



# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas

Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química

Laboratorio de Procesos de Alimentos

## **PATROCINANTE:**

**Prof. Eduardo Castro Montero**

**Ingeniero Civil Químico**

**Magíster en Ciencias de los Alimentos**

## **DIRECTORES:**

**Prof. Eduardo Castro Montero**

**Ingeniero Civil Químico**

**Magíster en Ciencias de los Alimentos**

**Prof. Luis Puentes Díaz**

**Ingeniero en Industria Alimentaria**

**Doctor en Tecnología de Alimentos**

# **“FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE UN PRODUCTO EN POLVO PARA DEPORTISTAS DE RESISTENCIA”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**SERGIO ANTONIO LOBOS ARANEDA**

**SANTIAGO DE CHILE**

**2011**

**RESTRINGIDA 2 AÑOS**

*“A mis padres, por crear un hogar en donde se pueden desarrollar los sueños y las aspiraciones de vida...”*

*A Mario Rodríguez, mi entrenador, un motivador inagotable de los sueños de sus deportistas...”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de memoria.

A mis padres Viola y José, y a mis hermanos José, Isabel y Carlos, por su apoyo incondicional durante las múltiples etapas de mi vida.

A mi entrenador Mario Rodríguez, un tremendo profesional pero más aún una tremenda persona.

A mis profesores, en especial a Eduardo Castro y Luis Puente, por creer y motivar el desarrollo de nuevos desafíos entre los alumnos.

A los profesores: Andrea Bunger, José Romero, Luis López y Lilian Abugoch por su orientación en algunos temas de la investigación.

A mis compañeros: Paula Cabezas, Tomás Cáceres, Daniela Araya y Camila Garate por su apoyo durante la realización de esta memoria.

A mi amiga Bárbara López, una fuerte motivadora de los proyectos y desafíos en los cuales me he embarcado.

A mi amigo Mariano Pereyra por su apoyo profesional durante la realización de esta memoria.

A la profesora Olosmira Correa y los técnicos del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica; al CEPEDQ; a los técnicos Juan Carlos, Don Carlos, Don Manuel y Don Óscar; y a la Sra. Marta por su apoyo desinteresado en el desarrollo de esta memoria.

A mis compañeros deportistas y al panel entrenado por su contribución en las evaluaciones sensoriales realizadas.

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice general	iv
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	ix
Índice de anexos	x
Resumen	xi
Summary	xii
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes generales	1
1.2 Necesidades nutricionales específicas	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis de trabajo	4
2 Desarrollo de suplementos para deportistas	5
2.1 Antecedentes generales	6
2.1.1 Ejercicio físico	6
2.1.2 Deportistas de resistencia	7

2.2	Necesidades nutricionales de deportistas de resistencia	8
2.2.1	Macronutrientes	8
2.2.2	Micronutrientes	14
2.2.3	Ayudas ergogénicas	16
3	Metodología	18
3.1	Formulación del producto	18
3.1.1	Revisión de literatura científica y formulación del producto	18
3.1.2	Elección de materias primas y aditivos	19
3.2	Optimización de la aceptabilidad del producto	19
3.2.1	Diseño experimental	19
3.2.2	Evaluación con consumidores	20
3.3	Caracterización química	21
3.3.1	Contenido de humedad y actividad de agua	21
3.3.2	Contenido de proteína	23
3.3.3	Cenizas totales	23
3.3.4	Contenido de materia grasa	23
3.3.5	Contenido de extracto no nitrogenado	23
3.4	Caracterización física	24
3.4.1	Densidad bulk	24
3.4.2	Ángulo de reposo	25
3.4.3	Tamizado	26
3.5	Caracterización microbiológica	26
3.5.1	Recuento Aerobios Mesófilos (RAM)	28

3.5.2	Recuento en placa de Hongos y Levaduras	29
3.6	Elección de envase	29
3.7	Estudio de vida útil	30
4	Resultados y discusiones	32
4.1	Fórmula final del producto	32
4.2	Optimización de la aceptabilidad del producto	34
4.3	Caracterización química	37
4.3.1	Contenido de humedad y actividad de agua	37
4.3.2	Contenido de proteína	38
4.3.3	Cenizas totales	38
4.3.4	Contenido de materia grasa	38
4.3.5	Contenido de extracto no nitrogenado	39
4.4	Caracterización física	39
4.4.1	Densidad bulk	39
4.4.2	Ángulo de reposo	39
4.4.3	Tamizado	40
4.5	Caracterización microbiológica	41
4.6	Envase	42
4.7	Vida útil del producto	43
4.7.1	Humedad durante almacenamiento	43
4.7.2	Actividad de agua durante almacenamiento	44
4.7.3	Densidad bulk durante almacenamiento	45
4.7.4	Ángulo de reposo durante almacenamiento	46
4.7.5	Test diferencias contra control	47

CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS	52
ANEXOS	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Resultados esperados del suplemento para deportistas	17
Figura 3.1: Equipo de medición de actividad de agua Aw Value Analizer 5803, Luff Mess	21
Figura 3.2: Equipo ERWEKA EVM (Alemania) utilizado para determinar densidad bulk	24
Figura 3.3: Equipo utilizado para determinar ángulo de reposo	25
Figura 3.4: Bandeja de evaluación test diferencias contra control	31
Figura 4.1: Gráfico de optimización de respuestas múltiples	36
Figura 4.2: Distribución de tamaños de partícula mediante tamizado	40
Figura 4.3: Gráfico humedad versus tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C	43
Figura 4.4: Grafico actividad de agua v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C	44
Figura 4.5: Gráfico densidad bulk v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C	45
Figura 4.6: Gráfico ángulo de reposo v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C	46
Figura 4.7: Gráfico Log vida útil v/s temperatura	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Formulaciones del diseño experimental de superficie de respuesta	20
Tabla 3.2: Factor de corrección para mediciones de $A_w$ diferentes a 20°C	22
Tabla 3.3: Requisitos microbiológicos para el Grupo 4.3 según R.S.A.	27
Tabla 3.4: Requisitos microbiológicos para el Grupo 5.1 según R.S.A.	27
Tabla 4.1: Fórmula del producto	32
Tabla 4.2: Etiquetado nutricional del producto	33
Tabla 4.3: Resumen P-Value entre jueces y muestras	34
Tabla 4.4: Resumen de resultados test aceptabilidad	34
Tabla 4.5: Resumen de resultados de optimización de respuestas múltiples	34
Tabla 4.6: Resumen de resultados tamizado	40
Tabla 4.7: Resultados análisis microbiológico	45
Tabla 4.8: Cuadro resumen de ecuaciones, valores $R^2$ , vida útil y $\log$ (vida útil) para ambas temperaturas de almacenamiento	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 3.1: Diagrama de bloques para formulación y desarrollo de un producto en polvo para deportistas	58
ANEXO 3.2: Tablas dosis diarias recomendadas DDR	59
ANEXO 3.3: Tablas dosis máximas de ingestas DMI	61
ANEXO 3.4: Ficha de evaluación de aceptabilidad	63
ANEXO 3.4: Ficha de evaluación de diferencias contra control	63
ANEXO 4.1: Análisis estadístico test aceptabilidad	64
ANEXO 4.2: Densidades bulk de diversos productos en polvo	76
ANEXO 4.3: Análisis estadístico humedad	77
ANEXO 4.4: Análisis estadístico actividad de agua	81
ANEXO 4.5: Análisis estadístico densidad bulk	84
ANEXO 4.6: Análisis estadístico ángulo de reposo	88
ANEXO 4.7: Análisis estadístico diferencias contra control	92

## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolló un producto en polvo para deportistas de resistencia, basándose en las necesidades nutricionales específicas señaladas en estudios recientes de nutrición deportiva y ciencias del deporte.

La porción de consumo calculada para el producto desarrollado fue de 50g y su reconstitución se realiza en 350mL de agua. El contenido nutritivo estimado por porción de producto fue de 15g de proteína, 26g de hidratos de carbono, 2,5g de creatina, 1500mg de calcio y 175mg de magnesio y fundamenta su composición en estudios que señalan incrementos en el rendimiento y la recuperación.

El producto desarrollado se optimizó sensorialmente, mediante metodología de superficie de respuesta para las variables: dulzor (sacarina) y sabor (vainilla) determinando los contenidos óptimos de estos componentes: 82mg y 655mg respectivamente.

Se caracterizó químicamente mediante análisis proximal y se confirmó la composición esperada. Además se midieron parámetros microbiológicos (aerobios mesófilos, hongos y levaduras) y parámetros físicos como densidad bulk, ángulo de reposo y diámetro promedio de partícula, los cuales resultaron aceptables para el producto.

Se estimó una duración de 10 meses mediante estudios de envejecimiento acelerado.

## **FORMULATION AND DEVELOPMENT OF POWDER SUPPLEMENT FOR ENDURANCE ATHLETES**

In this study a product for endurance athletes was developed, based on specific nutritional needs identified in recent studies of sports nutrition and sports science.

The serving size calculated for the developed product was 50g and its reconstitution is in 350ml of water. The estimated nutrient content per serving of the product was: 15g protein, 26g carbohydrate, 2.5 g of creatine, 1500mg of calcium and 175mg of magnesium and the composition was based on studies that show improvement in performance and recovery.

The developed product was optimized by response surface methodology for the sensory variables: sweetness (saccharin) and flavor (vanilla) by determining the optimal content of these components: 82mg and 655mg respectively. It also was characterized chemically by proximate analysis, microbiological parameters (aerobic mesophilic fungi and yeasts) and physical parameters such as density, angle of repose and average particle diameter, which were acceptable for the product.

A shelf life of 10 months was estimated by accelerated aging studies.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes generales

Desde los albores de la humanidad, una de las preocupaciones básicas del ser humano fue alimentarse. Debió llegar un momento en el que pudo comenzar a relacionar los alimentos que ingería con su poder físico, bien de fuerza o de resistencia.

Las primeras referencias escritas conocidas que relacionan el rendimiento deportivo con el tipo de dieta consumida se encuentran en escritos de la antigua Grecia. Allí se comentan las diferentes formas de alimentarse de los atletas que participaban en aquellos primeros juegos olímpicos, donde incluían también ciertas «pócimas» secretas, a modo de lo que hoy podríamos conocer como «ayudas ergogénicas». Se dice que Milón de Cretona, campeón olímpico de lucha y discípulo de Pitágoras, consumía diariamente 10 kilos de carne, otros tantos de pan y 15 litros de vino, lo cual no deja de parecer una desvirtuación exagerada para engrandecer todavía más a un campeón. Fue esa una época caracterizada por la búsqueda de récords a través del consumo abundante de carne, utilizando la más adecuada para cada especialidad. Así la carne de cabra era la idónea para los saltadores, la de toro para los corredores y la de cerdo para los luchadores.

Estos conocimientos y prácticas fueron posteriormente utilizados por los entrenadores de los gladiadores en la antigua Roma. En estos casos el llevar una alimentación adecuada era muy importante, puesto que alcanzar un alto rendimiento físico podía significar el salvar la propia vida.

Tras la caída del Imperio Romano todos estos conocimientos se olvidaron y sólo ha sido a finales del siglo XIX y principios del XX cuando el ser humano ha comenzado a relacionar, primero de una forma totalmente empírica y luego, como consecuencia de

la investigación científica, la alimentación y nutrición con el rendimiento físico. Así pues, las investigaciones dirigidas a demostrar la relación existente entre la alimentación y nutrición y el rendimiento físico sólo tienen algo más de un siglo de historia.

Ya bien entrado el siglo XX se realizaron trabajos que informaban sobre la relación existente entre el rendimiento deportivo y la dieta, estableciéndose que el consumo de dietas altas en carbohidratos antes y la ingestión de glucosa durante el transcurso de ejercicios prolongados de intensidad moderada, retrasaban la aparición de la fatiga y mejoraban el rendimiento en parte por la prevención de la hipoglicemia. En aquella época se demostró que en los corredores de maratón existía una estrecha relación entre los niveles de glicemia y el grado de fatiga tras la finalización de la prueba. Ya se sugirió entonces que la administración de hidratos de carbono antes y durante el ejercicio sería beneficiosa para que no decayera el rendimiento.

En estas tres últimas décadas, gran parte de las investigaciones se han dirigido hacia la obtención de técnicas que pudieran aumentar las reservas orgánicas de glucógeno con la ingesta de carbohidratos, la función que cumplen las proteínas en la recuperación del tejido muscular y la influencia de la dieta tanto antes como durante el ejercicio. Por lo tanto, queda sobradamente demostrado que hay una relación directa y totalmente incuestionable entre la alimentación y el rendimiento físico. Tanto es así que sobre todo en el deporte de alta competición, donde los deportistas entrenan con unos volúmenes e intensidades que muchas veces rozan los límites humanos, la alimentación deportiva se ha convertido en una cuestión realmente importante. Tan importante, que se la conoce como «el entrenamiento invisible» (Arasa, 2005).

## **1.2 Necesidades nutricionales específicas**

Cuando se tiene a un deportista con algún grado de especialización o profesionalismo hay una exigencia propia de rendimiento por parte del atleta hacia su cuerpo y al mismo tiempo de su cuerpo hacia los nutrientes necesarios, ya que la nutrición deportiva tiene parámetros que nada tienen que ver con la nutrición “normal”.

Es por eso que la determinación de las necesidades tanto de energía como de macro y micronutrientes debe hacerse desde un ángulo bastante diferente, ya que las tablas que se consultan pertenecen al ámbito de una concepción médica orientada absolutamente hacia la enfermedad. Es decir, para no tener “Escorbuto” necesito tantos miligramos diarios de Vitamina C, por ejemplo. Este concepto ha hecho abortar numerosos caminos de investigación pudieron haber dado más de una sorpresa ya que hoy el concepto básico navega en los fundamentalistas que proponen guiarse por tablas publicadas por RDAs (Reccomended Dietary Allowances), brazo ejecutor en el área de las recomendaciones dietarias de la National Research Council (NRC) del Departamento de Salud de Estados Unidos. Esta oficina fue creada en 1943 para dictar normas de control sobre el tema de necesidades de macro y micronutrientes para mantener la salud.

Pero en este punto empiezan las discrepancias ya que hay que diferenciar el tema en tres grupos a saber:

- a) Necesidades de nutrientes para no tener una enfermedad por carencia (son las tablas que se utilizan mundialmente).
- b) Necesidades de nutrientes para vivir con óptima salud.
- c) Necesidades de nutrientes para el máximo rendimiento deportivo.

Es en este tercer punto donde se desenvuelve el presente estudio, ya que las necesidades nutricionales varían indudablemente entre sujetos sedentarios y físicamente activos (deportistas), pero pueden variar, incluso entre disciplinas deportivas (Palavecino, 2002).

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un suplemento nutricional específico para deportistas de resistencia.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Establecer las necesidades nutricionales principales de los deportistas de resistencia en base a estudios recientes en nutrición y ciencias del deporte.
- b) Determinar las materias primas necesarias y fabricar el producto.
- c) Optimizar la aceptabilidad del producto mediante metodología de superficie de respuesta.
- d) Caracterizar química, física y microbiológicamente el producto desarrollado.
- e) Determinar el envase apropiado para este producto.
- f) Determinar vida útil del producto mediante la metodología de envejecimiento acelerado.

### **1.4 Hipótesis de trabajo**

Es posible desarrollar un producto para satisfacer las necesidades nutricionales específicas de los deportistas de resistencia.

## 2 DESARROLLO DE SUPLEMENTOS PARA DEPORTISTAS

Los factores más importantes que deben considerarse a la hora de desarrollar un suplemento, son los asociados con la calidad nutricional y la composición. El producto debe contener nutrientes según las necesidades específicas del grupo objetivo. Los nutrientes deben encontrarse en forma altamente biodisponible y debe evitarse, en lo posible, incorporar sustancias o componentes que interfieran con la absorción y la utilización adecuada de los nutrimentos en el suplemento. Por otra parte, el suplemento debe ser tolerado, de tal manera que su ingestión en las cantidades recomendadas no cause problemas de intolerancia o mala absorción, además de que debe ser ampliamente aceptado desde el punto de vista sensorial. La falta de atención a este último aspecto ha hecho fracasar a ciertos programas de suplementación. El producto debe tener muy buen sabor, ser fácil de preparar y consumir y de apariencia atractiva, de manera que la población objetivo lo consuma habitualmente y con la frecuencia recomendable. Es muy deseable que el suplemento sea lo bastante atractivo como para que el individuo al que está destinado lo demande y lo consuma no sólo por sus efectos benéficos para la salud, sino porque además le gusta.

El suplemento debe cumplir con una serie de propiedades fisicoquímicas que permitan la facilidad de su uso, su estabilidad y su durabilidad por un periodo suficiente desde que se produce hasta que se consume.

Por último, es deseable que el suplemento cumpla con una serie de características que faciliten su utilización y obtención al menor costo posible; al respecto se debe cuidar que los ingredientes estén disponibles en el lugar donde se va a fabricar el producto, que el proceso de elaboración sea lo más sencillo y económicamente rentable, que la presentación o forma del producto se ajuste al mecanismo de distribución disponible y a las características de la población a la que está dirigido, que

la presentación y el envase sean compatibles con la vida útil que tiene el producto (Rosado, 1999).

## 2.1 Antecedentes generales

### 2.1.1 Ejercicio físico

Se puede definir al ejercicio como una actividad muscular incrementada y clasificarlo como anaerobio (de alta velocidad), aeróbico (de resistencia) o resistivo (entrenamiento de fuerza). En el ejercicio resistivo el músculo se contrae pocas veces soportando una carga pesada o con gran tensión. Este ejercicio también se denomina entrenamiento de fuerza progresiva, porque se aumenta progresivamente la carga o intensidad a medida que el individuo se vuelve más fuerte. El ejercicio anaeróbico emplea fosfocreatina o glucólisis para la producción de energía. Este tipo de ejercicio se considera como ejercicio a alta velocidad. El entrenamiento de fuerza progresiva y anaeróbico son claramente diferentes del ejercicio aeróbico o de resistencia, en el cual los músculos se contraen contra una resistencia pequeña o nula.

La capacidad máxima de ejercicio aeróbico se denomina  $VO_2Max$  (volumen de oxígeno consumido durante un ejercicio aeróbico máximo). El  $VO_2Max$  se define por la ecuación de Fick (Ecuación 2.1).

$$VO_2Max = \text{gasto cardíaco} * (\text{oxígeno arterial} - \text{oxígeno venoso}) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

El  $VO_2Max$  se expresa como mL de  $O_2$  consumido\*kg de peso corporal<sup>-1</sup>\*min<sup>-1</sup> o por litros de  $O_2$  consumidos/min. La ecuación de Fick demuestra que existen dos importantes determinantes del  $VO_2Max$ : factores centrales que controlan la distribución del oxígeno al músculo esquelético y la capacidad de este último para extraer oxígeno y extraerlo para la producción de trifosfato de adenosina durante el ejercicio.

El ejercicio aeróbico practicado regularmente incrementa el  $VO_2Max$  por medio de: 1) aumento del gasto cardíaco por expansión plasmática (alrededor de un 15%) y un mayor volumen por latido como resultado de hipertrofia cardíaca, y 2) una mejor capacidad del músculo esquelético para extraer y utilizar oxígeno. Esta acentuada

capacidad oxidativa del músculo se debe a que la formación de capilares, la densidad mitocondrial y el contenido de mioglobina son más elevados. En la mayoría de las situaciones la distribución de oxígeno limita el rendimiento aeróbico máximo.

Se ha demostrado que un aumento en la concentración de hemoglobina incrementa el  $VO_2\text{Max}$ , y que por el contrario, en caso de anemia, por mal nutrición, se ve limitado el estado funcional y la capacidad de trabajo del atleta.

Estudios demuestran que el  $VO_2\text{Max}$  disminuye a partir de los 20 años en aproximadamente 1% anual y se debe principalmente a la disminución de la masa muscular (Bowmann, 2003).

#### 2.1.2 Deportistas de resistencia

Dentro de la amplia gama de deportes existentes hay ciertos tipos que presentan un denominador común, su larga duración (sobre 60 min). A este tipo de deportes se les denomina de resistencia y entre los cuales se pueden mencionar: triatlón, maratón y ciclismo de ruta, entre otros.

Los deportistas de resistencia dedican muchas horas a entrenamientos y competencias y es un hecho, la importancia de la ingesta adecuada de nutrientes y agua para mantener la temperatura óptima del cuerpo. Mientras un deportista de resistencia entrena, utiliza como fuente primaria de energía los lípidos, es esta capacidad junto a una buena hidratación y un buen almacenamiento de glucógeno, los puntos críticos de los deportes de larga duración (Bernardot, 2006).

Ingerir algún tipo de alimento nutritivo previo al entrenamiento ha demostrado incrementar el rendimiento (ADA, 2009). En lo posible el alimento debe ser bajo en grasas y fibras, moderado en el contenido de proteínas y alto en hidratos de carbono. Además debe considerar componentes que sean de fácil digestión y de sabor agradable para que pueda ser un alimento de uso cotidiano.

## **2.2 Necesidades nutricionales de deportistas de resistencia**

### 2.2.1 Macronutrientes

#### 2.2.1.1 Proteínas

Las proteínas son moléculas importantes ya que cumplen funciones estructurales y regulatorias en el cuerpo. Dentro de las proteínas que cumplen funciones estructurales se pueden mencionar las proteínas del cito esqueleto como el colágeno del tejido conectivo. Por otro lado, dentro de las proteínas que cumplen funciones regulatorias se pueden mencionar las enzimas como la hexoquinasa.

Las proteínas están compuestas por aminoácidos, los cuales presentan en su estructura un grupo amino, un grupo ácido carboxílico y un radical que difiere entre aminoácido.

La digestión de las proteínas comienza en el estómago, donde son desdobladas en proteosa, peptonas y grandes polipéptidos mediante la enzima pepsina. No obstante, la mayor parte de la digestión de proteínas tiene lugar en el duodeno y es pequeña la contribución del estómago al proceso total.

La digestión de proteínas continúa en la mucosa intestinal mediante la acción de enzimas proteolíticas secretadas por el páncreas formando pequeños polipéptidos y aminoácidos.

Las enzimas del borde cepillo del intestino actúan también sobre los polipéptidos modificándolos en aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos. A su vez los dipéptidos y tripéptidos son hidrolizados a sus aminoácidos componentes a través de las enzimas hidrolasas peptídicas.

Finalmente, los aminoácidos son absorbidos y luego transportados al hígado a través de la vena porta para liberarse hacia la circulación general.

Existen cientos de aminoácidos, de ellos sólo 20 son los más frecuentes en la naturaleza y 9 son considerados indispensables o esenciales, ellos son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Dentro de las funciones de los aminoácidos están:

- Sustratos para la síntesis proteica
- Reguladores del recambio proteico
- Reguladores de la actividad enzimática
- Precursor de transductores de señal
- Neurotransmisor
- Flujos iónicos
- Precursor de compuestos nitrogenados
- Regulador de la traducción
- Regulador de la transcripción

El cuerpo humano sólo puede oxidar 8 aminoácidos en la mitocondria, estos son: alanina, asparagina, aspartato, glutamato, isoleucina, leucina, lisina y valina. Sin embargo, los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) leucina, lisina y valina son preferentemente oxidados por el cuerpo durante el ejercicio (Tarnopolsky, 2004).

Estudios muestran efectos positivos de la suplementación con BCAA en la respuesta inmune post ejercicio (Bassit y cols., 2002). Esto puede estar relacionado con los niveles de glutamina sanguíneo que se presentan en entrenamientos prolongados, de este modo, se obtienen niveles más estables de este aminoácido (Castell, 2002).

Además se han propuesto los efectos positivos de la suplementación con proteínas en la capacidad de recuperación en deportistas de resistencia (Buckley y cols., 2002). Este estudio es avalado con lo propuesto por Hoffman y cols. (2008), quienes señalan que se incrementaron los volúmenes de entrenamiento y bajó la sensación de fatiga cuando se suministró suplementos del aminoácido alanina a un grupo de deportistas.

Estudios preliminares en ratas muestran incrementos en las concentraciones de glucógeno muscular y hepático cuando se suplementa de manera crónica con BCAA

(Araujo y cols., 2006). Esto podría implicar un aumento en las reservas de glucógeno total y por ende un aumento en el rendimiento a largo plazo.

La oxidación de aminoácidos en deportistas de resistencia es aproximadamente de entre 1 y 6% del costo total energético del ejercicio. Por ende, una dieta que contenga 1g Proteína/kg peso corporal es suficiente para satisfacer las necesidades diarias de un deportista de resistencia. Es importante considerar una ingesta adecuada de carbohidratos, de lo contrario esta cifra puede incrementarse. Las necesidades para un deportista TOP son de 1,6gPRO/kg/d (Tarnopolsky, 2004).

#### 2.2.1.2 Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono o carbohidratos son la principal fuente de energía para el organismo humano, por ser la más común y más barata en todo el mundo.

Los hidratos de carbono son compuestos orgánicos cuya molécula está formada por tres elementos simples, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Como estos dos últimos elementos se encuentran en la misma proporción que en el agua, de ahí deriva su nombre de hidrato de carbono.

Existen diversos tipos de hidratos de carbono y cada uno es tratado de diferente forma por el organismo. Respecto a la fórmula química se dividen en tres grupos principales: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

La glucosa es un monosacárido, el cual es almacenado en el hígado y en el músculo en forma de glucógeno (polisacárido), siendo éste la principal fuente de combustible a nivel muscular. Es por ello que cuando el deportista queda sin este compuesto, el rendimiento disminuye.

Los disacáridos son carbohidratos formados por la unión de dos monosacáridos a través de un enlace glucosídico, el cual se debe romper para que se puedan absorber en el organismo; esta ruptura la realizan enzimas disacaridasas. Los disacáridos más comunes son la sacarosa (glucosa-fructosa), la maltosa (glucosa-glucosa) y la lactosa (glucosa-galactosa).

Los polisacáridos están formados por la unión de muchos monosacáridos y son la principal forma en la cual se consumen los hidratos de carbono en la dieta. Son largas cadenas de moléculas simples de carbohidratos, cuyo tipo de enlace químico determinará si pueden o no ser absorbidos por el organismo. Existen los polisacáridos digeribles, parcialmente digeribles y no digeribles (Arasa, 2005).

La digestión de los carbohidratos comienza en la boca, a través de la acción de la enzima amilasa, la cual, hidroliza polisacáridos transformándolos en moléculas más pequeñas. La actividad de la amilasa se detiene por el contacto con el ácido clorhídrico del estómago, por lo que, la digestión de carbohidratos se efectúa por completo en la parte proximal del intestino delgado.

En este punto, la amilasa pancreática actúa sobre las moléculas complejas desdoblándolas en estructuras más pequeñas (disacáridos y oligosacáridos), luego las enzimas del borde de cepillo actúan sobre estas moléculas, llevándolas a las estructuras más simples (monosacáridos).

Los monosacáridos resultantes pasan a través de la célula de la mucosa por medio de los capilares de las vellosidades hacia el torrente sanguíneo donde son transportados al hígado.

La glucosa es transportada por el hígado a los tejidos, aunque parte de la misma se almacena en el hígado y en los músculos como glucógeno (Mahan y Escott-Stump, 2001).

El cuerpo humano tiene reservas limitadas de carbohidratos. Es por ello, que la nutrición deportiva se ha enfocado en desarrollar métodos para incrementar las reservas del cuerpo mejorando así el rendimiento de los deportistas (Palavecino, 2002).

La cantidad de glucógeno almacenado, depende de cómo es suministrado. Este proceso demanda agua, ya que por cada gramo de glucógeno almacenado se necesitan 3 gramos de agua, siendo esto, lo que limita la rapidez de la célula para convertir el exceso de glucosa en glucógeno (Bernardot, 2006).

Duvillard y cols. (2004) señalan la importancia de consumir entre 30 y 60 gramos por hora de carbohidratos para ejercicios intensos con duración sobre 1 hora. Esto combinado con una buena hidratación, entre 600 y 1200 mL/hora, ayudará a reducir el impacto del ejercicio en: el rendimiento, la pérdida de fluidos, carga cardíaca, nivel de volumen plasmático, estrés por calor y golpes de calor.

En relación al rendimiento, se ha demostrado que una dieta rica en hidratos de carbono incrementa las reservas de glucógeno muscular y hepático, este hecho es fundamental ya incrementa el rendimiento en ejercicios sobre los 90 minutos de duración (Gómez-Merino y Portero, 2006).

Una suplementación con una fórmula en base a proteínas lácteas e hidratos de carbono atenúa la disminución del rendimiento isocinético del músculo (St. Claire, 2008).

Los carbohidratos pueden lograr mejoras a nivel motor incluso desde su primera etapa de digestión, en la boca (Gant y cols., 2010) esto puede explicar la importancia de desarrollar suplementos con azúcares de diversas fuentes como pueden ser monosacáridos, que se asimilan ya a nivel bucal, y los polisacáridos que proveen de manera más lenta y controlada cantidades de sustrato.

### 2.2.1.3 Lípidos

También llamados aceites o grasas se encuentran principalmente en los alimentos en forma de triglicéridos, que están formados por una molécula de glicerina y tres ácidos grasos. Su rendimiento energético es de 9kcal/gramo.

Existen otros lípidos que cumplen funciones estructurales y funcionales, llamados también lípidos complejos y entre los cuales se pueden mencionar los glicerofosfolípidos y los esfingolípidos.

No se puede olvidar otra sustancia lipídica de extraordinario valor biológico: el colesterol, un lípido que tiene múltiples funciones en el organismo, entre ellas; forma

parte de las membranas celulares y es precursor de hormonas esteroideas, ácidos biliares y vitamina D.

Los ácidos grasos se pueden clasificar en tres grandes tipos: saturados, monoinsaturados, poliinsaturados. La diferencia principal entre ellos es si presentan o no insaturaciones (dobles enlaces) dentro de su estructura y la cantidad de insaturaciones que presentan. A modo de ejemplo se pueden mencionar como ácidos grasos saturados el ácido palmítico y esteárico; monoinsaturados como el ácido oleico y poliinsaturados el ácido linoleico y linolénico llamados también Omega 6 y 3 respectivamente (Arasa, 2005).

La digestión de los lípidos comienza en la boca donde el alimento se disgrega en sustancias más pequeñas mediante la acción de la enzima lipasa lingual.

Luego la digestión continúa en el estómago y el intestino delgado mediante la acción de la lipasa gástrica y la lipasa pancreática respectivamente, en donde los triglicéridos son hidrolizados y transformados en ácidos grasos y glicerol.

La bilis cumple una función emulsificante, dejando a las grasas más accesibles para la digestión de la lipasa pancreática. Posteriormente, los ácidos grasos libres y monoglicéridos forman complejos con las sales biliares, los cuales facilitan el paso desde el medio acuoso de la luz intestinal al borde de cepillo. Posteriormente, las sales son liberadas de sus componentes lipídicos y devueltas a la luz intestinal donde se reabsorben de manera activa.

En la célula de la mucosa, los ácidos grasos y monoglicéridos se ensamblan nuevamente y junto con los fosfolípidos y el colesterol se ensamblan en estructuras llamadas quilomicrones, las cuales, son transportadas y pasan al torrente sanguíneo para ser conducidas al hígado, en donde son nuevamente empacadas en lipoproteínas y transportadas al tejido adiposo para su metabolismo y almacenamiento. Por otra parte, los glóbulos pasan hacia los conductos lácteos de las vellosidades mediante exocitosis (Mahan y Escott-Stump, 2001).

Si bien, la principal fuente de energía de ejercicios intensos es el glucógeno no es la única, los lípidos cumplen esta función cuando los depósitos de glucógeno disminuyen

y comienza con la movilización de los lípidos desde los tejidos adiposos hasta las células que necesitan energía. El proceso de división de triglicéridos en ácidos grasos y glicerol se denomina lipólisis, los cuales pasan al torrente sanguíneo para ser dirigidos a los diferentes tejidos.

Desde el punto de vista deportivo, los lípidos son importantes ya que desempeñan funciones como componentes de las membranas y estructuras celulares. Este punto determina en gran medida la elasticidad y rigidez de las células musculares y sanguíneas. Además, cumple función de sustrato energético en la contracción muscular sobre todo en ejercicios prolongados de más de una hora, cuyas intensidades son medias o bajas. De este modo, se produce un ahorro de glucógeno muscular consiguiendo así un mayor rendimiento deportivo (Arasa, 2005).

Es recomendable ingerir entre 20 y 30% de la ingesta calórica total como lípidos, en donde debiera ser un tercio para ácidos grasos saturados, un tercio para ácidos grasos monoinsaturados y un tercio para ácidos grasos poliinsaturados (ADA, 2009).

## 2.2.2 Micronutrientes

### 2.2.2.1 Calcio

El 99% del calcio del cuerpo se encuentra en los huesos, a pesar de ello, el 1% restante es sumamente importante en funciones fisiológicas. El calcio iónico contenido en la sangre tiene implicaciones en los mecanismos que mantienen la homeostasis normal del cuerpo.

El calcio se encuentra en los huesos como parte de un compuesto. Fuera del hueso el calcio tiene una importante función como segundo mensajero en la respuesta a cambios intracelulares de calcio. El calcio es un factor importante en la regulación de la electroconductividad celular y cumple un rol importante en la coagulación sanguínea.

Aproximadamente entre el 20 y el 60% del calcio es absorbido y está estrechamente regulado debido a la necesidad de establecer los correctos equilibrios plasmáticos independientemente de la ingesta. El íleo es el sitio más importante de la absorción del

calcio, en donde es absorbido mediante un transportador pasivo y regulado a través del sistema transportador de vitamina D (Escott-Stump, 2008).

En deportes destaca su importancia en la contracción muscular y sus funciones nerviosas además de su función estructural en huesos (Arasa, 2005).

Las recomendaciones actuales de este mineral para deportistas son de 1500mg/día de calcio elemental (ADA, 2009).

#### 2.2.2.2 Magnesio

El cuerpo de un adulto contiene aproximadamente 24g de magnesio, siendo el segundo catión más abundante. Aproximadamente la mitad de este magnesio se encuentra en los huesos, el resto se encuentra en los tejidos blandos y solo el 1% se encuentra en los fluidos extracelulares.

El magnesio es un cofactor importante en muchas reacciones enzimáticas, así como también, en el metabolismo de los huesos y en funciones cardiovasculares. Muchos de estos sistemas regulados por el magnesio involucran la síntesis de ácidos nucleicos y el metabolismo de nutrientes.

Aproximadamente un tercio del magnesio ingerido se absorbe. Aunque la mayor parte del magnesio se absorbe en el tracto gastro intestinal, esta absorción se optimiza íleon y el yeyuno distal a través de mecanismos activos y pasivos. El riñón es el mayor regulador de la excreción del magnesio (Escott-Stump, 2008).

A nivel deportivo destaca su función en el tejido muscular, actuando en la contracción muscular junto al calcio y en la excitabilidad nerviosa (Arasa, 2005).

Se ha demostrado que el déficit de magnesio impacta en el rendimiento deportivo, debido a que incrementa los requerimientos de oxígeno para completar el ejercicio a igual intensidad (Lukaski, 2004).

Berthelot sugiere que un suministro adecuado de magnesio para un deportista de resistencia es de 6mg/día por kg peso corporal (Berthelot, 2006).

### 2.2.3 Ayudas ergogénicas

Se definen como una medida, de cualquier índole, dirigida a mantener en lo posible el nivel de prestación deportiva, que minimiza las manifestaciones objetivas y subjetivas de la fatiga y que no pone en peligro la salud del deportista (Arasa, 2005).

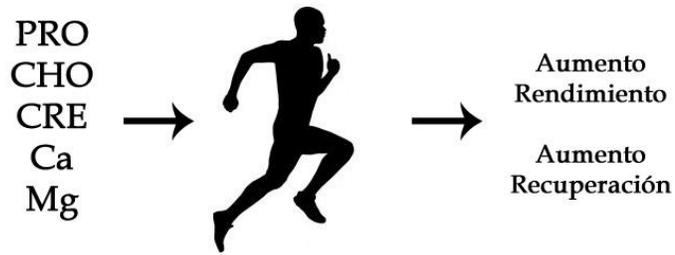
#### Creatina

La creatina es una de las ayudas ergogénicas ampliamente investigada y corresponde a un aminoácido producido normalmente en el cuerpo a partir de arginina, glicina y metionina. La mayoría de la creatina de la dieta se encuentra en la carne, pero la mitad de la creatina necesaria en el cuerpo es suministrada por el hígado y los riñones. En personas saludables el 40% de la creatina en los músculos existe como creatina libre, el resto, es combinado con un grupo fosfato para producir creatina fosfato (CP). De este modo, la CP provee de manera rápida un enlace fosfato el cual es utilizado en la resíntesis de ATP.

La suplementación de creatina eleva los niveles de creatina en el músculo y facilita la regeneración de CP que, a su vez ayuda a regenerar ATP.

Debido a que la creatina es un aminoácido, algunos sugieren que la suplementación podría causar estrés a nivel renal o problemas hepáticos, pero no existen estudios que avalen este hecho. Además existen estudios que señalan que no existe este tipo de efectos cuando se suplementa con la dosis recomendada de 5g/día (Escott-Stump, 2008).

En resumen, una suplementación con dosis adecuadas de proteína, hidratos de carbono, creatina, calcio y magnesio, optimiza las funciones del cuerpo en deportistas de resistencia, pudiendo incrementar el rendimiento y la recuperación (Figura 1).



**Figura 2.1: Resultados esperados del suplemento para deportistas.**

### **3 METODOLOGÍA**

En primera instancia se establecieron las necesidades nutricionales principales de los deportistas de resistencia a través de revisión de literatura científica actual, obteniendo así la formulación específica. Luego se determinaron las materias primas necesarias, se fabricó el producto y se optimizó sensorialmente mediante metodología de superficie de respuesta (MSR).

El producto resultante fue caracterizado química, física y microbiológicamente. Además se determinó el envase apropiado y se estimó la vida útil mediante métodos de envejecimiento acelerado (Anexo 3.1).

#### **3.1 Formulación del producto**

##### **3.1.1 Revisión de literatura científica y formulación del producto**

En primera instancia se establecieron las principales necesidades nutricionales de los deportistas de resistencia a través de revisión de literatura científica y revistas especializadas. Además se realizó una búsqueda acabada en las bases de datos SCIEDIRECT, EBSCO, ISIWEB, SPRINGER y PROQUEST. El fin de esta etapa fue conseguir la formulación indicada para el tipo de deportistas al cual se dirige el producto.

La formulación del suplemento para deportistas consideró además información obtenida desde las tablas de dosis diarias recomendadas DDR (Anexo 3.2) y las dosis máximas de ingesta DMI (Anexo 3.3).

### 3.1.2 Elección de materias primas y aditivos

Esta etapa determinó la correcta elección de las materias primas que se utilizan en la fabricación del producto. La elección consideró aspectos como: seguridad, biodisponibilidad, calidad, solubilidad, acceso y costos entre otros. Esta etapa se realizó seleccionando, entre las materias primas disponibles en el mercado nacional, las que cuentan con los requerimientos necesarios para la correcta elaboración y posterior reconstitución del producto en polvo.

Adicionalmente se incorporó aditivos cuyo fin es lograr un producto aceptable desde el punto de vista sensorial. Se incorporó aditivos principalmente para mejorar el dulzor, el sabor y la textura.

## 3.2 Optimización de la aceptabilidad del producto

Se realizó un diseño experimental de optimización mediante metodología de superficie de respuesta. Este diseño optimizó el producto de acuerdo a variables de interés que son determinantes en la preferencia del producto por parte del consumidor. De este modo se obtienen las condiciones óptimas de la formulación.

### 3.2.1 Diseño experimental

Los experimentos se realizaron aplicando un diseño rotacional central  $2^2$  + estrella, con dos puntos centrales. Las variables independientes estudiadas fueron el contenido de saborizante (FC Vainilla, FoodColor Chile S.A.) y el contenido de edulcorante (Sacarina, FoodColor Chile S.A.). Ensayos preliminares realizados en el laboratorio señalaron los límites dentro de los cuales se desarrolló el análisis, dichos límites fueron: 17,6 y 102,4mg de sacarina por porción; 117,2 y 682,8mg de saborizante por porción.

De acuerdo a estos valores se determinó el diseño experimental con 10 formulaciones diferentes (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1: Formulaciones del diseño experimental de superficie de respuesta.**

Sacarina (mg)	Saborizante (mg)
60	682,8
30	200
90	600
60	400
60	400
90	200
60	117,2
102,4	400
30	600
17,6	400

### 3.2.2 Evaluación con consumidores

La evaluación se realizó con 20 consumidores específicos (deportistas de resistencia) en una carpa acondicionada en el mismo lugar de entrenamiento de los evaluadores.

Las muestras fueron preparadas según la fórmula desarrollada en base al punto 3.1.1 variando sólo el contenido de edulcorante y saborizante con el fin de obtener la fórmula final con mayor aceptabilidad por parte de los consumidores. Los componentes fueron mezclados en un mortero de porcelana hasta lograr un producto homogéneo y luego fueron reconstituidos en 350mL de agua potable. Las muestras fueron presentadas en vasos pequeños junto a un medio de neutralización. Cada panelista evaluó un total de 10 formulaciones divididas en 3 sesiones (4/3/3 muestras), se procuró dar un tiempo de al menos 20 minutos entre cada sesión.

Las variables de respuesta consideradas fueron 3 atributos sensoriales: dulzor, sabor y aceptabilidad general. Estas respuestas se evaluaron de acuerdo a una escala hedónica verbal numérica de 9 puntos (Anexo 3.4).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA y análisis de superficie de respuesta mediante el software STATGRAPHICS Centurion XV, StatPoint inc (2007).

### 3.3 Caracterización química

#### 3.3.1 Contenido de humedad y actividad de agua

##### 3.3.1.1 Contenido Humedad

Determinación de humedad mediante método termogravimétrico por secado en estufa a 105°C hasta la obtención de peso constante (AOAC, 1997).

##### 3.3.1.2 Actividad de agua

Se realizó mediante higrómetro de cabello Aw Value Analyzer Mod. 5803 de la Marca Lufft Mess (Figura 3.1).

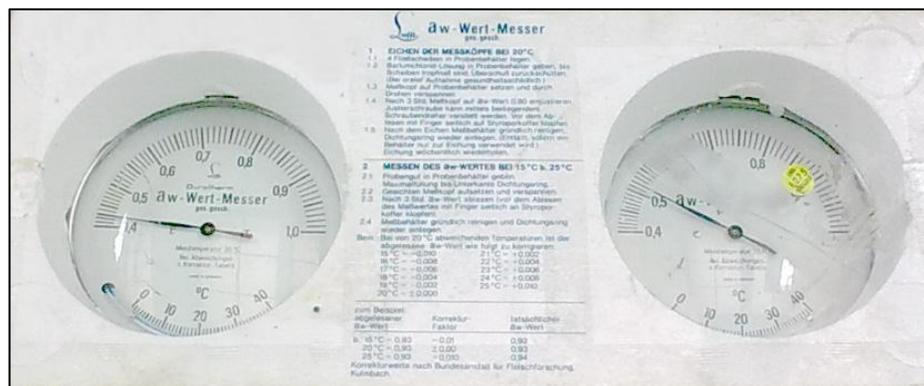


Figura 3.1: Equipo de medición de actividad de agua Aw Value Analyzer 5803, Lufft Mess (Alemania).

## CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

Antes de efectuar mediciones a las muestras se debe calibrar de acuerdo al siguiente procedimiento:

Colocar una fina película de solución de  $\text{BaCl}_2$  en el recipiente contenedor.

Luego de 3 horas ajustar la  $A_w$  a 0,9 con el tornillo que posee el cabezal en un costado. Antes de efectuar la lectura colocar los cabezales en la maleta de poliestireno.

Luego de la exposición limpiar minuciosamente el equipo. Colocar nuevamente el anillo de goma y cerrarlo (calibrar semanalmente).

## MEDICIÓN DE $A_w$

Colocar adecuadamente una capa de muestra en el recipiente contenedor.

Colocar el anillo de goma al contenedor y colocar el cabezal girarlo cuidadosamente con el fin de asegurar el recipiente y el cabezal.

Luego de 3 horas leer la  $A_w$  y registrar la temperatura para efectuar la corrección si corresponde (Tabla 3.2). Antes de efectuar la lectura, colocar los cabezales en la maleta de poliestireno.

Limpiar minuciosamente el equipo y colocar nuevamente el anillo de goma.

**Tabla 3.2: Factor de corrección para mediciones de  $A_w$  diferentes a 20°C.**

15°C = - 0,010	20°C = $\pm$ 0,000
16°C = - 0,008	21°C = + 0,002
17°C = - 0,006	22°C = + 0,004
18°C = - 0,004	23°C = + 0,006
19°C = - 0,002	24°C = + 0,008
	25°C = + 0,010

### 3.3.2 Contenido de proteína

Mediante método de Kjeldahl, basado en la destrucción de la materia orgánica de la muestra por acción de ácido sulfúrico concentrado, producto de esta destrucción se forma sulfato de amonio, que en presencia de un exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), el que posteriormente es destilado y mediante una retrotitulación determina el nitrógeno total de la muestra (AOAC, 1997).

### 3.3.3 Cenizas totales

Mediante mineralización por vía seca o calcinación en mufla a  $550^\circ\text{C}$ , durante 6 horas y cuantificación del residuo mineral (AOAC, 1997).

### 3.3.4 Contenido de materia grasa

Método de extracción Soxhlet para alimentos con materia grasa libre o poco ligada, utilizado en productos con baja humedad (AOAC, 1997).

### 3.3.5 Contenido de extracto no nitrogenado (ENN)

El extracto no nitrogenado se calcula en forma indirecta por la diferencia obtenida entre 100 y los valores porcentuales de agua, cenizas, proteína y lípidos. Esta forma de determinación asume que el resultado corresponde a los hidratos de carbono biológicamente disponibles y a la fibra dietética.

### 3.4 Caracterización física

#### 3.4.1 Densidad bulk

Densidad bulk, mediante cuantificación de masa y volumen en equipo estandarizado modelo EVM de la marca ERWEKA (Figura 3.2).



Figura 3.2: Equipo ERWEKA EVM (Alemania) utilizado para determinar densidad bulk.

#### MÉTODO

Encender el equipo y configurar el funcionamiento con 1000 golpes.

Pesar 30g de muestra e insertarlos en la probeta del equipo.

Medir el volumen inicial

Iniciar el ciclo de golpes mediante la tecla “Start”

Una vez finalizado el ciclo de golpes, cuantificar el volumen de la muestra en la probeta.

### 3.4.2 Ángulo de reposo

Ángulo de reposo, es un parámetro que cuantifica la resistencia que presenta el producto en polvo a fluir (Geldart y cols., 2008), teniendo valores pequeños los productos con mayor fluidez. Un método simple de cuantificación se realiza midiendo el ángulo generado por el producto depositado en una base horizontal plana, después de haber pasado por un embudo (Figura 3.3).



**Figura 3.3: Equipo utilizado para determinar ángulo de reposo.**

### MÉTODO

Se utiliza el equipo para determinación de ángulo de reposo que se muestra en la Figura 3.4. Está compuesto por un embudo, un soporte (móvil) y una base plana horizontal. Adicionalmente se usa: pie de metro, espátula metálica y papel milimetrado.

#### Ajuste preliminar

Se pesan 30 gramos de producto, se ajusta el soporte a una altura media y se vierte el producto en el embudo bloqueando con una espátula la parte inferior para que no pase el producto a través del vástago.

Luego se retira la espátula y se ajusta el soporte del embudo a una distancia tal, que la parte superior del cono y la base del embudo tengan una separación de 5mm.

#### Medición

Se pesan 30 gramos de producto y se vierte el producto en el embudo bloqueando con una espátula la parte inferior para que no pase el producto a través del vástago.

Luego se retira la espátula y se determina el diámetro del cono y su altura mediante el uso de un pie de metro.

Posteriormente se calcula el ángulo de reposo según la ecuación 3.1:

$$\alpha^{\circ} = \frac{180}{\pi} \times \arctan\left(\frac{h}{r}\right) = \frac{180}{\pi} \times \arctan\left(\frac{2h}{d}\right)$$

Ecuación 3.1

Dónde:

$\alpha^{\circ}$  = Ángulo de reposo

$h$  = Altura del cono

$d$  = Diámetro del cono

#### 3.4.3 Tamizado

Se utilizó una batería de tamices estandarizados ASTM 40/60/80/100/120/200. Este análisis realizó para determinar la distribución de tamaño de partícula del producto.

### 3.5 Caracterización microbiológica

Según el título V “de los criterios Microbiológicos” del Reglamento Sanitario de los Alimentos Dto. N°977/96 (RSA, 2010), en el cual se definen los criterios microbiológicos tomando como base la clasificación, los parámetros de control y planes de muestreo de la **ICMSF** (International Commission on Microbiological Specification

For Foods), adaptados a la realidad nacional, se establecen los parámetros microbiológicos que controlan los alimentos para su consumo en el país.

De acuerdo a esta normativa el producto desarrollado se clasifica de la siguiente manera:

Grupo 4: Caldos, sopas, cremas y mezclas deshidratadas. Subgrupo 4.3: Mezclas en seco de uso instantáneo, en la Tabla 3.3 Y 3.4 se especifican los requisitos microbiológicos que deberá cumplir el producto.

**Tabla 3.3: Requisitos microbiológicos para el Grupo 4.3 según RSA.**

4.3.- MEZCLAS EN SECO DE USO INSTANTANEO (Refrescos, Gelatinas, Jaleas, Budines, Cremas, etc.)							
Parámetro	Plan de muestreo		n	Límite por gramo			
	Categoría	Clases		c	m	M	
Rcto. Aerobios Mesóf.	3	3	5	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	
B. cereus (*)	6	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
Salmonella en 25 g (**)	10	2	5	0	0	---	

(\*) Sólo para productos que contengan leches. <sup>139</sup>  
 (\*\*) Sólo para gelatinas y productos que contengan cacao y/o huevo.

Fuente: Reglamento Sanitario de los Alimentos, 1996, Rev.2010.

**Tabla 3.4: Requisitos microbiológicos para el Grupo 5.1 según RSA.**

<b>5. PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE CERALES</b>							
5.1.- HARINAS Y ALMIDONES <sup>141</sup>							
Parámetro	Plan de muestreo		n	Límite por gramo			
	Categoría	Clases		c	m	M	
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	
Levaduras	2	3	5	2	5x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>3</sup>	
Salmonella en 50 g	10	2	5	0	0	---	

Fuente: Reglamento Sanitario de los Alimentos, 1996, Rev.2010.

Según la Tabla 3.3 se realiza recuento de aerobios mesófilos (RAM) únicamente ya que los análisis de B. cereus y Salmonella no son aplicables debido a que el producto no contiene los ingredientes señalados.

Adicionalmente se realiza un análisis de hongos y levaduras de acuerdo a los criterios de un producto similar, en polvo, correspondiente al Grupo 5.1 (Harinas y Almidones). Las características y requisitos del análisis se muestran en la Tabla 3.4

El plan de muestreo indica:

Categoría 2 de riesgo para hongos y levaduras: Sin peligro directo para la salud (contaminación general, vida útil y alteración), sin cambio de peligrosidad en su manipulación y consumo.

Categoría 3 de riesgo para RAM: Clase sin peligro directo para la salud (Contaminación general, vida útil y alteración), con aumento en la peligrosidad en su manipulación y consumo.

Clases 3: Un plan de muestreo, por atributos, donde la calidad de un producto, de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres grados de calidad, "aceptable", "medianamente aceptable" y "rechazable". La clase aceptable tiene como límites 0 y m; la clase medianamente aceptable tiene como límites m y M, y la rechazable aquellos valores superiores a M.

Un plan de tres clases queda descrito por n, m, M y c, en donde:

n = número de unidades de muestras a ser examinadas;

m = valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud;

c = número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M" para que el alimento sea aceptable;

M = valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

### 3.5.1 Recuento Aerobios Mesófilos (RAM)

Se realizó de acuerdo a la norma NCh. 2659 Of. 2002, técnica de recuento en placa a 35°C (INN, 2002).

### 3.5.2 Recuento en placa de Hongos y Levaduras

Se realizó de acuerdo a la norma NCh. 2734 Of. 2002, técnica de recuento en placa para hongos y levaduras a 25°C (INN, 2002).

### 3.6 Elección de envase

La elección de envase se realizó según las necesidades de almacenamiento del producto, siendo estas: protección contra el oxígeno, la humedad y la radiación. El envasé tuvo que cumplir con los siguientes requerimientos:

- Barrera de vapor
- Barrera de oxígeno
- Barrera de radiación (lámina de aluminio)
- Flexible
- Resistente

El perfil de envase apropiado para el producto fue de estructura trilaminar flexible con lámina intermedia de aluminio. La propuesta inicial contempló las siguientes estructuras de envases:

- PET/AL/PE
- Couche/AL/PE
- BOPP/AL/PP
- BOPP/AL/CPE

### 3.7 Estudio de vida útil

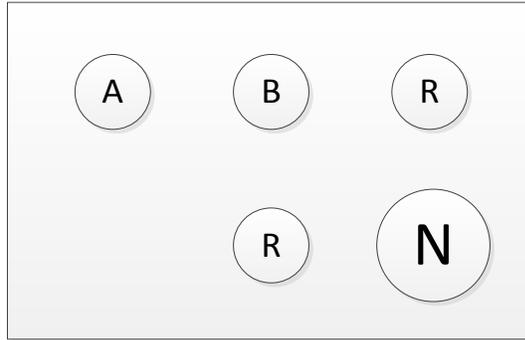
La finalidad de este análisis fue determinar la duración del producto, mediante envejecimiento acelerado (37°C y 47°C), extrapolando los resultados a las condiciones normales de almacenamiento.

Este estudio consideró estimaciones preliminares de la duración del producto mediante la obtención de datos de productos similares existentes en el mercado. Este tiempo estimado preliminar fue de 12 meses, por lo cual se hizo imprescindible conocer la cinética de deterioro para así estimar de manera acelerada la duración del producto, obteniendo una cinética de orden 0 según revisión bibliográfica de estudios en productos similares (Chavez y cols., 2000).

El análisis contempló el envejecimiento acelerado de muestras preparadas según la fórmula desarrollada en base a los puntos 3.1 y 3.2. Los componentes fueron mezclados en un mortero de porcelana hasta lograr un producto homogéneo, se dosificó en porciones de 50g y se envasó según requerimientos señalados en el punto 3.6. Su almacenamiento se realizó a temperaturas de 37°C y 47°C.

Durante el almacenamiento se realizaron análisis de los parámetros:  $a_w$ , humedad, densidad bulk y ángulo de reposo durante un periodo de 3 meses. Para ello se preparó una cantidad de muestras suficientes para realizar determinaciones de  $a_w$  cada 14 días y determinación de humedad, densidad bulk y ángulo de reposo cada 7 días. El fin de estos análisis fue verificar la estabilidad química y física del producto durante su almacenamiento.

Desde el punto de vista sensorial se realizó una cuantificación de magnitud de diferencias sensoriales mediante test de diferencias contra control, siendo la muestra control, una muestra en polvo fabricada el mismo día de la evaluación. La evaluación se realizó con las muestras reconstituidas en agua potable (50g muestra en 350mL agua) y presentadas en vasos plásticos como se muestra en la Figura 3.4, donde A y B corresponden a las muestras a 37°C y 47°C; R es la referencia o control y N es el medio de neutralización. El orden de las muestras fue aleatorio.



**Figura 3.4: Bandeja de evaluación test diferencias contra control.**

Se utilizó un panel de 10 jueces ya entrenados y una escala de tipo verbal numérica de 0 a 5 (Anexo 3.5). Además se estableció el límite crítico 3, es decir, cuando se produjo una diferencia notoria entre la muestra en envejecimiento acelerado y la muestra control o de referencia.

La evaluación de diferencias se realizó cada 7 días de almacenamiento durante el tiempo necesario para alcanzar el límite crítico del producto, luego se determinó la duración para cada temperatura según función de calidad de orden 0.

Luego mediante el procedimiento Q10 se estimó la vida útil extrapolando a una temperatura de 25°C. El procedimiento consiste en la obtención de la regresión lineal entre el log (vida útil) v/s la temperatura. Luego se reemplaza, en la ecuación, la temperatura a la cual deseamos conocer la vida útil. Luego despejando se obtiene al valor de la vida útil a la temperatura indicada (Ecuación 3.1).

$$\log (\text{vida útil}) = mx + b$$

Ecuación 3.1

Dónde:

y=log (Vida útil)

m=pendiente

x=Temperatura (°C)

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Fórmula final del producto

Según lo señalado en los múltiples estudios analizados en el punto 2.2 se llegó a la fórmula que se muestra en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Fórmula del producto.

<b>Ingrediente</b>	<b>Características de elección de materia prima</b>	<b>Cantidad por 100g de producto</b>
Maltodextrina DE 18-20 (WINKLER S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carbohidrato complejo</li><li>• Alto índice glicémico</li><li>• Alta solubilidad</li><li>• Bajo costo</li></ul>	44g
Concentrado de proteína de suero de leche (WINKLER S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alto valor biológico de sus proteínas</li><li>• Buen sabor</li><li>• Buena solubilidad</li></ul>	38g
Fosfato dicálcico USP (BLUMOS S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biodisponibilidad</li><li>• Calidad</li><li>• Solubilidad</li></ul>	9g
Creatina Monohidrato USP (REUTTER S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calidad</li><li>• Solubilidad</li></ul>	5g
Carbonato de magnesio USP (BLUMOS S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biodisponibilidad</li><li>• Calidad</li></ul>	834mg
Lecitina de soya en polvo (PRINAL S.A.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modificador de la textura</li><li>• Antiespumante</li></ul>	1200mg (B.P.M)

**Tabla 4.1: Fórmula del producto (continuación).**

Dióxido de silicio (PRINAL S.A.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antiespumante</li> <li>• Antiaglomerante</li> </ul>	400mg (B.P.M)
Saborizante (FOODCOLOR S.A.)	Sabor vainilla impregnado en maltodextrina	Por Definir (Optimización)
Sacarina (FOODCOLOR S.A.)	Edulcorante no nutritivo	Por Definir (Optimización)

De acuerdo a esta fórmula se propuso el etiquetado nutricional de la tabla 4.2.

**Tabla 4.2: Etiquetado nutricional del producto.**

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad por 100g de producto</b>	<b>Cantidad por Porción* (50g)</b>	<b>%DDR por Porción**</b>
Hidratos de carbono (g)	52	26	--
Proteínas (g)	30	15	--
Grasas (g)	5	2,5	--
Creatina (mg)	5000	2500	--
Calcio (mg)	3000	1500	150
Magnesio (mg)	350	175	50

\*Porción es 50g de producto reconstituido en 350mL de agua.

Ingredientes: Maltodextrina, concentrado de proteína de suero de leche, fosfato dicálcico, creatina, carbonato de magnesio, lecitina de soya, dióxido de silicio, saborizante vainilla, sacarina.

Se recomienda el consumo de 1 a 2 porciones diarias del suplemento, preferentemente 2 a 4 horas antes del entrenamiento y/o competencia.

## 4.2 Optimización de la aceptabilidad del producto

Los resultados obtenidos, según lo propuesto en el punto 3.2, fueron analizados mediante análisis de varianza ANOVA (Anexo 4.1).

Las respuestas analizadas no tuvieron diferencias significativas entre jueces pero si entre muestras. Los valores de p-value entre muestras y jueces se resumen en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3: Resumen P-Value entre jueces y muestras.**

EFECTOS PRINCIPALES	P-Value		
	Dulzor	Sabor	Aceptabilidad General
Juez	0,1256	0,0557	0,127
Muestra	0	0	0

La Tabla 4.4 muestra los valores promedio de la evaluación de aceptabilidad.

**Tabla 4.4: Resumen de resultados test aceptabilidad.**

Muestra	Contenido Sacarina (mg/porción)	Contenido Saborizante (mg/porción)	Dulzor	Sabor	Aceptabilidad General
A	60	682,8	6,6	7,1	6,7
B	30	200	5,8	5,5	4,9
C	90	600	7,3	6,5	6,6
D	60	400	6,5	6,6	6,4
E	60	400	7,3	6,5	6,1
F	90	200	6,8	6,4	6,1
G	60	117,2	6,5	5,5	5,5
H	102,4	400	7,0	6,9	6,7
I	30	600	4,3	4,1	3,9
J	17,6	400	3,3	2,8	2,8

El rango para la respuesta dulzor fue entre 3,3 y 7,3. La muestra peor evaluada fue la muestra con menor contenido de sacarina 17,6mg. Por otra parte, las muestras mejor evaluadas en este parámetro fueron las muestras con 60mg y 90mg de sacarina.

Respecto del sabor, el rango fue entre 2,8 y 7,1. La muestra peor evaluada fue la muestra que presentaba un contenido de saborizante de 400mg. Por otra parte, la mejor evaluada fue la muestra cuyo contenido de saborizante fue 682,8mg. Este resultado muestra la influencia que tiene la cantidad de sacarina en la apreciación del sabor, siendo la muestra peor evaluada la con menor contenido de sacarina y no la con menor contenido de saborizante.

En cuanto a la aceptabilidad general, se obtuvo 2 evaluaciones máximas con un promedio de 6,7. Estas muestras presentaron un contenido de sacarina de 60mg y 102,4mg; su contenido de saborizante fue de 682,8mg y 400mg respectivamente. Los mejores resultados en aceptabilidad general se obtuvieron en las muestras cuyo contenido de sacarina fue sobre 60mg. Por otra parte, el contenido de saborizante no fue determinante en la aceptabilidad general.

Respecto del punto central, los valores fueron muy cercanos. En el dulzor se vio una diferencia de 0,8 puntos; en el sabor fue sólo de 0,1 puntos y en la aceptabilidad general del orden de 0,3 puntos. Esto plantea la certeza de los resultados ya que las variaciones no son significativas entre muestras con igual composición.

Los resultados fueron analizados por separados y se excluyeron los factores no significativos. Cabe destacar el impacto que tuvo el contenido de edulcorante en las tres respuestas analizadas. Para las respuestas sabor y aceptabilidad general, el edulcorante fue la única fuente con efectos sobre la variabilidad de los resultados. Por otro lado, el contenido de saborizante tuvo sólo un efecto conjunto con el edulcorante sobre la respuesta dulzor (Anexo 4.1).

Los análisis anteriores fueron sometidos a una optimización de múltiples respuestas: Aceptabilidad general, dulzor y sabor. El resultado de la fórmula optimizada se muestra en la Tabla 4.5.

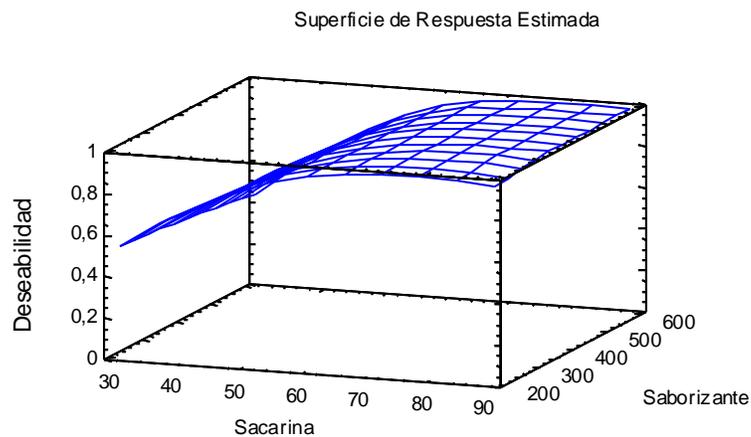
**Tabla 4.5: Resumen de resultados de optimización de respuestas múltiples.**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Sacarina (mg)	17,6	102,4	81,7
Saborizante (mg)	117,2	682,8	655,2

Con estos resultados se puede saber que, la fórmula cuyas respuestas de aceptabilidad, sabor y dulzor son mejor evaluadas, es la fórmula que contiene 81,7mg de sacarina y 655,2mg de saborizante, en cada porción de producto (50g).

La deseabilidad óptima es 0,9904 y los valores óptimos de las repuestas son: dulzor 7,6; sabor 6,9 y aceptabilidad general 6,6.

La Figura 4.1 muestra de manera gráfica la influencia del contenido de edulcorante y saborizante en la deseabilidad del producto (optimización de respuesta múltiple).



**Figura 4.1: Gráfico de optimización de respuestas múltiples.**

En la Figura 4.1 se aprecia que la deseabilidad se incrementa cuando el contenido de sacarina aumenta pero antes de llegar a la máxima cantidad se aprecia una disminución de esta deseabilidad. Por otro lado, la deseabilidad no tiene variabilidad significativa respecto al contenido de saborizante y debido a que el contenido de saborizante no es una limitante económica en el producto, se utilizará el contenido optimizado entregado por el análisis en la fórmula final. Cabe destacar que a contenidos inferiores de saborizante (dentro del rango analizado) no debiese tener influencias sobre la deseabilidad del producto.

El resultado de la optimización múltiple implica, por parte de los consumidores, una marcada preferencia hacia productos cuyo contenido de edulcorante es elevado. De esto se puede desprender un perfil de comportamiento particular para el grupo analizado, lo que servirá para el desarrollo de nuevos productos destinados a este tipo de público objetivo.

La optimización sensorial de nuevos productos es muy importante desde el punto de vista comercial, ya que, determina los contenidos con los cuales los consumidores tendrán una mayor deseabilidad.

Se sabe que a mayor número de evaluadores mayor será la certeza de los resultados, por ello es fundamental considerar que, a pesar de los recursos que implique este tipo de evaluación, es imprescindible para obtener un producto exitoso desde el punto de vista sensorial y organoléptico.

### **4.3 Caracterización química**

#### **4.3.1 Contenido de humedad y actividad de agua**

El contenido de humedad inicial fue de 6,36%, una humedad que está dentro del rango de entre 4 y 8% para este tipo de productos (Fennema, 2000). Respecto a la actividad de agua, su valor inicial fue de 0,44.

Estos resultados iniciales de humedad y  $a_w$  le otorgan al producto cualidades de estabilidad, ya que disminuye la posibilidad de cambios desde el punto de vista químico, cambios en propiedades de flujo y crecimiento microbiológico.

#### 4.3.2 Contenido de proteína

De acuerdo a los procedimientos señalados en el Punto 3.3.2 se calculó el contenido de nitrógeno y posteriormente el contenido de proteína.

Los resultados del análisis fueron de 31mg de nitrógeno (N) incluyendo el aporte de la Creatina (32% de N), por lo cual restando éste aporte se obtiene el contenido de N proveniente de las proteínas. Luego se llevó al contenido de proteína mediante el factor 6,38 se obtuvo un 30% de proteína, que es igual al contenido teórico esperado.

Con estos resultados se confirma que la formulación cumple con el contenido proteico calculado de 15g de proteínas por porción. Este resultado implica la incorporación del descriptor “Buena fuente de Proteínas” ya que tiene entre 20% y un 39% de la DDR de proteínas con óptima calidad y digestibilidad (R.S.A., 1996).

#### 4.3.3 Cenizas totales

El contenido de cenizas totales se calculó según lo señalado en el Punto 3.3.3, obteniendo un contenido de 8,54% de cenizas.

Este valor en los residuos minerales, proviene principalmente de las sales de calcio, magnesio y en menor medida del contenido de cenizas de las materias primas presentes en la formulación.

#### 4.3.4 Contenido de materia grasa

El resultado obtenido según el método señalado en el Punto 3.3.4 fue de 2,5% de materia grasa.

Estos resultados son muy cercanos al contenido teórico estimado de 2,1%, siendo la única fuente de materia grasa el concentrado de proteína de suero de leche (7% M.G.).

El contenido por porción es de 1,25g de grasas, por lo cual, según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, 1996 Rev. 2010), artículo 120, se puede incorporar el descriptor “bajo aporte de grasas”, ya que, contiene menos de 3g por porción de este nutriente.

#### 4.3.5 Contenido de extracto no nitrogenado (ENN)

Se calculó el extracto no nitrogenado de manera indirecta mediante la ecuación 4.1.

$$H. \text{ de C.} = 100 - (\text{Humedad} + \text{Proteína} + \text{Cenizas} + \text{Grasas}) \quad \text{Ecuación 4.1}$$

El resultado fue de 52,6% y se asumió que este resultado corresponde a los hidratos de carbono. Dicho resultado coincide con el valor estimado para el producto, el cual es mayor a 25g por porción.

### 4.4 Caracterización física

#### 4.4.1 Densidad bulk

La densidad bulk inicial fue de 0,600 g/mL ó 600kg/m<sup>3</sup>. Este valor es similar a los valores de densidades bulk que presentan productos similares como las harinas de maíz y trigo, el almidón y la crema de café en polvo (Anexo 4.2).

#### 4.4.2 Ángulo de reposo

El ángulo de reposo inicial fue de 21° y no presentó problemas de flujo durante el análisis. Esto implica un buen producto para ser transportado mediante sistemas neumáticos (McCabe, 1998).

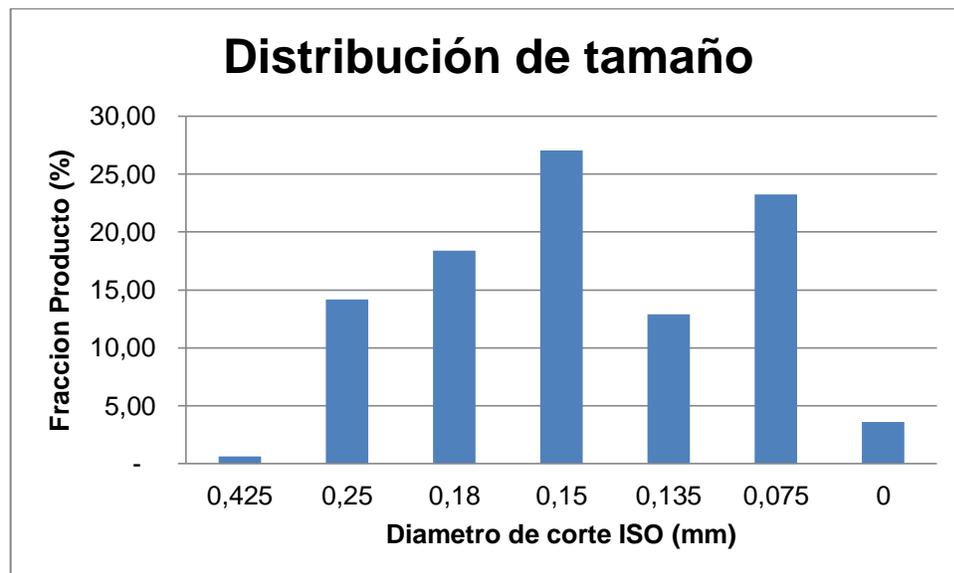
#### 4.4.3 Tamizado

Los resultados del tamizado realizados según la metodología descrita en el Punto 3.4.3 se resumen en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6: Resumen de resultados tamizado.**

Tamiz ISO (mm)	Tamiz MESH	Producto (g)	Producto (%)
0,425	40	0,3	0,63
0,25	60	6,7	14,16
0,18	80	8,7	18,39
0,15	100	12,8	27,06
0,135	120	6,1	12,90
0,075	200	11	23,26
0	--	1,7	3,59

De acuerdo a estos resultados se determinó una distribución normal de tamaño de partícula para el producto. En la Figura 4.2 se muestran las contribuciones porcentuales de acuerdo al diámetro de corte del tamiz, donde se aprecia la contribución importante de las partículas menores a 0,18mm (80 MESH).



**Figura 4.2: Distribución de tamaños de partícula mediante tamizado.**

Por otro lado, es posible determinar el diámetro promedio relacionando la cantidad de producto con el diámetro de corte (Ecuación 4.2).

$$D_p = \sum_{k=0}^n \frac{D_c * C}{100} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$D_p = 0,15\text{mm}$$

El diámetro promedio es 0,15mm. De acuerdo a esto se puede clasificar al producto como un producto en polvo Ultra Fino (McCabe, 1998).

#### 4.5 Caracterización microbiológica

Según los resultados del análisis microbiológico de la tabla 4.7 el producto cumple con todos los requisitos iniciales que exige el Reglamento Sanitario de los Alimentos tanto para aerobios mesófilos como para hongos y levaduras.

**Tabla 4.7: Resultados análisis microbiológico.**

Muestra	Recuento en placa de aerobios mesófilos	Recuento en placa de hongos y levaduras
N1	2,5x10 <sup>2</sup> ufc/mL	3,1x10 <sup>2</sup> ufc/mL
N2	2,5x10 <sup>2</sup> ufc/mL	3,2x10 <sup>2</sup> ufc/mL
N3	2,6x10 <sup>2</sup> ufc/mL	2,9x10 <sup>2</sup> ufc/mL
N4	2,6x10 <sup>2</sup> ufc/mL	2,9x10 <sup>2</sup> ufc/mL
N5	1,7x10 <sup>2</sup> ufc/mL	3,0x10 <sup>2</sup> ufc/mL

Consecuentemente con esto, todos los análisis se encuentran bajo el límite inferior de aceptación siendo el producto evaluado con calidad aceptable y no representando riesgo para la salud.

Los resultados entregan un parámetro inicial de calidad microbiológica, no obstante, se debe tener en cuenta un correcto envasado para que el producto pueda preservar estos niveles durante su vida útil.

Cabe destacar la baja actividad de agua y humedad que presenta el producto, estos parámetros junto con una correcta elección de envase asegura que no se produzca un crecimiento microbiológico durante su almacenamiento, ya que, en condiciones de actividad de agua inferiores a 0,6 no se producirá un crecimiento microbiológico que pueda alterar el producto (Frazier, 2000).

Respecto al producto una vez reconstituido, se deberá tener precaución ya que los microorganismos se desarrollan en cuanto el medio sea favorable para ellos. Conocido es el caso de las levaduras, quienes fermentan cuando en su medio encuentran azúcar y agua a una temperatura ambiente.

#### **4.6 Envase**

El producto a envasar es en polvo, con humedad cercana al 6% y materia grasa cercana al 3%. Por lo cual, el envase debe proteger al producto contra la humedad, contra el oxígeno y contra la radiación (Zaldívar, 1977). Estos elementos ocasionan pérdidas en la calidad del alimento, entre las cuales se pueden mencionar: pérdidas y cambios en constituyentes, también cambios en aroma, sabor, color y modificaciones texturales, entre otros (Industria de Alimentos, 1999).

El envase elegido es de tipo multicapa (PET/AL/PE), con lámina de politereftalato de etileno, lámina de aluminio y lámina de polietileno. Este envase es comúnmente utilizado en envases para leches, sopas y salsas de tomate entre otros.

El envase elegido proporciona una correcta protección contra el oxígeno y la humedad debido a la baja permeabilidad ( $< 0,1 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día} \cdot \text{bar}$ ) y además protege al producto contra la radiación mediante debido a su lámina de aluminio incorporada en la estructura del envase.

El envase es capaz de almacenar una porción de producto (50g) y tiene dimensiones de 150x100mm. El cierre del envase se realiza mediante sellado térmico.

## 4.7 Vida útil del producto

### 4.7.1 Humedad durante almacenamiento

En el análisis de la humedad durante el almacenamiento no se encontró diferencias significativas tanto a 37°C como a 47°C (Anexo 4.3), lo cual se puede atribuir a un correcto proceso de elección de envase, envasado y sellado del producto. Los promedios de humedad durante almacenamiento fueron muy cercanos, siendo de 6,40 a 37°C y de 6,32 a 47°C. La Figura 4.3 muestra de manera gráfica la baja variabilidad de las humedades en almacenamiento a ambas temperaturas.

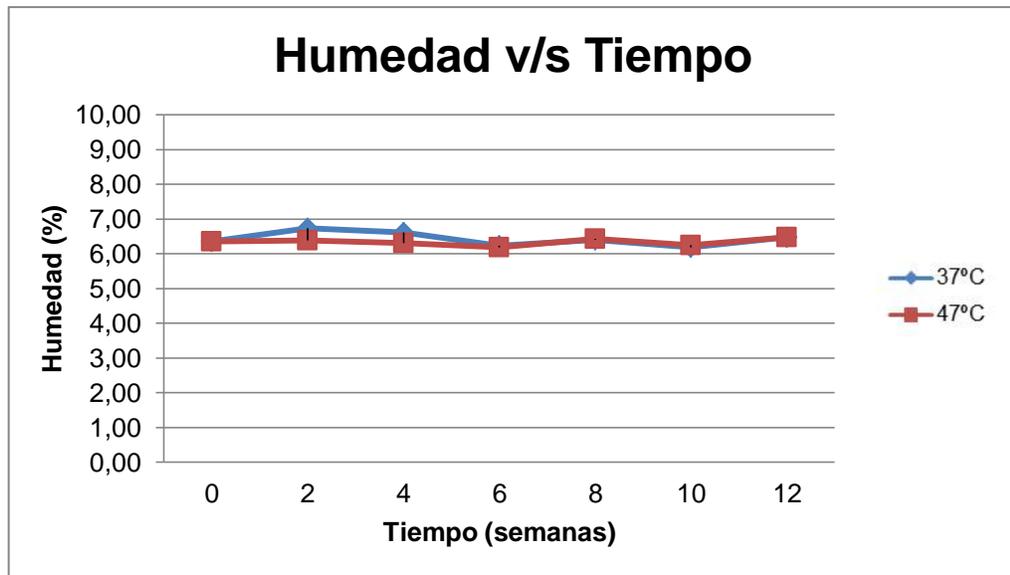


Figura 4.3: Gráfico humedad versus tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C.

#### 4.7.2 Actividad de agua durante almacenamiento

En almacenamiento a 37°C se observó un promedio de  $a_w$  de 0,46 y no hubo diferencias significativas a lo largo del periodo de estudio (Anexo 4.4).

Por otro lado, el estudio a 47°C, arrojó una  $a_w$  promedio de 0,46 el mismo valor de  $a_w$  a 37°C y no presentó diferencias significativas a lo largo del periodo de estudio.

Estos resultados entregan información respecto a la estabilidad del producto durante su almacenamiento y es una consecuencia de la estabilidad de las materias primas como así también de la correcta elección del envase y sellado de éste. Esto queda de manifiesto en la Figura 4.4 en la cual se muestra gráficamente la relación entre actividad de agua y tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C.

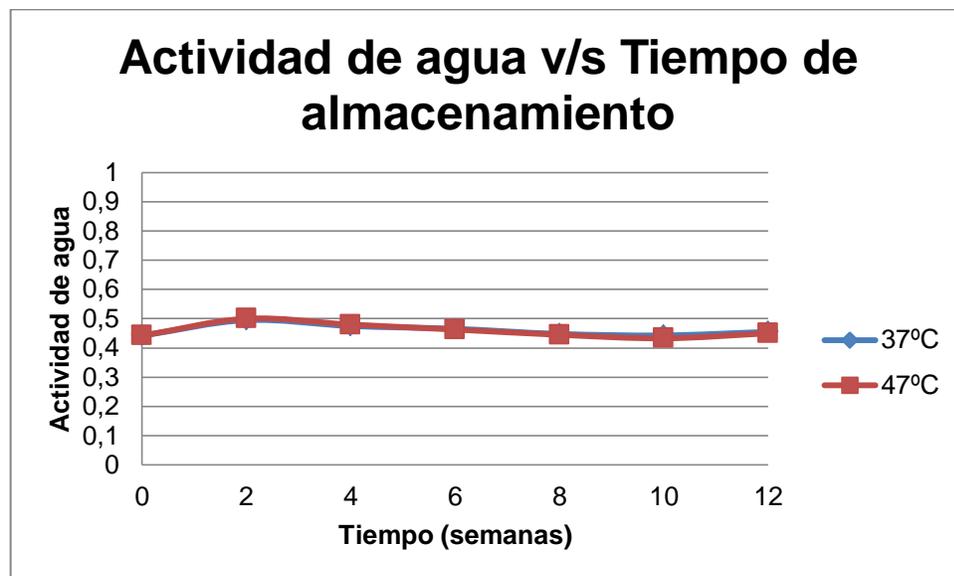


Figura 4.4: Grafico actividad de agua v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C.

El parámetro de  $a_w$  es importante para controlar el crecimiento microbiológico, ya que con  $a_w$  bajas, el desarrollo de microorganismos no prolifera (Frazier, 2000).

#### 4.7.3 Densidad bulk durante almacenamiento

Los valores promedios fueron de 0,607 para ambas temperaturas de almacenamiento (37°C y 47°C).

Mediante análisis de varianza ANOVA (Anexo 4.5) se determinó que las muestras no presentaron diferencias significativas a lo largo del periodo de almacenamiento en ambas temperaturas (Figura 4.5).

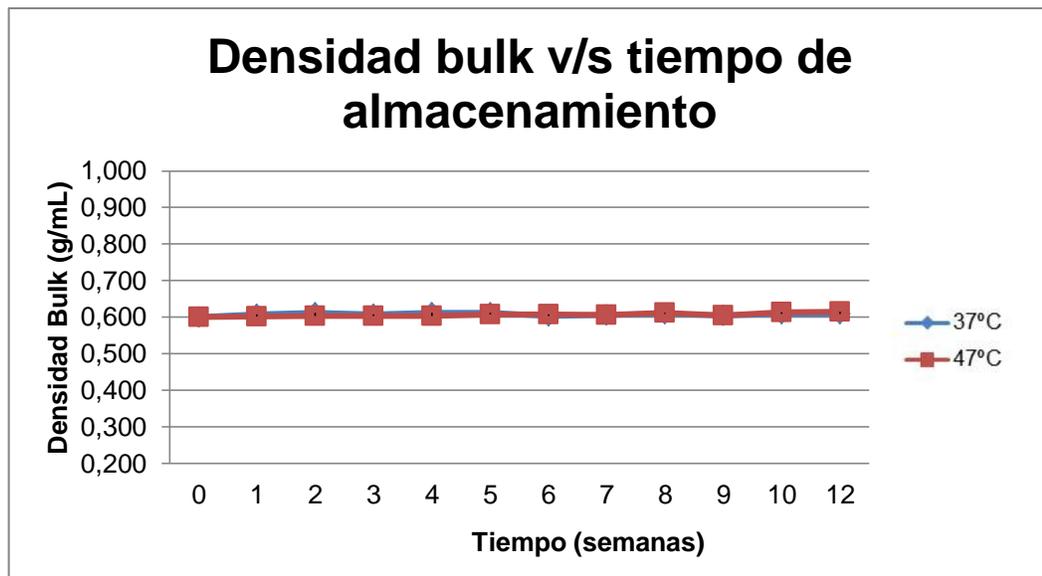


Figura 4.5: Gráfico densidad bulk v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C.

Estos datos permiten asegurar un comportamiento estable durante el transporte y almacenamiento del producto, debido a que éste no se compactará más allá de lo calculado en el análisis (0,6g/mL).

#### 4.7.4 Ángulo de reposo durante almacenamiento

El ángulo de reposo promedio para los análisis a 37°C fue de 24°, existiendo diferencias significativas entre las muestras durante su almacenamiento, lo cual se puede apreciar en la Figura 4.6, donde se grafica el incremento en el ángulo de reposo a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento (Anexo 4.6). También es posible

apreciar que el valor máximo se alcanzó en las semanas finales del estudio, por lo que no se descarta que este valor pudiese incrementarse aún más. Algo muy similar ocurrió en el análisis a 47°C, el cual tuvo un promedio de 24° y presentó diferencias significativas entre muestras durante su almacenamiento.

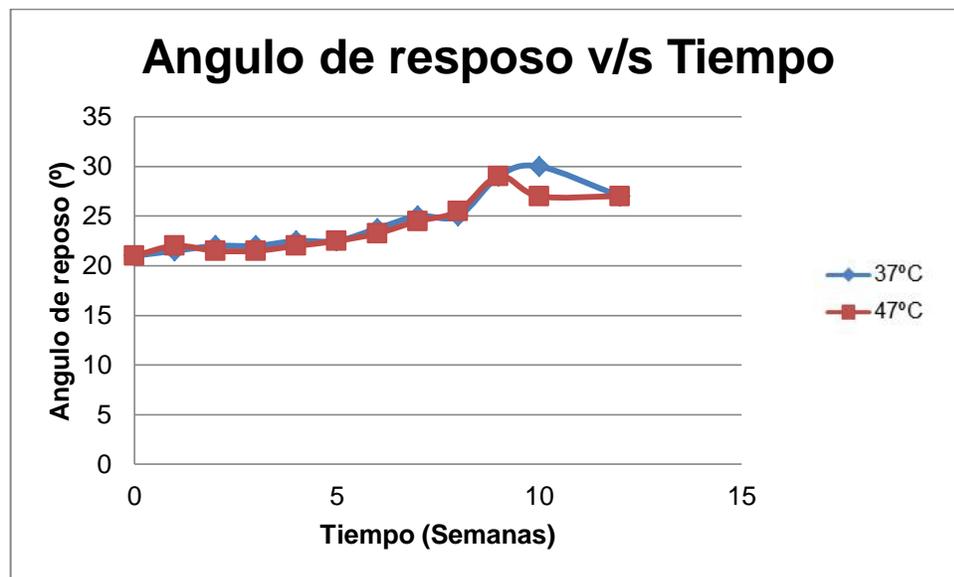


Figura 4.6: Gráfico ángulo de reposo v/s tiempo de almacenamiento a 37°C y 47°C.

Pese a que se puede observar una tendencia incremental en los ángulos de reposos durante el tiempo de almacenamiento, los valores de  $R^2$  para la regresión lineal fueron cercanos a 0,8 lo cual indica una baja correlación para poder predecir una fórmula que modele esta variación.

El ángulo de reposo es importante en las propiedades de fluidez de los productos en polvo, ya que está muy involucrado en el comportamiento del producto tanto en procesos de transporte como de almacenamiento (Geldart y cols., 2006). Es por ello la importancia de formular productos que no varíen esta propiedad durante su vida útil.

A pesar de las diferencias significativas encontradas en el estudio, las variaciones no son lo suficientemente amplias como para afectar el límite de flujo del producto en

polvo, por lo cual se puede señalar que el rango en el cual debe estar el producto es de entre 20° y 30°.

#### 4.7.5 Test diferencias contra control

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de diferencias contra control y mediante análisis ANOVA (Anexo 4.7), se puede señalar que los jueces no presentaron diferencias significativas pero si lo hicieron las muestras en las dos temperaturas evaluadas.

Se asumió una cinética de orden 0, obteniendo las regresiones lineales correspondientes para ambas temperaturas. Los valores de  $R^2$  y los valores de vida útil para el límite crítico 3 se muestran en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8: Cuadro resumen de ecuaciones, valores  $R^2$ , vida útil y log (vida útil) para ambas temperaturas de almacenamiento.**

Temperatura	Ecuación	$R^2$	Vida Útil (días)	Log (vida útil)
37	$y = 0,0586x - 0,3$	$R^2 = 0,9917$	56	1,7482
47	$y = 0,0786x + 1,95$	$R^2 = 0,9758$	13	1,1139

Los productos llegaron al límite crítico 3 a los 56 días en las muestras almacenadas a 37°C y a los 13 días para las muestras almacenadas a 47°C.

Mediante el procedimiento  $Q_{10}$  que relaciona el cambio de la vida útil cuando la temperatura del alimento se eleva en 10°C (Fennema, 2000) se obtuvo el grafico log de vida útil versus temperatura (Figura 4.7) y la regresión lineal correspondiente (Ecuación 4.3).

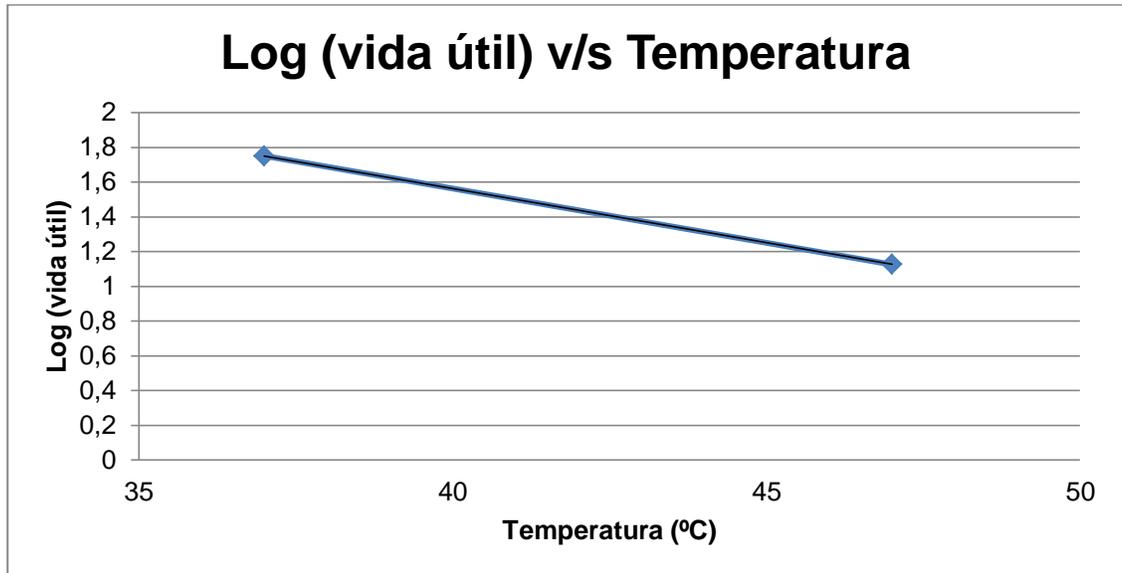


Figura 4.7: Gráfico Log vida útil v/s temperatura.

$$y = -0,0625x + 4,0624$$

Ecuación 4.3

Dónde:

$y = \log(\text{Vida útil})$

$x = \text{Temperatura (°C)}$

Luego, extrapolarlo a una temperatura de almacenamiento de 25°C se obtiene:

$$y = -0,06025 \cdot 25 + 4,0624$$

$$y = 2,4999$$

$$y = \log(\text{vida útil})$$

Despejando vida útil se obtienen los días de duración del producto, cuyo resultado final es de 316 días ó 10 meses aproximadamente.

Esta duración estimada es similar a la duración de los productos con características similares que existen en el mercado, los cuales presentan duraciones de 12 meses.

Los panelistas señalaron que las principales diferencias se presentaron en el sabor del producto, lo cual puede ser explicado por la generación de componentes volátiles inherentes a la composición química del producto, los cuales que interfieren con la apreciación general del producto.

Cabe destacar que la estimación de la duración del producto se basó únicamente en aspectos sensoriales, debido a que en condiciones normales el producto presenta una estabilidad demostrada desde el punto de vista químico, físico y microbiológico.

## CONCLUSIONES

Se logró establecer las necesidades nutricionales para deportistas de resistencia, en base a estudios recientes en ciencias del deporte y nutrición deportiva.

La porción de consumo calculada fue de 50g y su reconstitución se realiza en 350mL de agua. El contenido nutritivo por porción de producto es: 15g de proteína, 26g de hidratos de carbono, 2,5g de creatina, 1500mg de calcio y 175mg de magnesio.

El producto desarrollado se optimizó sensorialmente mediante metodología de superficie de respuesta determinando los contenidos de edulcorante (82mg/porción) y saborizante (655mg/porción).

También se caracterizó químicamente mediante análisis proximal (Humedad 6%; Proteína 30%; Cenizas 9%; Grasa 3%; H. de C. 52%).

También se midieron los parámetros microbiológicos del producto, cumpliendo éste con los requerimientos del Reglamento Sanitario de los Alimentos en aerobios mesófilos, hongos y levaduras.

Conjuntamente se eligió un envase multicapa PET/AL/PE y se comprobó su efectividad determinando que no existieron cambios durante su almacenamiento en los parámetros de aw, humedad y densidad bulk. El ángulo de reposo presentó diferencias significativas pero no son suficientes como para afectar el límite de flujo del producto. El diámetro promedio de partícula fue de 0,18mm.

Se estimó una duración de 10 meses para el producto almacenado en condiciones normales de humedad y temperatura.

En base a todo lo planteado anteriormente se concluyó la factibilidad de diseñar productos para deportistas mediante la metodología descrita en el presente estudio. Este procedimiento es extrapolable a otro tipo de suplementos, siendo incluso factible

para el desarrollo de productos comerciales como también para uso en programas de suplementación en salud pública.

## REFERENCIAS

ADA, American Dietetic Association, 2009. Position of the American Dietetic Association: Nutrient Supplementation, Journal of the American Dietetic Association, Volume 109, Issue 12. Pp 2073-2085.

AOAC, 1997. Official methods of analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD.

ARASA Manuel, 2005. Manual de nutrición deportiva, Barcelona, España, Editorial Paidotribo.

ARAUJO Jonas A., FALAVIGNA Gina, ROGERO Marcelo M., PIRES Ivanir S.O., PEDROSA Rogerio G., CASTRO Inar A., DONATO Jose, TIRAPEGUI Julio, 2006. Effect of chronic supplementation with branched-chain amino acids on the performance and hepatic and muscle glycogen content in trained rats, Life Sciences, Volume 79. Pp. 1343-1348.

BERTHELOT A., 2006. Interrelations activité physique et magnésium, Science & Sports, Volume 21, Issue 2. Pp. 90-92.

BASSIT Reinaldo A, SAWADA Letícia A, BACURAU Reury F.P, NAVARRO Franciso, MARTINS JR Eivor, SANTOS Ronaldo V.T, CAPERUTO Erico C, ROGERI Patrícia, COSTA-ROSA Luís, 2002. Branched-chain amino acid supplementation and the immune response of long-distance athletes, Nutrition, Volume 18, Issue 5. Pp 376-379.

BENARDOT Dan, 2006. Advanced Sport Nutrition, Estados Unidos, Human Kinetics. Pp 303–304.

BOWMANN B., 2003. Conocimientos actuales sobre nutrición, 8th. ed. Washington, D.C., OPS e Instituto internacional de ciencias de la vida. Pp 24-32.

BUCKLEY J.D., ABBOTT M.J., BRINKWORTH G.D., WHYTE P.B.D., 2002. Bovine colostrum supplementation during endurance running training improves recovery, but

not performance, *Journal of Science and Medicine in Sport*, Volume 5, Issue 2. Pp. 65-79.

CASTELL Linda M., 2002. Can glutamine modify the apparent immunodepression observed after prolonged, exhaustive exercise?, *Nutrition*, Volume 18, Issue 5. Pp. 371-375.

CASTRO Eduardo, 2011. Apuntes "Determinación de vida útil". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Chile.

CHÁVEZ M., PÁEZ R, WANZENRIED R Y TAVERNA M., 2000. Seguimiento de la reacción de Maillard durante el almacenado de la leche entera en polvo, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Buenos Aires, Argentina.

CHEN Y.J., H.S. WONG Stephen, CHAN Cherry O.W., WONG C.K., LAM C.W., SIU Parco M.F., 2009. Effects of glycemic index meal and CHO-electrolyte drink on cytokine response and run performance in endurance athletes, *Journal of Science and Medicine in Sport*, Volume 12, Issue 6. Pp 697-703.

DUVILLARD Serge, BRAUN William A, MARKOFSKI Melissa, BENEKE Ralph, LEITHÄUSER Renate, 2004. Fluids and hydration in prolonged endurance performance, *Nutrition*, Volume 20, Issues 7-8. Pp. 651-656.

ESCOTT-STUMP, 2008. Krause`s Food and Nutrition Therapy, 12th ed. Canada, Elsevier. Pp.149-150.

FENNEMA Owen, 2000. Química de los alimentos, 2da ed., España, Ed. Acribia. Pp. 1201–1236.

FRAZIER William y WESTHOFF Dennis, 2000. Microbiología de los alimentos. 4ª ed. Zaragoza, España, Arancibia. Pp 681.

GANT Nicholas, STINEAR Cathy M., BYBLOW Winston D., 2010. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output, *Brain Research*, Volume 1350. Pp. 151-158.

GOMEZ Rafael, 1992. Actividad del agua de los alimentos, métodos de determinación, Revista Alimentaria, Número 77. Pp 77-81.

GOMEZ-MERINO Danielle y PORTERO Pierre, 2006. Nutrition glucidique et exercice physique : aspects pratiques, Kinésithérapie, la Revue, Volume 6, Issue 58. Pp 38-43.

GELDART D., ABDULLAH E.C., HASSANPOUR A., NWOKE L.C., WOUTERS I., 2006. Characterization of powder flowability using measurement of angle of repose, China Particuology, Volume 4, Issues 3-4. Pp. 104-107.

GELDART D., ABDULLAH E.C., VERLINDEN A., 2009. Characterisation of dry powders, Powder Technology, Volume 190, Issues 1-2. Pp. 70-74.

HOFFMAN Jay R., RATAMESS Nicholas A., FAIGENBAUM Avery D., ROSS Ryan, KANG Jie, STOUT Jeffrey R., WISE John A., 2008. Short-duration  $\beta$ -alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players, Nutrition Research, Volume 28, Issue 1. Pp 31-35.

INDUSTRIA DE ALIMENTOS, 1999, Chile, 4 (17).

INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NCh 2659 Of. 2002, Productos hidrobiológicos, Determinación de microorganismos aerobios mesófilos, Técnica de recuento en placa a 35°C, Chile.

INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NCh 2734 Of. 2002, Productos hidrobiológicos, Determinación de hongos y levaduras, Técnica de recuento en placa, Chile.

JEUKENDRUP Asker E., 2004. Carbohydrate intake during exercise and performance, Nutrition, Volume 20, Issues 7-8. Pp 669-677.

LUKASKI Henry C., 2004. Vitamin and mineral status: effects on physical performance, Nutrition, Volume 20, Issues 7-8. Pp. 632-644.

MAHAN K. y ESCOTT-STUMP S., 2001. Nutrición y dietoterapia de Krause, 10ª ed. México, Mc GrawHill. 1274p.

MCCABE L. Warren, 1998. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ª ed. Madrid, España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana.

NIELSEN S. Suzanne, 2002. Food Análisis, 2nd ed. Maryland, Aspen Publishers, 1998.  
PALAVECINO Norberto. Nutrición para el Alto Rendimiento, Buenos Aires, Argentina, Editorial LER.

O'NEIL MJ, 2006. The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals, 14th ed. New Jersey.

PANREAC Q.S.A., 1999. Analíticos en Alimentaria, Métodos oficiales de análisis leche y productos lácteos, España.

P VON DUVILLARD Serge, BRAUN William A, MARKOFSKI Melissa, BENEKE Ralph, LEITHÄUSER Renate, 2004. Fluids and hydration in prolonged endurance performance, Nutrition, Volume 20, Issues 7-8. Pp 651-656.

RSA, REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, MOD. 2008. Decreto N° 977/96 (D.OF. 13.05.97).

ROSADO Jorge, 1999. Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación, Salud Pública, México.

ST CLAIR Alan, 2008. Acute Milk-Based Protein-CHO Supplementation Attenuates Exercise-Induced Muscle Damage, Applied Physiology, Nutrition & Metabolism 33.4. Pp775-783.

TARNOPOLSKY Mark, 2004. Protein requirements for endurance athletes, Nutrition, Volume 20, Issues 7-8. Pp662-668.

THE MERCK INDEX, 2006. Encyclopedia of Chemicals, drugs and biological, 14th ed. Merck Whitehouse Station, NJ, USA.

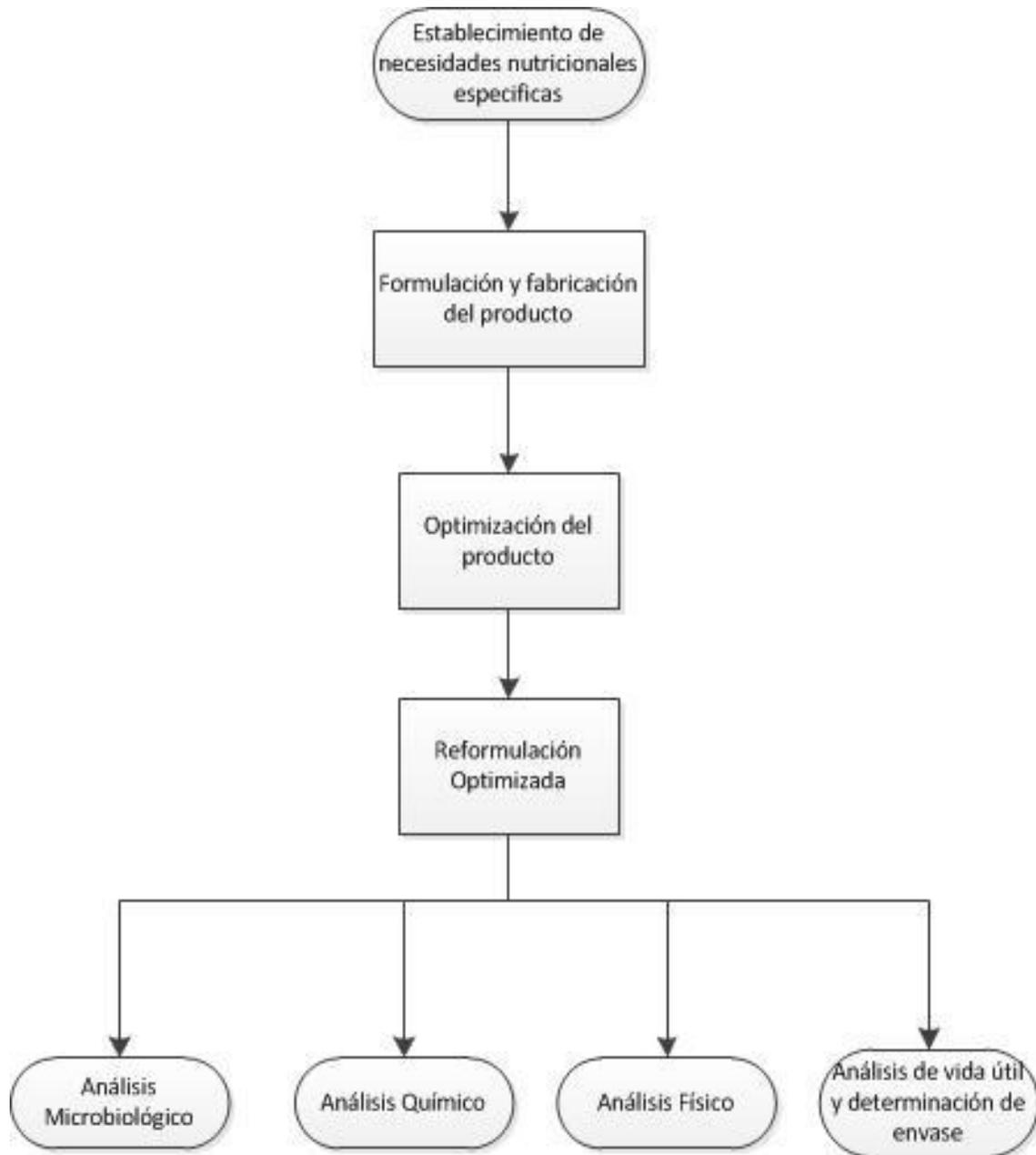
WHALLEY Gillian A., DOUGHTY Robert N., GAMBLE Greg D., OXENHAM Helen C., WALSH Helen J., REID Ian R., BALDI James C., 2004. Association of fat-free mass and training status with left ventricular size and mass in endurance-trained athletes, Journal of the American College of Cardiology, Volume 44, Issue 4. Pp 892-896.

WROLSTAD E., 2005. Ronald. Handbook of food analytical chemistry, NJ, Estados Unidos, John Wilcy & Sons Editors.

ZALDIVAR J., 1977. Envases para alimentos industrializados en Chile, Corporación de fomento de la producción, Chile.

## ANEXOS Y APÉNDICES

**ANEXO 3.1: Diagrama de bloques para formulación y desarrollo de un producto en polvo para deportistas.**



## ANEXO 3.2: Tablas dosis diarias recomendadas DDR.

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins**  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d) <sup>a</sup>	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d) <sup>b,c</sup>	Vitamin E (mg/d) <sup>d</sup>	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d) <sup>e</sup>	Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d)	Folate (µg/d) <sup>f</sup>	Vitamin B <sub>12</sub> (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d) <sup>g</sup>
<b>Infants</b>														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
<b>Children</b>														
1–3 y	300	15	15	6	30*	0.5	0.5	6	0.5	150	0.9	2*	8*	200*
4–8 y	400	25	15	7	55*	0.6	0.6	8	0.6	200	1.2	3*	12*	250*
<b>Males</b>														
9–13 y	600	45	15	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14–18 y	900	75	15	15	75*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	25*	550*
19–30 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
31–50 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
51–70 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4 <sup>h</sup>	5*	30*	550*
> 70 y	900	90	20	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4 <sup>h</sup>	5*	30*	550*
<b>Females</b>														
9–13 y	600	45	15	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14–18 y	700	65	15	15	75*	1.0	1.0	14	1.2	400 <sup>i</sup>	2.4	5*	25*	400*
19–30 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400 <sup>i</sup>	2.4	5*	30*	425*
31–50 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400 <sup>i</sup>	2.4	5*	30*	425*
51–70 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4 <sup>h</sup>	5*	30*	425*
> 70 y	700	75	20	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4 <sup>h</sup>	5*	30*	425*
<b>Pregnancy</b>														
14–18 y	750	80	15	15	75*	1.4	1.4	18	1.9	600 <sup>j</sup>	2.6	6*	30*	450*
19–30 y	770	85	15	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600 <sup>j</sup>	2.6	6*	30*	450*
31–50 y	770	85	15	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600 <sup>j</sup>	2.6	6*	30*	450*
<b>Lactation</b>														
14–18 y	1,200	115	15	19	75*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
19–30 y	1,300	120	15	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
31–50 y	1,300	120	15	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*

**NOTE:** This table (taken from the DRI reports, see [www.nap.edu](http://www.nap.edu)) presents Recommended Dietary Allowances (RDAs) in **bold type** and Adequate Intakes (AIs) in ordinary type followed by an asterisk (\*). An RDA is the average daily dietary intake level; sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97–98 percent) healthy individuals in a group. It is calculated from an Estimated Average Requirement (EAR). If sufficient scientific evidence is not available to establish an EAR, and thus calculate an RDA, an AI is usually developed. For healthy breastfed infants, an AI is the mean intake. The AI for other life stage and gender groups is believed to cover the needs of all healthy individuals in the groups, but lack of data or uncertainty in the data prevent being able to specify with confidence the percentage of individuals covered by this intake.

<sup>a</sup> As retinol activity equivalents (RAEs). 1 RAE = 1 µg retinol, 12 µg β-carotene, 24 µg α-carotene, or 24 µg β-cryptoxanthin. The RAE for dietary provitamin A carotenoids is two-fold greater than retinol equivalents (RE), whereas the RAE for preformed vitamin A is the same as RE.

<sup>b</sup> As cholecalciferol. 1 µg cholecalciferol = 40 IU vitamin D.

<sup>c</sup> Under the assumption of minimal sunlight.

<sup>d</sup> As α-tocopherol. α-Tocopherol includes *RRR*-α-tocopherol, the only form of α-tocopherol that occurs naturally in foods, and the *2R*-stereoisomeric forms of α-tocopherol (*RRR*-, *RSR*-, *RRS*-, and *RSS*-α-tocopherol) that occur in fortified foods and supplements. It does not include the *2S*-stereoisomeric forms of α-tocopherol (*SSR*-, *SSR*-, *SRS*-, and *SSS*-α-tocopherol), also found in fortified foods and supplements.

<sup>e</sup> As niacin equivalents (NE). 1 mg of niacin = 60 mg of tryptophan, 0–6 months = preformed niacin (not NE).

<sup>f</sup> As dietary folate equivalents (DFE). 1 DFE = 1 µg food folate = 0.6 µg of folic acid from fortified food or as a supplement consumed with food = 0.5 µg of a supplement taken on an empty stomach.

<sup>g</sup> Although AIs have been set for choline, there are few data to assess whether a dietary supply of choline is needed at all stages of the life cycle, and it may be that the choline requirement can be met by endogenous synthesis at some of these stages.

<sup>h</sup> Because 10 to 30 percent of older people may malabsorb food-bound B<sub>12</sub>, it is advisable for those older than 50 years to meet their RDA mainly by consuming foods fortified with B<sub>12</sub> or a supplement containing B<sub>12</sub>.

<sup>i</sup> In view of evidence linking folate intake with neural tube defects in the fetus, it is recommended that all women capable of becoming pregnant consume 400 µg from supplements or fortified foods in addition to intake of food folate from a varied diet.

## ANEXO 3.2: Tablas dosis diarias recomendadas DDR (continuación).

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements**  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
<b>Infants</b>															
0 to 6 mo	200*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
6 to 12 mo	260*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
<b>Children</b>															
1-3 y	700	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4-8 y	1,000	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
<b>Males</b>															
9-13 y	1,300	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,000	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
<b>Females</b>															
9-13 y	1,300	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	24*	890	3*	150	15	360	1.6*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
<b>Pregnancy</b>															
14-18 y	1,300	29*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	12	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
<b>Lactation</b>															
14-18 y	1,300	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	13	5.1*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

NOTE: This table (taken from the DRI reports, see [www.nap.edu](http://www.nap.edu)) presents Recommended Dietary Allowances (RDAs) in **bold type** and Adequate Intakes (AIs) in ordinary type followed by an asterisk (\*). An RDA is the average daily dietary intake level; sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97-98 percent) healthy individuals in a group. It is calculated from an Estimated Average Requirement (EAR). If sufficient scientific evidence is not available to establish an EAR, and thus calculate an RDA, an AI is usually developed. For healthy breastfed infants, an AI is the mean intake. The AI for other life stage and gender groups is believed to cover the needs of all healthy individuals in the groups, but lack of data or uncertainty in the data prevent being able to specify with confidence the percentage of individuals covered by this intake.

SOURCES: *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); and *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### ANEXO 3.3: Tablas dosis máximas de ingestas DMI.

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins**  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d) <sup>a</sup>	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d) <sup>b,c</sup>	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d) <sup>d</sup>	Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d)	Folate (µg/d) <sup>e</sup>	Vitamin B <sub>12</sub>	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids <sup>f</sup>
<b>Infants</b>															
0 to 6 mo	600	ND <sup>g</sup>	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Children</b>															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
<b>Males</b>															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Females</b>															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Pregnancy</b>															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Lactation</b>															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

NOTE: A Tolerable Upper Intake Level (UL) is the highest level of daily nutrient intake that is likely to pose no risk of adverse health effects to almost all individuals in the general population. Unless otherwise specified, the UL represents total intake from food, water, and supplements. Due to a lack of suitable data, ULs could not be established for vitamin K, thiamin, riboflavin, vitamin B<sub>12</sub>, pantothenic acid, biotin, and carotenoids. In the absence of a UL, extra caution may be warranted in consuming levels above recommended intakes. Members of the general population should be advised not to routinely exceed the UL. The UL is not meant to apply to individuals who are treated with the nutrient under medical supervision or to individuals with predisposing conditions that modify their sensitivity to the nutrient.

<sup>a</sup>As preformed vitamin A only.

<sup>b</sup>As α-tocopherol; applies to any form of supplemental α-tocopherol.

<sup>c</sup>The ULs for vitamin E, niacin, and folate apply to synthetic forms obtained from supplements, fortified foods, or a combination of the two.

<sup>d</sup>β-Carotene supplements are advised only to serve as a provitamin A source for individuals at risk of vitamin A deficiency.

<sup>e</sup>ND = Not determinable due to lack of data of adverse effects in this age group and concern with regard to lack of ability to handle excess amounts. Source of intake should be from food only to prevent high levels of intake.

**SOURCES:** *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### ANEXO 3.3: Tablas dosis máximas de ingestas DMI (continuación).

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements**  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Arsenic <sup>a</sup>	Boron (mg/d)	Calcium (mg/d)	Chromium	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d) <sup>b</sup>	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Nickel (mg/d)	Phosphorus (g/d)	Selenium (µg/d)	Silicon <sup>c</sup>	Vanadium (mg/d) <sup>d</sup>	Zinc (mg/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
<b>Infants</b>																			
0 to 6 mo	ND <sup>e</sup>	ND	1,000	ND	ND	0.7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4	ND	ND
6 to 12 mo	ND	ND	1,500	ND	ND	0.9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	5	ND	ND
<b>Children</b>																			
1-3 y	ND	3	2,500	ND	1,000	1.3	200	40	65	2	300	0.2	3	90	ND	ND	7	1.5	2.3
4-8 y	ND	6	2,500	ND	3,000	2.2	300	40	110	3	600	0.3	3	150	ND	ND	12	1.9	2.9
<b>Males</b>																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
<b>Females</b>																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
<b>Pregnancy</b>																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	3.5	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
61-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
<b>Lactation</b>																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6

NOTE: A Tolerable Upper Intake Level (UL) is the highest level of daily nutrient intake that is likely to pose no risk of adverse health effects to almost all individuals in the general population. Unless otherwise specified, the UL represents total intake from food, water, and supplements. Due to a lack of suitable data, ULs could not be established for vitamin K, thiamin, riboflavin, vitamin B<sub>12</sub>, pantothenic acid, biotin, and carotenoids. In the absence of a UL, extra caution may be warranted in consuming levels above recommended intakes. Members of the general population should be advised not to routinely exceed the UL. The UL is not meant to apply to individuals who are treated with the nutrient under medical supervision or to individuals with predisposing conditions that modify their sensitivity to the nutrient.

<sup>a</sup>Although the UL was not determined for arsenic, there is no justification for adding arsenic to food or supplements.

<sup>b</sup>The ULs for magnesium represent intake from a pharmacological agent only and do not include intake from food and water.

<sup>c</sup>Although silicon has not been shown to cause adverse effects in humans, there is no justification for adding silicon to supplements.

<sup>d</sup>Although vanadium in food has not been shown to cause adverse effects in humans, there is no justification for adding vanadium to food and vanadium supplements should be used with caution. The UL is based on adverse effects in laboratory animals and this data could be used to set a UL for adults but not children and adolescents.

<sup>e</sup>ND = Not determinable due to lack of data of adverse effects in this age group and concern with regard to lack of ability to handle excess amounts. Source of intake should be from food only to prevent high levels of intake.

SOURCES: *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### ANEXO 3.4: Ficha de evaluación de aceptabilidad.

#### EVALUACION ACEPTABILIDAD DE SUPLEMENTO PARA DEPORTISTAS

NOMBRE: \_\_\_\_\_

NUMERO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

Evalúe la muestra de acuerdo a la escala adjunta para los siguientes descriptores:

Dulzor: \_\_\_\_\_

Sabor: \_\_\_\_\_

Aceptabilidad general: \_\_\_\_\_

Escala verbal numérica de 9 puntos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta Extremadamente	Me disgusta Mucho	me disgusta	Me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta	Me gusta Mucho	Me gusta extremadamente

### ANEXO 3.5: Ficha de evaluación de diferencias contra control.

#### TEST DE DIFERENCIAS CONTRA CONTROL

Nombre: \_\_\_\_\_

Compare cada una de las 3 muestras con la muestra de referencia, indicando si existe diferencia según la siguiente escala.

0	Ninguna diferencia
1	Diferencia muy pequeña
2	Diferencia pequeña
3	Diferencia notoria
4	Diferencia grande
5	Diferencia muy grande

MUESTRA                  DIFERENCIA

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ANEXO 4.1: Análisis estadístico test aceptabilidad

### ANOVA Multifactorial - Dulzor

Variable dependiente: Dulzor

Factores:

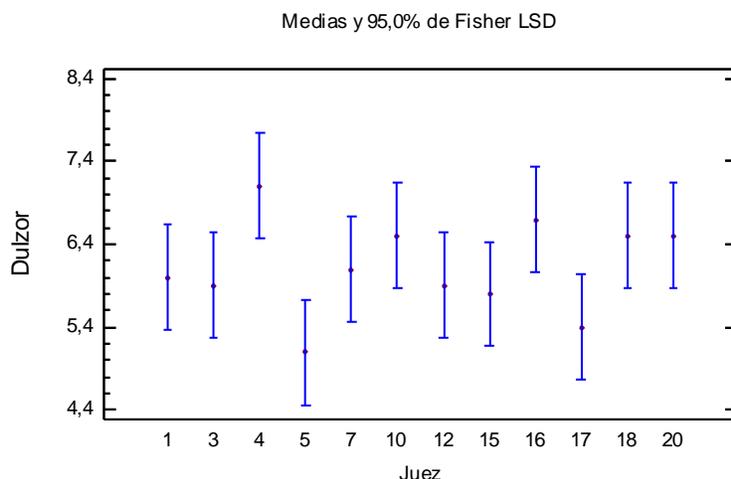
Juez

Muestra

Número de casos completos: 120

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para Dulzor. Realiza varias pruebas y gráficas para determinar que factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Dulzor. También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos. Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfica de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Los Gráficos de Residuos le ayudarán a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza.



#### Análisis de Varianza para Dulzor - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	35,025	11	3,18409	1,55	0,1256
B:Muestra	188,875	9	20,9861	10,22	0,0000
RESIDUOS	203,225	99	2,05278		
TOTAL (CORREGIDO)	427,125	119			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Dulzor en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Dulzor con un 95,0% de nivel de confianza.

#### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Dulzor con intervalos de confianza del 95,0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	120	6,125			

Juez					
1	10	6,0	0,453076	5,101	6,899
3	10	5,9	0,453076	5,001	6,799
4	10	7,1	0,453076	6,201	7,999
5	10	5,1	0,453076	4,201	5,999
7	10	6,1	0,453076	5,201	6,999
10	10	6,5	0,453076	5,601	7,399
12	10	5,9	0,453076	5,001	6,799
15	10	5,8	0,453076	4,901	6,699
16	10	6,7	0,453076	5,801	7,599
17	10	5,4	0,453076	4,501	6,299
18	10	6,5	0,453076	5,601	7,399
20	10	6,5	0,453076	5,601	7,399
Muestra					
A	12	6,58333	0,4136	5,76266	7,40401
B	12	5,83333	0,4136	5,01266	6,65401
C	12	7,25	0,4136	6,42933	8,07067
D	12	6,5	0,4136	5,67933	7,32067
E	12	7,25	0,4136	6,42933	8,07067
F	12	6,75	0,4136	5,92933	7,57067
G	12	6,5	0,4136	5,67933	7,32067
H	12	7,0	0,4136	6,17933	7,82067
I	12	4,33333	0,4136	3,51266	5,15401
J	12	3,25	0,4136	2,42933	4,07067

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra la media de Dulzor para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionando Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

#### ANOVA Multifactorial - Sabor

Variable dependiente: Sabor

Factores:

Juez

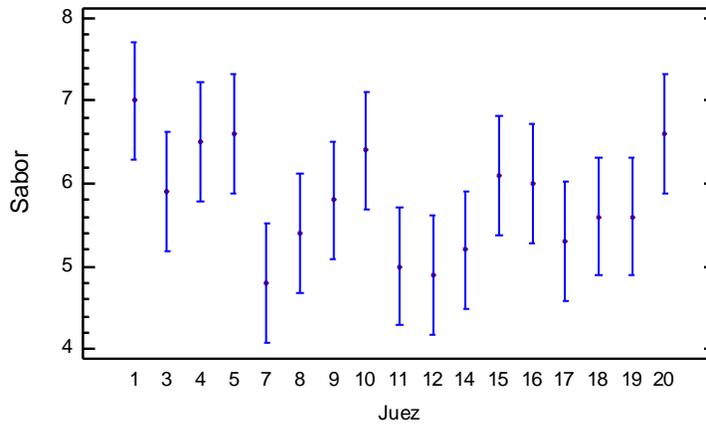
Muestra

Número de casos completos: 170

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para Sabor. Realiza varias pruebas y gráficas para determinar que factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Sabor. También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos. Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfico de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Los Gráficos de Residuos le ayudarán a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Juez	70,0941	16	4,38088	1,69	0,0557
B:Muestra	294,124	9	32,6804	12,57	0,0000
RESIDUOS	374,376	144	2,59984		
TOTAL (CORREGIDO)	738,594	169			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Sabor en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Sabor con un 95,0% de nivel de confianza.

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Sabor con intervalos de confianza del 95,0%**

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	170	5,80588			
Juez					
1	10	7,0	0,509886	5,99217	8,00783
3	10	5,9	0,509886	4,89217	6,90783
4	10	6,5	0,509886	5,49217	7,50783
5	10	6,6	0,509886	5,59217	7,60783
7	10	4,8	0,509886	3,79217	5,80783
8	10	5,4	0,509886	4,39217	6,40783
9	10	5,8	0,509886	4,79217	6,80783
10	10	6,4	0,509886	5,39217	7,40783
11	10	5,0	0,509886	3,99217	6,00783
12	10	4,9	0,509886	3,89217	5,90783
14	10	5,2	0,509886	4,19217	6,20783
15	10	6,1	0,509886	5,09217	7,10783
16	10	6,0	0,509886	4,99217	7,00783
17	10	5,3	0,509886	4,29217	6,30783
18	10	5,6	0,509886	4,59217	6,60783
19	10	5,6	0,509886	4,59217	6,60783
20	10	6,6	0,509886	5,59217	7,60783
Muestra					

A	17	7,11765	0,391065	6,34468	7,89062
B	17	5,52941	0,391065	4,75644	6,30238
C	17	6,52941	0,391065	5,75644	7,30238
D	17	6,64706	0,391065	5,87409	7,42003
E	17	6,47059	0,391065	5,69762	7,24356
F	17	6,41176	0,391065	5,63879	7,18473
G	17	5,52941	0,391065	4,75644	6,30238
H	17	6,94118	0,391065	6,16821	7,71415
I	17	4,11765	0,391065	3,34468	4,89062
J	17	2,76471	0,391065	1,99174	3,53768

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra la media de Sabor para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

### ANOVA Multifactorial - Aceptabilidad General

Variable dependiente: Aceptabilidad General

Factores:

Juez

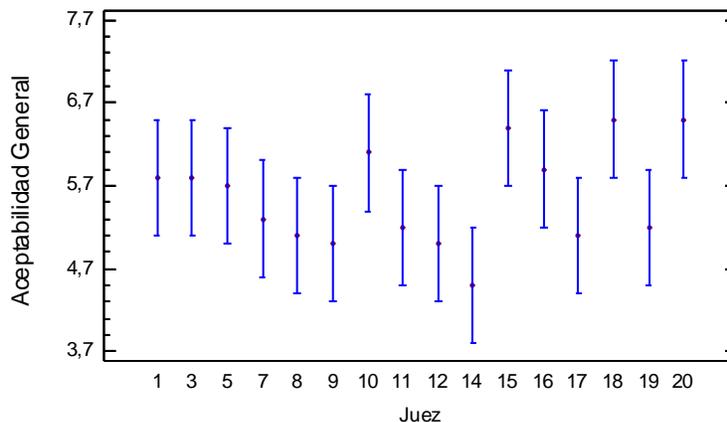
Muestra

Número de casos completos: 160

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para Aceptabilidad General. Realiza varias pruebas y gráficas para determinar que factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Aceptabilidad General. También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos. Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuales medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfico de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Las Gráficos de Residuos le ayudarán a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



#### Análisis de Varianza para Aceptabilidad General - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	55,1438	15	3,67625	1,46	0,1270
B:Muestra	253,306	9	28,1451	11,22	0,0000

RESIDUOS	338,794	135	2,50958		
TOTAL (CORREGIDO)	647,244	159			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Aceptabilidad General en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Aceptabilidad General con un 95,0% de nivel de confianza.

#### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Aceptabilidad General con intervalos de confianza del 95,0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	160	5,56875			
Juez					
1	10	5,8	0,500957	4,80926	6,79074
3	10	5,8	0,500957	4,80926	6,79074
5	10	5,7	0,500957	4,70926	6,69074
7	10	5,3	0,500957	4,30926	6,29074
8	10	5,1	0,500957	4,10926	6,09074
9	10	5,0	0,500957	4,00926	5,99074
10	10	6,1	0,500957	5,10926	7,09074
11	10	5,2	0,500957	4,20926	6,19074
12	10	5,0	0,500957	4,00926	5,99074
14	10	4,5	0,500957	3,50926	5,49074
15	10	6,4	0,500957	5,40926	7,39074
16	10	5,9	0,500957	4,90926	6,89074
17	10	5,1	0,500957	4,10926	6,09074
18	10	6,5	0,500957	5,50926	7,49074
19	10	5,2	0,500957	4,20926	6,19074
20	10	6,5	0,500957	5,50926	7,49074
Muestra					
A	16	6,6875	0,396042	5,90425	7,47075
B	16	4,9375	0,396042	4,15425	5,72075
C	16	6,625	0,396042	5,84175	7,40825
D	16	6,375	0,396042	5,59175	7,15825
E	16	6,0625	0,396042	5,27925	6,84575
F	16	6,125	0,396042	5,34175	6,90825
G	16	5,5	0,396042	4,71675	6,28325
H	16	6,6875	0,396042	5,90425	7,47075
I	16	3,9375	0,396042	3,15425	4,72075
J	16	2,75	0,396042	1,96675	3,53325

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra la media de Aceptabilidad General para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95,0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

### Analizar Experimento - Dulzor

#### Efectos estimados para Dulzor

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	6,74405	0,184356	
A: Sacarina	2,28415	0,281609	1,0
AA	-1,54763	0,336589	1,0

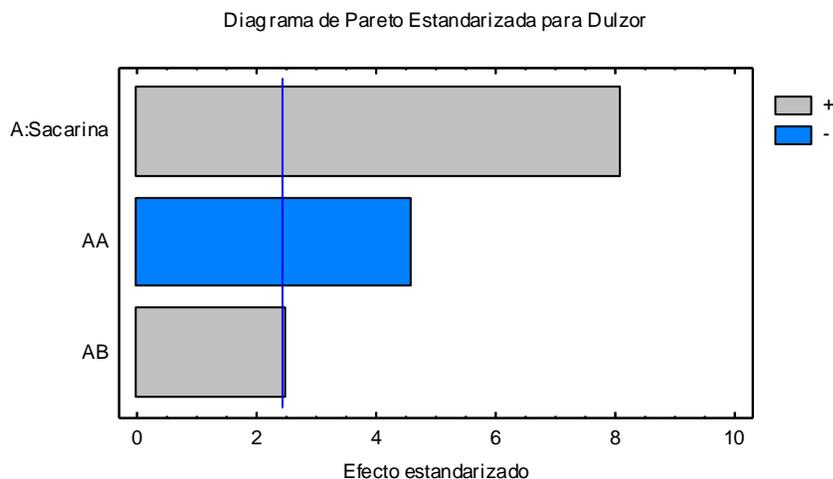
AB	1,0	0,398255	1,0
----	-----	----------	-----

Errores estándar basados en el error total con 6 g.l.

### El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.



### Análisis de Varianza para Dulzor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Sacarina	10,4347	1	10,4347	65,79	0,0002
AA	3,35316	1	3,35316	21,14	0,0037
AB	1,0	1	1,0	6,30	0,0458
Error total	0,951641	6	0,158607		
Total (corr.)	15,7396	9			

R-cuadrada = 93,9538 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 90,9308 por ciento

Error estándar del est. = 0,398255

Error absoluto medio = 0,268482

Estadístico Durbin-Watson = 2,50891 (P=0,7931)

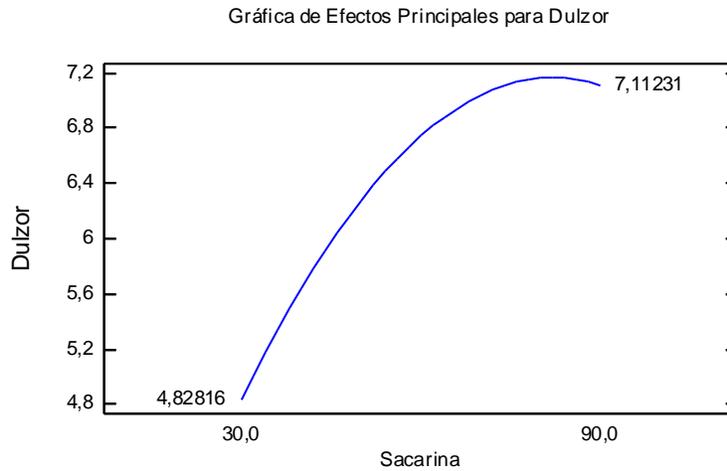
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,325688

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Dulzor en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 93,9538% de la variabilidad en Dulzor. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 90,9308%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,398255. El error medio absoluto (MAE) de 0,268482 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se

presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.



### Analizar Experimento - Sabor

#### Efectos estimados para Sabor

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	6,44118	0,312429	
A:Sacarina	2,30013	0,477244	1,0
AA	-1,58825	0,570419	1,0

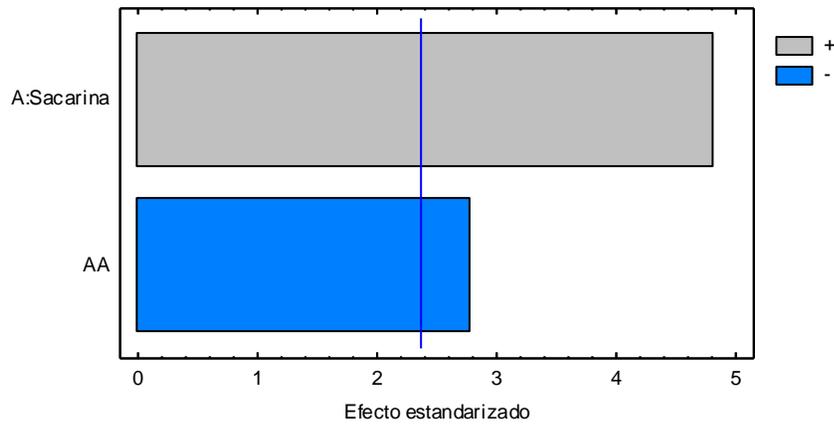
Errores estándar basados en el error total con 7 g.l.

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Sabor



**Análisis de Varianza para Sabor**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Sacarina	10,5811	1	10,5811	23,23	0,0019
AA	3,53148	1	3,53148	7,75	0,0271
Error total	3,18865	7	0,455521		
Total (corr.)	17,3014	9			

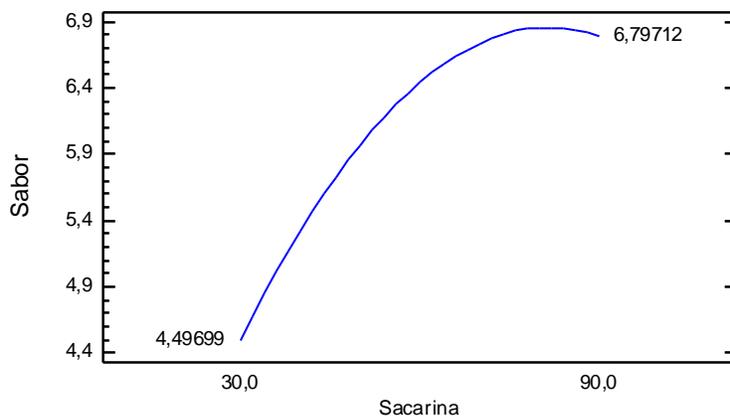
R-cuadrada = 81,57 por ciento  
 R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 76,3042 por ciento  
 Error estándar del est. = 0,674923  
 Error absoluto medio = 0,481195  
 Estadístico Durbin-Watson = 1,60651 (P=0,2174)  
 Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0915498

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Sabor en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 81,57% de la variabilidad en Sabor. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 76,3042%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,674923. El error medio absoluto (MAE) de 0,481195 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Gráfica de Efectos Principales para Sabor



### Analizar Experimento - Aceptabilidad general

#### Efectos estimados para Aceptabilidad general

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	6,14732	0,231801	
A:Sacarina	2,36086	0,354083	1,0
AA	-1,44644	0,423212	1,0

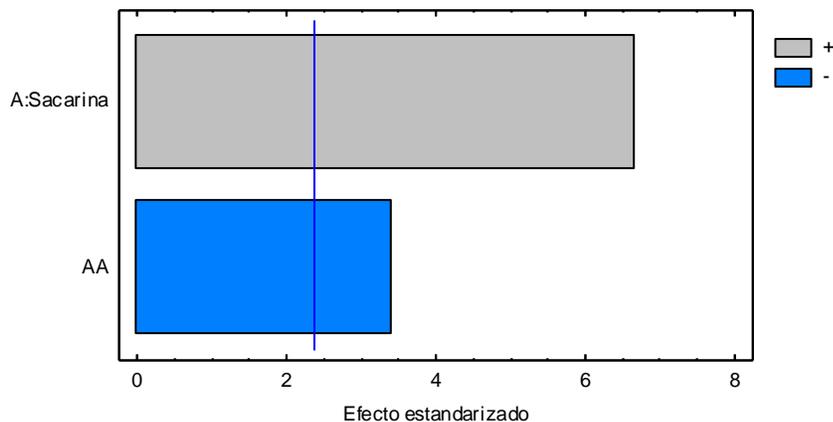
Errores estándar basados en el error total con 7 g.l.

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Aceptabilidad general



#### Análisis de Varianza para Aceptabilidad general

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Sacarina	11,1473	1	11,1473	44,46	0,0003
AA	2,92901	1	2,92901	11,68	0,0112
Error total	1,75523	7	0,250748		
Total (corr.)	15,8316	9			

R-cuadrada = 88,9131 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 85,7454 por ciento

Error estándar del est. = 0,500747

Error absoluto medio = 0,359873

Estadístico Durbin-Watson = 1,20847 (P=0,0594)

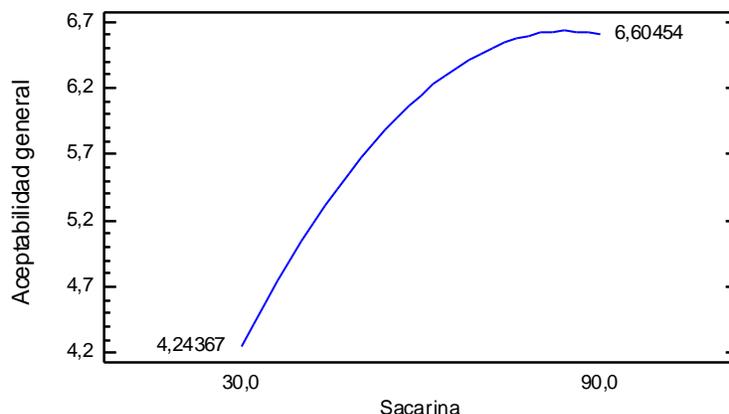
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,290072

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Aceptabilidad general en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 88,9131% de la variabilidad en Aceptabilidad general. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 85,7454%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,500747. El error medio absoluto (MAE) de 0,359873 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Gráfica de Efectos Principales para Aceptabilidad g general



### Optimización de Múltiples Respuestas

Datos/VARIABLES:

- Dulzor
- Sabor
- Aceptabilidad general

	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Respuesta</i>	<i>Observado</i>	<i>Observado</i>
Dulzor	3,25	7,25
Sabor	2,76471	7,11765
Aceptabilidad general	2,75	6,6875

	<i>Deseabilidad</i>	<i>Deseabilidad</i>		<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	
<i>Respuesta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Meta</i>	<i>Primero</i>	<i>Segundo</i>	<i>Impacto</i>
Dulzor	3,0	7,0	Maximizar	1,0		3,0
Sabor	2,0	7,0	Maximizar	1,0		3,0
Aceptabilidad general	2,0	6,0	Maximizar	1,0		3,0

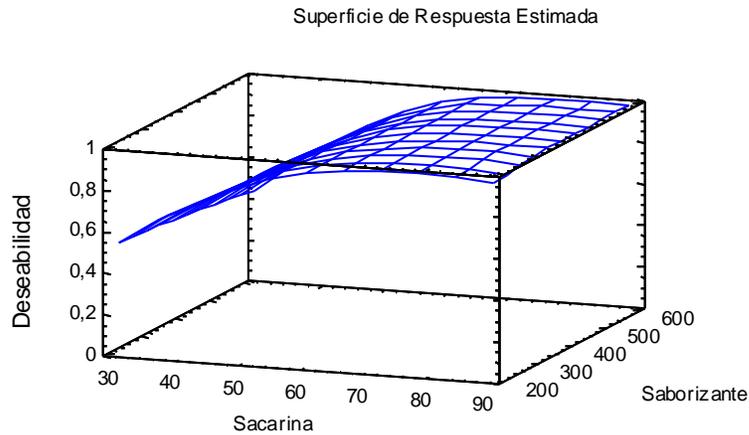
				<i>Deseabilidad</i>	<i>Deseabilidad</i>
<i>Fila</i>	<i>Dulzor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Aceptabilidad general</i>	<i>Prevista</i>	<i>Observada</i>
1	6,58333	7,11765	6,6875	0,940308	0,963997
2	5,83333	5,52941	4,9375	0,546303	0,716081
3	7,25	6,52941	6,625	0,986287	0,967588
4	6,5	6,64706	6,375	0,940308	0,933409
5	7,25	6,47059	6,0625	0,940308	0,963381
6	6,75	6,41176	6,125	0,953334	0,938724
7	6,5	5,52941	5,5	0,940308	0,814547
8	7,0	6,94118	6,6875	0,948632	0,996063
9	4,33333	4,11765	3,9375	0,453084	0,408929
10	3,25	2,76471	2,75	0,209481	0,12147

#### **El StatAdvisor**

Este procedimiento ayuda a determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimiza varias respuestas. Lo hace maximizando la función de 'deseabilidad'. Usted puede establecer varias características de la función de 'deseabilidad' a través del cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Las metas de cada una de las respuestas actualmente están establecidas como:

Dulzor - maximizar  
 Sabor - maximizar  
 Aceptabilidad general - maximizar

La salida muestra la función de ‘deseabilidad’ evaluada en cada punto del diseño. Entre los puntos de diseño, la ‘deseabilidad’ máxima se alcanza en la corrida 3. Para encontrar la combinación de factores que alcanza la ‘deseabilidad’ global óptima, seleccione Optimización del cuadro de diálogo de Opciones Tabulares.



**Optimizar Deseabilidad**

Valor óptimo = 0,990413

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Sacarina	17,5736	102,426	81,7269
Saborizante	117,157	682,843	655,154

<i>Respuesta</i>	<i>Óptimo</i>
Dulzor	7,62728
Sabor	6,85757
Aceptabilidad general	6,62289

**El StatAdvisor**

Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores que maximiza la función de ‘deseabilidad’ en la región indicada. También muestra la combinación de factores a la cual se alcanza el óptimo. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización.

ANEXO 4.2: Densidades bulk de diversos productos en polvo (Schubert, 1978)

Powder	Particle/true density, $\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	Bulk density, $\rho_b$ (kg/m <sup>3</sup> )
Baby formula		400
Cellulose*	1270–1610	
Citric acid*	1540	
Cocoa powder 10% fat	1450	350–400
Cocoa powder 22% fat	1420	400–550
Coffee (ground and roasted)		310–400
Coffee (instant)		200–470
Coffee creamer		660
Com meal		560
Egg (whole)		680
Fat*	900–950	
Flour (corn)	1540	500–700
Flour (rye)	1450	450–700
Gelatin (ground)		680
Glucose*	1560	
Microcrystalline cellulose		610
Instant dried whole milk	1300–1450	430–550
Instant dried skim milk	1200–1400	250–550
Oatmeal		510
Onion (powdered)		960
Protein (globular)*	1400	
Rice (polished)	1370–1390	700–800
Salt (granulated)	2160	950
Salt (powdered)	2160	280
Soy protein (precipitated)		800
Starch (corn)*	1500–1620	340–550
Starch (potato)*	1500–1650	650
Sugar (granulated)*	1590–1600	850–1050
Sugar (powdered)*	1590–1600	480
Wheat flour (white/refined)	1450–1490	550–650
Wheat flour (whole grain)		560
Whey		520
Yeast (active dry, baker's)		820

Note: \*Main components forming a particle, together with water (1000 kg/m<sup>3</sup>), in some cases acting as a binding agent.

Source: From Schubert, H. 1987a. *J. Food Eng.* 6: 22–26; Schubert, H. 1987b. *J. Food Eng.* 6: 83–102; Peleg, M. 1993. *Physical Properties of Foods*. Peleg, M. and Bagley, E.B. (Eds.). Van Nostrand Reinhold/AVI, New York, pp. 293–324. With permission.

## ANEXO 4.3: Análisis estadístico humedad

### ANOVA Simple - Humedad por Semana a 37°C

Variable dependiente: Humedad

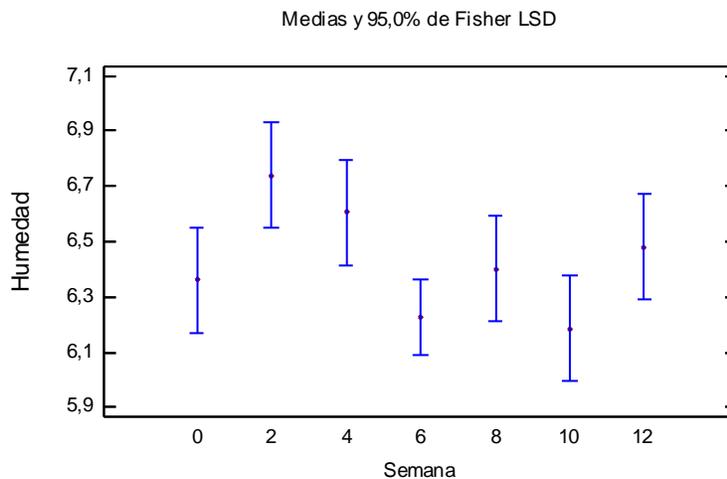
Factor: Semana

Número de observaciones: 16

Número de niveles: 7

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Humedad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Humedad para los 7 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.



#### Resumen Estadístico para Humedad

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	6,36	0,169706	2,66833%	6,24	6,48	0,24
2	2	6,74	0,0141421	0,209824%	6,73	6,75	0,02
4	2	6,605	0,219203	3,31874%	6,45	6,76	0,31
6	4	6,2275	0,125797	2,02003%	6,12	6,4	0,28
8	2	6,4	0,282843	4,41942%	6,2	6,6	0,4
10	2	6,185	0,0212132	0,342978%	6,17	6,2	0,03
12	2	6,48	0,226274	3,49189%	6,32	6,64	0,32
Total	16	6,40313	0,230759	3,60385%	6,12	6,76	0,64

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
2		
4		
6	0,937082	0,221905
8		
10		

12		
Total	0,668196	-1,15885

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Humedad para cada uno de los 7 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Humedad para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

#### Tabla ANOVA para Humedad por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,542569	6	0,0904281	3,18	0,0585
Intra grupos	0,256175	9	0,0284639		
Total (Corr.)	0,798744	15			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Humedad en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,17694, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### [ANOVA Simple - Humedad por Semana a 47°C](#)

Variable dependiente: Humedad

Factor: Semana

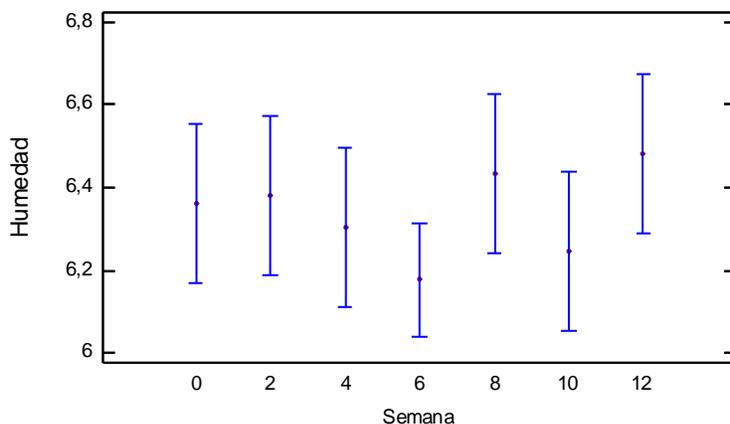
Número de observaciones: 16

Número de niveles: 7

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Humedad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Humedad para los 7 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Resumen Estadístico para Humedad**

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	6,36	0,169706	2,66833%	6,24	6,48	0,24
2	2	6,38	0,19799	3,10329%	6,24	6,52	0,28
4	2	6,305	0,106066	1,68225%	6,23	6,38	0,15
6	4	6,1775	0,199395	3,22776%	6,0	6,46	0,46
8	2	6,435	0,0494975	0,769192%	6,4	6,47	0,07
10	2	6,245	0,13435	2,15133%	6,15	6,34	0,19
12	2	6,48	0,19799	3,0554%	6,34	6,62	0,28
Total	16	6,32	0,171114	2,7075%	6,0	6,62	0,62

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
2		
4		
6	1,11767	0,876777
8		
10		
12		
Total	-0,241823	-0,539994

**El StatAdvisor**

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Humedad para cada uno de los 7 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Humedad para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

**Tabla ANOVA para Humedad por Semana**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,180975	6	0,0301625	1,05	0,4540
Intra grupos	0,258225	9	0,0286917		
Total (Corr.)	0,4392	15			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de Humedad en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,05126, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

## ANEXO 4.4: Análisis estadístico actividad de agua

### ANOVA Simple - Aw por Semana a 37°C

Variable dependiente: Aw

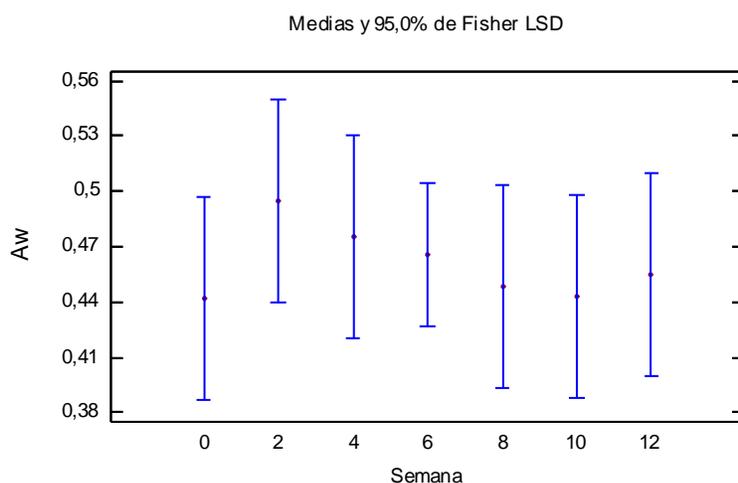
Factor: Semana

Número de observaciones: 16

Número de niveles: 7

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Aw. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Aw para los 7 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.



#### Resumen Estadístico para Aw

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	0,442	0,0565685	12,7983%	0,402	0,482	0,08
2	2	0,495	0,0353553	7,14249%	0,47	0,52	0,05
4	2	0,475	0,0353553	7,44323%	0,45	0,5	0,05
6	4	0,4655	0,0446132	9,58392%	0,406	0,51	0,104
8	2	0,448	0,0565685	12,6269%	0,408	0,488	0,08
10	2	0,443	0,0494975	11,1732%	0,408	0,478	0,07
12	2	0,455	0,0636396	13,9867%	0,41	0,5	0,09
Total	16	0,461125	0,0415818	9,01748%	0,402	0,52	0,118

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
2		
4		
6	-0,699302	0,202164
8		
10		
12		
Total	-0,556081	-1,18595

### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Aw para cada uno de los 7 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

**Tabla ANOVA para Aw por Semana**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00456475	6	0,000760792	0,32	0,9103
Intra grupos	0,021371	9	0,00237456		
Total (Corr.)	0,0259358	15			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Aw en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,320393, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Aw entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### ANOVA Simple - Aw por Semana a 47°C

Variable dependiente: Aw

Factor: Semana

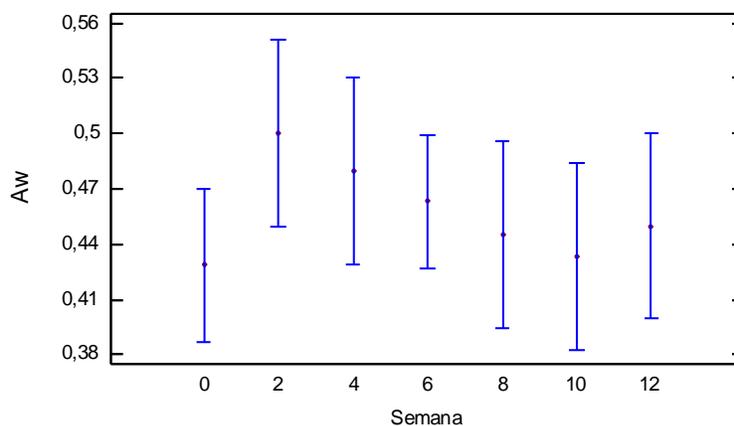
Número de observaciones: 17

Número de niveles: 7

### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Aw. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Aw para los 7 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Resumen Estadístico para Aw**

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	3	0,428667	0,046188	10,7748%	0,402	0,482	0,08
2	2	0,5	0,0424264	8,48528%	0,47	0,53	0,06

4	2	0,48	0,0424264	8,83883%	0,45	0,51	0,06
6	4	0,463	0,0442568	9,55871%	0,406	0,5	0,094
8	2	0,445	0,0494975	11,123%	0,41	0,48	0,07
10	2	0,433	0,0353553	8,16521%	0,408	0,458	0,05
12	2	0,45	0,0565685	12,5708%	0,41	0,49	0,08
Total	17	0,456118	0,0429213	9,41013%	0,402	0,53	0,128

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0	1,22474	
2		
4		
6	-0,63297	-0,671364
8		
10		
12		
Total	0,0441822	-1,1703

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Aw para cada uno de los 7 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

#### Tabla ANOVA para Aw por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0088331	6	0,00147218	0,71	0,6478
Intra grupos	0,0206427	10	0,00206427		
Total (Corr.)	0,0294758	16			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Aw en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,713175, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Aw entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

## ANEXO 4.5: Análisis estadístico densidad bulk

### ANOVA Simple - Densidad Bulk por Semana a 37°C

Variable dependiente: Densidad Bulk

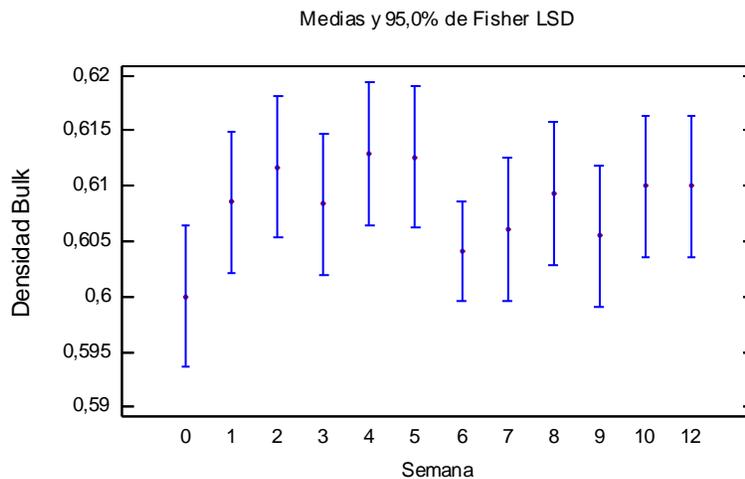
Factor: Semana

Número de observaciones: 26

Número de niveles: 12

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Densidad Bulk. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Densidad Bulk para los 12 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.



#### Resumen Estadístico para Densidad Bulk

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	0,6	0,0	0,0%	0,6	0,6	0,0
1	2	0,60855	0,0103945	1,70807%	0,6012	0,6159	0,0147
2	2	0,6117	0,0	0,0%	0,6117	0,6117	0,0
3	2	0,60835	0,00982878	1,61565%	0,6014	0,6153	0,0139
4	2	0,6129	0,0	0,0%	0,6129	0,6129	0,0
5	2	0,6126	0,0	0,0%	0,6126	0,6126	0,0
6	4	0,60415	0,00479201	0,793182%	0,6	0,6083	0,0083
7	2	0,6061	0,0086267	1,42331%	0,6	0,6122	0,0122
8	2	0,6093	0,0	0,0%	0,6093	0,6093	0,0
9	2	0,6055	0,0086267	1,42472%	0,5994	0,6116	0,0122
10	2	0,61	0,0	0,0%	0,61	0,61	0,0
12	2	0,61	0,00890955	1,46058%	0,6037	0,6163	0,0126
Total	26	0,607946	0,00581943	0,957228%	0,5994	0,6163	0,0169

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6	0,0	-2,44949
7		
8		
9		
10		
12		
Total	-0,738933	-1,48634

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Densidad Bulk para cada uno de los 12 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Densidad Bulk para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

ADVERTENCIA: El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de Semana. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. Tal vez quisiera transformar los datos, ó utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias.

#### Tabla ANOVA para Densidad Bulk por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000344885	11	0,0000313531	<b>0,87</b>	<b>0,5817</b>
Intra grupos	0,00050176	14	0,00003584		
Total (Corr.)	0,000846645	25			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Densidad Bulk en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,874809, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad Bulk entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### ANOVA Simple - Densidad Bulk por Semana a 47°C

Variable dependiente: Densidad Bulk

Factor: Semana

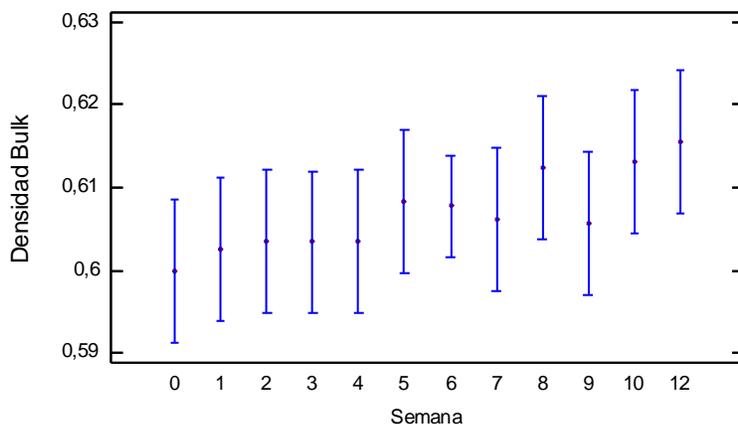
Número de observaciones: 26

Número de niveles: 12

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Densidad Bulk. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Densidad Bulk para los 12 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Resumen Estadístico para Densidad Bulk**

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	0,6	0,0	0,0%	0,6	0,6	0,0
1	2	0,6026	0,0	0,0%	0,6026	0,6026	0,0
2	2	0,6036	0,0	0,0%	0,6036	0,6036	0,0
3	2	0,6034	0,0	0,0%	0,6034	0,6034	0,0
4	2	0,6035	0,0131522	2,17932%	0,5942	0,6128	0,0186
5	2	0,6084	0,0111723	1,83634%	0,6005	0,6163	0,0158
6	4	0,607775	0,0109418	1,8003%	0,5915	0,6152	0,0237
7	2	0,6061	0,0086267	1,42331%	0,6	0,6122	0,0122
8	2	0,61245	0,00997021	1,62792%	0,6054	0,6195	0,0141
9	2	0,6057	0,0086267	1,42425%	0,5996	0,6118	0,0122
10	2	0,6131	0,0	0,0%	0,6131	0,6131	0,0
12	2	0,6155	0,0	0,0%	0,6155	0,6155	0,0
Total	26	0,606915	0,00749649	1,23518%	0,5915	0,6195	0,028

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6	-1,54918	1,51095
7		
8		
9		
10		
12		
Total	-0,385636	-1,00858

**El StatAdvisor**

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Densidad Bulk para cada uno de los 12 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Densidad Bulk para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

**Tabla ANOVA para Densidad Bulk por Semana**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,000499721	11	0,0000454292	0,70	0,7185
Intra grupos	0,000905212	14	0,000064658		
Total (Corr.)	0,00140493	25			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de Densidad Bulk en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,702607, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad Bulk entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

## ANEXO 4.6: Análisis estadístico ángulo de reposo

### ANOVA Simple - Angulo de Reposo por Semana a 37°C

Variable dependiente: Angulo de Reposo

Factor: Semana

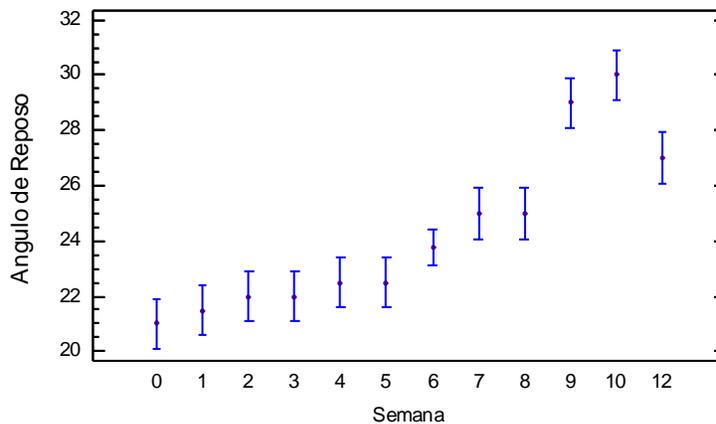
Número de observaciones: 26

Número de niveles: 12

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Angulo de Reposo. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Angulo de Reposo para los 12 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



#### Resumen Estadístico para Angulo de Reposo

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	21,0	0,0	0,0%	21,0	21,0	0,0
1	2	21,5	0,707107	3,28887%	21,0	22,0	1,0
2	2	22,0	0,0	0,0%	22,0	22,0	0,0
3	2	22,0	0,0	0,0%	22,0	22,0	0,0
4	2	22,5	0,707107	3,1427%	22,0	23,0	1,0
5	2	22,5	0,707107	3,1427%	22,0	23,0	1,0
6	4	23,75	0,957427	4,03127%	23,0	25,0	2,0
7	2	25,0	1,41421	5,65685%	24,0	26,0	2,0
8	2	25,0	1,41421	5,65685%	24,0	26,0	2,0
9	2	29,0	0,0	0,0%	29,0	29,0	0,0
10	2	30,0	0,0	0,0%	30,0	30,0	0,0
12	2	27,0	1,41421	5,23783%	26,0	28,0	2,0
Total	26	24,2308	2,8887	11,9216%	21,0	30,0	9,0

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
1		
2		
3		

4		
5		
6	0,697748	-0,526337
7		
8		
9		
10		
12		
Total	1,81591	-0,500532

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Angulo de Reposo para cada uno de los 12 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Seleccione Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Angulo de Reposo para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

#### Tabla ANOVA para Angulo de Reposo por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	198,365	11	18,0332	24,63	0,0000
Intra grupos	10,25	14	0,732143		
Total (Corr.)	208,615	25			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Angulo de Reposo en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 24,6307, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Angulo de Reposo entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

#### [ANOVA Simple - Angulo de Reposo por Semana a 47°C](#)

Variable dependiente: Angulo de Reposo

Factor: Semana

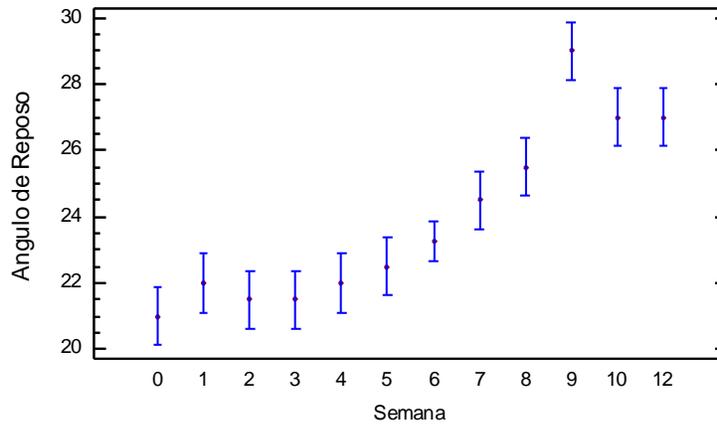
Número de observaciones: 26

Número de niveles: 12

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Angulo de Reposo. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Angulo de Reposo para los 12 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Resumen Estadístico para Angulo de Reposo**

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	2	21,0	0,0	0,0%	21,0	21,0	0,0
1	2	22,0	0,0	0,0%	22,0	22,0	0,0
2	2	21,5	0,707107	3,28887%	21,0	22,0	1,0
3	2	21,5	0,707107	3,28887%	21,0	22,0	1,0
4	2	22,0	0,0	0,0%	22,0	22,0	0,0
5	2	22,5	0,707107	3,1427%	22,0	23,0	1,0
6	4	23,25	0,5	2,15054%	23,0	24,0	1,0
7	2	24,5	0,707107	2,88615%	24,0	25,0	1,0
8	2	25,5	0,707107	2,77297%	25,0	26,0	1,0
9	2	29,0	1,41421	4,8766%	28,0	30,0	2,0
10	2	27,0	1,41421	5,23783%	26,0	28,0	2,0
12	2	27,0	1,41421	5,23783%	26,0	28,0	2,0
Total	26	23,8462	2,57204	10,786%	21,0	30,0	9,0

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6	1,63299	1,63299
7		
8		
9		
10		
12		
Total	1,81538	-0,21899

**El StatAdvisor**

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Angulo de Reposo para cada uno de los 12 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza assume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Podría considerar transformar los valores de Angulo de Reposo para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar de la media.

**Tabla ANOVA para Angulo de Reposo por Semana**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	156,135	11	14,1941	21,48	0,0000
Intra grupos	9,25	14	0,660714		
Total (Corr.)	165,385	25			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de Angulo de Reposo en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 21,4829, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Angulo de Reposo entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

## ANEXO 4.7: Análisis estadístico diferencias contra control

### ANOVA Simple - Evaluacion por Semana a 37°C

Variable dependiente: Evaluacion

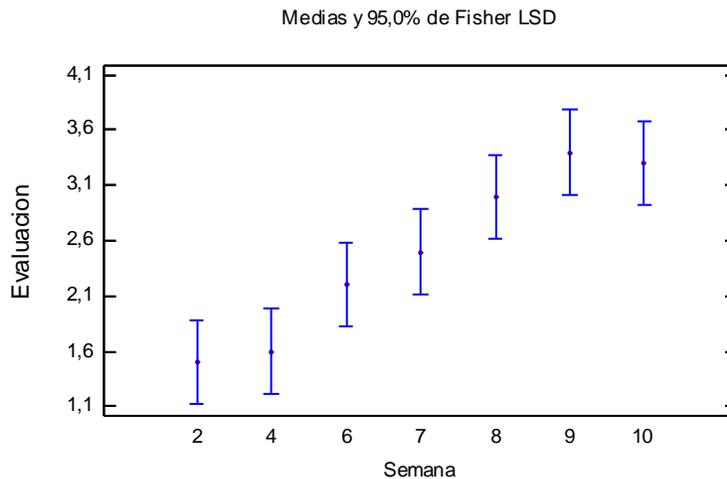
Factor: Semana

Número de observaciones: 70

Número de niveles: 7

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Evaluacion. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Evaluacion para los 7 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.



#### Resumen Estadístico para Evaluacion

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
2	10	1,5	1,08012	72,0082%	0,0	3,0	3,0
4	10	1,6	0,966092	60,3807%	0,0	3,0	3,0
6	10	2,2	0,918937	41,7698%	1,0	3,0	2,0
7	10	2,5	0,849837	33,9935%	1,0	4,0	3,0
8	10	3,0	0,666667	22,2222%	2,0	4,0	2,0
9	10	3,4	0,699206	20,5649%	3,0	5,0	2,0
10	10	3,3	0,674949	20,453%	2,0	4,0	2,0
Total	70	2,5	1,08681	43,4725%	0,0	5,0	5,0

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
2	0,0	-0,666198
4	0,143176	-0,40226
6	-0,610013	-1,16672
7	0,0	0,0687512
8	0,0	0,0518703
9	2,14011	1,32034
10	-0,559823	-0,182672
Total	-1,42907	-0,314953

### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Evaluacion para cada uno de los 7 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de Semana. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. Tal vez quisiera transformar los datos, ó utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias.

### Tabla ANOVA para Evaluacion por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	36,0	6	6,0	8,31	0,0000
Intra grupos	45,5	63	0,722222		
Total (Corr.)	81,5	69			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Evaluacion en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 8,30769, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Evaluacion entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

### ANOVA Simple - Evaluacion por Semana a 47°C

Variable dependiente: Evaluacion

Factor: Semana

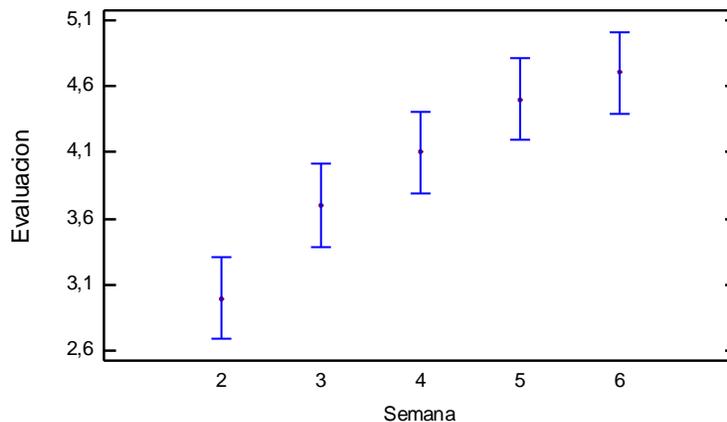
Número de observaciones: 50

Número de niveles: 5

### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Evaluacion. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Evaluacion para los 5 diferentes niveles de Semana. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



### Resumen Estadístico para Evaluacion

Semana	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
2	10	3,0	0,942809	31,427%	2,0	4,0	2,0
3	10	3,7	0,483046	13,0553%	3,0	4,0	1,0
4	10	4,1	0,875595	21,356%	2,0	5,0	3,0
5	10	4,5	0,527046	11,7121%	4,0	5,0	1,0
6	10	4,7	0,483046	10,2776%	4,0	5,0	1,0
Total	50	4,0	0,903508	22,5877%	2,0	5,0	3,0

Semana	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
2	0,0	-1,37456
3	-1,33631	-0,790405
4	-1,8911	2,33237
5	0,0	-1,65985
6	-1,33631	-0,790405
Total	-2,49613	0,387955

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Evaluacion para cada uno de los 5 niveles de Semana. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de Semana. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. Tal vez quisiera transformar los datos, ó utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias.

#### Tabla ANOVA para Evaluacion por Semana

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18,4	4	4,6	9,58	0,0000
Intra grupos	21,6	45	0,48		
Total (Corr.)	40,0	49			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Evaluacion en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 9,58333, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Evaluacion entre un nivel de Semana y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.