerales	0.11
Maltodextrina	4.42
Acido cítrico	0.53
Colorante	0.018
Aroma	0.018
Eritorbato de sodio	0.044
Benzoato de sodio: Sorbato de potasio (2:1)	0.088

2. Elaboración y control del producto.

a. Elaboración del producto. Se realizó de acuerdo al diagrama de bloques presentado en la Fig. 1.

b. Controles del producto. A excepción del control microbiológico se realizaron comparativamente con un jugo comercial no isotónico similar y un jugo importado isotónico similar.

Controles químicos y físicos.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4, en la cual se señalan los valores de la Norma Copant 708/76 (23).

TABLA 4
CONTROLES QUIMICOS Y FISICOS

	Jugo isotónico experimental	Jugo isotónico comercial	Jugo comercial	Norma Copant 708/75	
				mínimo	máximo
pH	3.8	2.6	3.8	3.3	4.0
Acidez titulable*	0.31	0.36	0.27	0.3	0.7
Sólidos solubles (°Bx)	15.0	7.0	13.9	11.0	—
Densidad relativa	1.064	—	1.055	1.044	—
°Bx/Acidez	48.38	19.44	51.9	15.5	40.0

* Expresada en g/100 ml de ácido málico anhidro

Los valores de pH del jugo elaborado y del no isotónico están de acuerdo a la norma, sin embargo el jugo isotónico importado presenta un pH más ácido, lo cual podría atribuirse a las preferencias de los consumidores del país de origen (EE.UU). Esta situación se evidencia también en el valor de acidez determinado. La densidad relativa y los sólidos solubles, se encuentran dentro de los intervalos señalados por la Norma; sin embargo en el caso de la relación °Bx/acidez, tanto el jugo formulado en este trabajo, como el producto no isotónico no cumplen con los límites establecidos. Esta variable es un índice organoléptico que indica el grado de madurez de la fruta en el momento de la cosecha. Si está muy madura, la cantidad de pectina aumenta y también los sólidos totales, influyendo en el valor de este índice (24). En el caso del jugo formulado, por tratarse de un producto dietético adicionado de un agente de volumen, esta Norma no es aplicable.

Calidad microbiológica. Tanto para el recuento total, de *S. aureus* y de hongos y levaduras el valor obtenido fue de menos de 10 ufc/ml. Al comparar los resultados con los límites microbiológicos, establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos para este tipo de producto, se puede deducir que el jugo elaborado presenta una óptima calidad microbiológica.

Calidad sensorial. Los resultados se presentan en la Tabla 5. El jugo isotónico experimental presenta una calidad total de 7.4 que corresponde a un producto con características típicas al igual que el jugo comercial no isotónico, con un puntaje de 7.7. Sin embargo, el jugo isotónico importado obtuvo un puntaje total de 5.9, que corresponde a una calidad satisfactoria y deterioro tolerable en sus parámetros.

TABLA 5
CALIDAD SENSORIAL DEL JUGO DE MANZANA

Parámetros	Jugo isotónico experimental	Jugo isotónico comercial	Jugo comercial
Color	7.3	7.3	7.1
Aroma	7.4	6.1	7.8
Sabor	7.2	4.8	7.7
Cuerpo	7.8	5.6	8.0
Calidad Total	7.4	5.9	7.7

Composición química y valor calórico. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 6. como se observa, el principal constituyente nutritivo corresponde a carbohidratos que aportan 100, Kcal/250 ml. Los contenidos de vitaminas y minerales por porción de jugo (250 ml), corresponden aproximadamente al 30% y 100% de los IDR, respectivamente.

TABLA 6
COMPOSICION Y VALOR CALORICO DEL JUGO ISOTONICO DE MANZANA

	Composición g/250 ml	Kcal/250 ml	Distribución calórica (%)
Humedad	223,25		
Nitrógeno total	0,0275	0,725	0,7
Azúcares totales*	24,5	100,45	99,3
Na**	117,25		
K**	176,0		
Ca**	26,5		
Mg**	7,75		
Cl**	166,0		
Vitamina C**	62,5		
Vitamina B1**	0,4		
Vitamina B2**	0,33		
Vitamina B6**	0,7		
Valor calórico		101,195	
			101,18

* Valor analítico expresado en azúcar invertido

** mg/250 ml

3. Estudio de vida útil.

a. Controles químicos y físicos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7. La acidez experimentó un aumento en el tiempo, acompañado de una disminución del valor del pH. Este aumento de acidez es mayor en el producto a temperatura ambiente. En el producto refrigerado se observa una estabilización entre los 15 y 60 días para luego aumentar. En general, se observa que durante el almacenamiento a ambas temperaturas no se producen variaciones significativas en el contenido de sólidos solubles. Sin embargo, en ambos casos se puede ver que la relación °Bx/acidez experimenta una disminución en el tiempo, definida por el aumento de la acidez.

b. Calidad microbiológica. Los resultados obtenidos se presentan en la Fig. 2. A los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente comienzan a obtenerse recuentos de bacterias totales y de hongos y levaduras. A temperatura de refrigeración sin embargo, los hongos y levaduras son detectados a los 45 días y sólo a los 90 días se obtiene un recuento total de 2.0×10^2 ufc/ml. En ambas condiciones de almacenamiento, los recuentos hasta los 90 días cumplen con las especificaciones para bebidas analcohólicas establecidas por la reglamentación vigente.

TABLA 7
CONTROLES QUIMICOS Y FISICOS EN EL TIEMPO

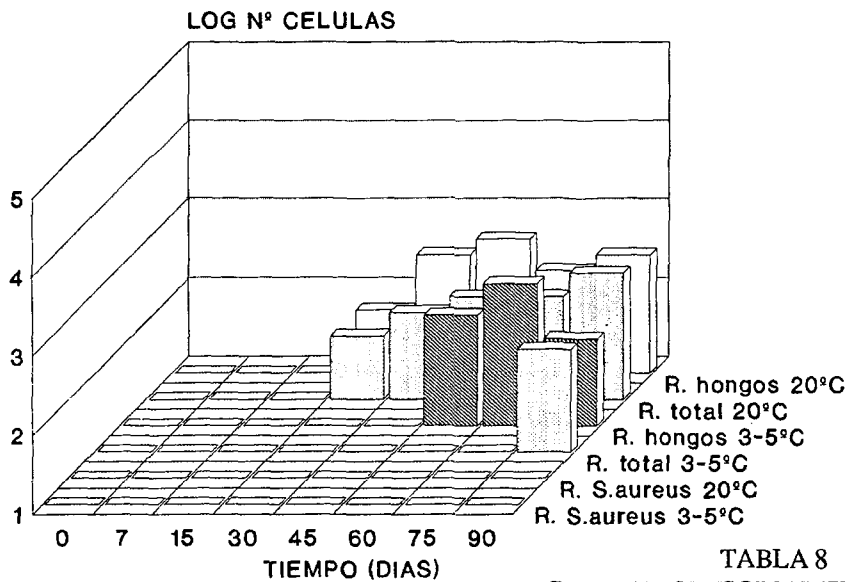
	Tiempo de almacenamiento (días)															
	0		7		15		30		45		60		75		90	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Acidez*	0.31	0.31	0.31	0.31	0.33	0.33	0.34	0.33	0.35	0.33	0.35	0.33	0.36	0.34	0.36	0.35
pH	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5
Sólidos solubles	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	15.0	15.0	15.0	14.8	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
°Bx/																
Acidez	48.4	48.4	48.4	48.4	44.5	44.8	44.1	45.5	42.9	44.8	42.9	45.5	41.7	44.1	41.2	42.4

A: Temperatura ambiente (20+5 °C)

B: Temperatura refrigeración (3-5 °C)

* Expresada en g/100 ml de ácido málico anhidro

FIGURA 2
Vida útil . Calidad microbiológica del jugo de manzana



c. Calidad sensorial. Los resultados de la calidad sensorial del producto almacenado a ambas temperaturas se presentan en la Tabla 8. Se observa que ambos productos siempre se mantienen dentro de una calidad «satisfactoria» (=6) a «muy buena» (=8). A temperatura ambiente se alcanzó un puntaje de 6.4 a los 90 días, que corresponde a un calificativo de «satisfactorio» a «bueno». En cambio a temperatura de refrigeración al cabo de 90 días, alcanzó un puntaje de 6.8 que corresponde a «bueno». Si se considera como límite máximo de comercialización el puntaje 5.5 éste se alcanzaría a los 165 días, almacenado a temperatura de refrigeración. En general, la variable que experimentó un mayor deterioro en el tiempo fue el sabor. De acuerdo a estos resultados, se estableció que la vida útil del jugo isotónico de manzana, en condiciones de refrigeración fue por lo menos 90 días.

TABLA 8
CALIDAD SENSORIAL EN EL TIEMPO

	Tiempo de almacenamiento (días)															
	0		7		15		30		45		60		75		90	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Color	7.5	7.4	7.5	7.4	7.2	7.3	7.2	7.8	6.1	7.6	6.1	7.7	6.0	7.5	6.0	7.6
Aroma	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.8	7.6	7.5	7.5	7.2	6.5	6.5	6.5	6.0
Sabor	7.5	7.6	7.5	7.6	7.4	7.3	7.2	7.3	6.8	6.9	6.2	7.2	6.0	7.0	5.8	6.8
Cuerpo	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	8.0	7.8	7.9	7.8	7.9	7.7	8.0	7.5	7.6	7.4	7.4
Calidad Total	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.4	7.7	7.1	7.4	6.9	7.5	6.5	7.1	6.4	6.8

A: Temperatura ambiente (20+ 5°C)

B: temperatura refrigeración (3 - 5 °C)

CONCLUSIONES

Es factible la elaboración de un jugo isotónico a partir de concentrado natural de manzana de 70 °Bx.

La bebida desarrollada cubre el 30% de la IDR de las vitaminas C, B₁, B₂ y B₆ y aporta los minerales que se pierden a través de la transpiración: sodio, potasio, calcio, magnesio y cloruro.

El valor calórico de la bebida elaborada proviene de los carbohidratos, que son su principal constituyente, otorgando 101.18 Kcal/250 ml del producto.

En la determinación de vida útil, el factor limitante resultó ser la calidad sensorial, siendo el sabor el parámetro que experimenta el mayor deterioro, pero no alcanzó el límite de comercialización de 5.5 hasta los 90 días controlados. Por extrapolación se calculó una vida útil de 165 días.

Se recomienda almacenar el jugo isotónico de manzana a temperatura de refrigeración (3-5 °C). De esta forma el producto mantiene su buena calidad tanto química, microbiológica como sensorial, por lo menos durante 90 días.

REFERENCIAS

1. Spokes P.G. Guía Médica del Deporte. Ed. CECSA, Cuernavaca, 1985.
2. Nestlé. Nutrición en el deporte. Sociedad Nestlé. AEPA, Vevey, 1989.
3. Gatorade Sports Science Institute. Publicación Técnica, Chicago, 1990.
4. Smith Nathan J. Nutrición en el deporte. INTA-ONU Publicación Docente. Santiago, 1981.
5. Roche. Servicio Técnico. «Vitaminas en la alimentación del deportista». 1991.
6. Nestlé. Vitaminas. ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? Nestec S.A. Ed. Centre de Documentation Department Affaires Publiques, Vevey. 1987.
7. Roche. Servicio Técnico «Propiedades, fabricación y usos de la fructosa como materia prima en la industria alimentaria». 1988.
8. List D. Institut für Lebensmitteltechnologie und biotechnologie. Technische Universität Berlin. Comunicación Personal. 1989.
9. Schmidt-Hebbel H. Aditivos y contaminantes de alimentos. Ed. Universitaria, Santiago. 1979.
10. Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial: una metodología actual para Tecnología de Alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago, 1981.
11. Jellinek G. Sensory evaluation of foods: Theory and practice. VCH Publishers, Florida. 1985.
12. NCh 1138n76. Instituto Nacional de Normalización INN. Productos de frutas y vegetales. Determinación de acidez. 1976.
13. Association of Official Analytical Chemists AOAC. Methods of Analysis. 40th Edition, Washington D.C. 1984.
14. Norma Copant 932/78. Método de determinación de densidad relativa. 1978.
15. Norma Copant 938/78. Método de determinación relación sólidos solubles - acidez titulable. 1976.
16. Norma Copant 061/76. Método de determinación de sedimentación. 1976.
17. NCh 1176n76. Instituto Nacional de Normalización INN. Alimentos. Determinación de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva. 1976.
19. Food and Drug Administration FDA. Bacteriological Analytical Manual. Division of Microbiology. 5th Ed. Washington D.C. 1978.
20. Schmidt-Hebbel H. Ciencia y tecnología de los alimentos. Ed. Universitaria. Santiago. 1981.
21. Servicio Nacional de Salud SNS. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago. 1982.
22. Paulus K. y Noval I. II Ergebnisse von Untersuchungen über die sensorische und ernährungsphysiologische qualität , verschiedenen speiseformen. Lebensmittel Wissen Technologie, 3:5-17. 1978.
23. Norma Copant 708/76. Jugo de Manzana. 1976.
24. Primo Yufera E. Química Agrícola III. Ed. Alhambra, Madrid, 1980.

Recibido : 21-07-1993

Aceptado: 30-05-1994