

**DESARROLLO DE BARRAS DE CEREAL ENRIQUECIDAS CON PROTEÍNA
DE SUERO**

WILLIAM LEONARDO TORRES TOLOZA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2018**

**DESARROLLO DE BARRAS DE CEREAL ENRIQUECIDAS CON PROTEÍNA
DE SUERO**

WILLIAM LEONARDO TORRES TOLOZA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE ALIMENTOS**

**PhD MARIELA HERNÁNDEZ ORDOÑEZ
DIRECTORA**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN GINTAL
OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y VIDA ÚTIL DE PRODUCTOS
AGROALIMENTARIOS**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

X

Magda Maria Ayala Mendoza
MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos

X

Carolina Pabón Mora
MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos

Pamplona, 6 junio de 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y también mi carrera al Universo por permitirme estar acá hoy en día.

A mis padres, quienes han sido un apoyo incondicional, una fuente inagotable de amor y comprensión.

A mi novia y amigos por apoyarme a través de estos años, compartiendo conmigo tantas cosas bonitas hasta ahora.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Pamplona y al programa de Ingeniería de Alimentos permitirme culminar mis estudios bajo esta Alma Máter.

A mis docentes por ser guía en este proceso de crecimiento, tanto académica como integralmente.

Agradezco profundamente a la Doctora Mariela, por ser mi directora y apoyo académico, no sólo en el desarrollo de este proyecto, sino a lo largo de la carrera.

Gracias por sus consejos y apoyo.

A mis patrocinadores, sin ellos no habría sido posible realizar este trabajo:

- Luzma Fashion (Tunja). Por la adquisición de materias primas diversas.
- WKolors (Tunja). Por la importación de material de trabajo.

**DESARROLLO DE BARRAS DE CEREAL ENRIQUECIDAS CON PROTEÍNA
DE SUERO**

WILLIAM LEONARDO TORRES TOLOZA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2018**

CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN.....	10
2. INTRODUCCIÓN.....	12
3. MARCO REFERENCIAL.....	14
3.1. BARRAS DE CEREAL.....	14
3.1.1. Antecedentes.....	14
3.1.2. Origen.....	14
3.1.3. Definición.....	14
3.1.4. Actualidad.....	14
3.1.5. Propiedades sensoriales.....	16
3.1.6. Materias primas.....	17
3.1.7. Proceso de elaboración.....	18
3.2. ALIMENTOS ENRIQUECIDOS.....	20
3.2.1. Definición.....	20
3.2.2. Alimentos enriquecidos con vitaminas.....	20
3.2.3. Alimentos enriquecidos con minerales.....	20
3.2.4. Alimentos enriquecidos con proteínas.....	21
3.3. PROTEÍNA DE SUERO.....	21
3.3.1. Definición.....	21
3.3.2. Obtención.....	22
3.3.3. Beneficios.....	22

3.3.4. Aplicación.....	23
3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL	24
4. OBJETIVOS.....	26
4.1. OBJETIVO GENERAL:	26
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	26
4.2.1. Elaborar la barra de cereal con proteína de suero lácteo.	26
4.2.2. Evaluar características sensoriales de dicha barra de cereal.	26
4.2.3. Analizar las características fisicoquímicas de la barra de cereal.	26
4.2.4. Determinar los costos de producción de la barra de cereal.	26
5. METODOLOGÍA	27
5.1. ELABORACIÓN DE BARRAS DE CEREAL CON PROTEÍNA DE SUERO ...	27
5.1.1. Proceso de elaboración.	27
5.1.2. Materias primas.	29
5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS BARRAS DE CEREAL.....	31
5.2.1. Identificación de jueces.....	31
5.2.2. Pruebas.....	31
5.2.3. Material a evaluar.	33
5.2.4. Análisis estadístico.	35
5.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.....	37
5.3.1. Determinación de forma, tamaño y peso.	37
5.3.2. Determinación de humedad.....	37
5.3.3. Determinación de proteína.....	37
5.3.4. Determinación de cenizas.....	38

5.3.5. Determinación de temperatura post horneado.....	38
5.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN	39
5.4.1. Mano de obra.....	39
5.4.2. Materia prima.	39
5.4.3. Costos generales de fabricación.....	39
5.4.4. Emprendimiento.....	39
5.4.5. Punto de equilibrio.	39
5.4.6. Reducción de gastos.	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
6.1. ELABORACIÓN DE BARRAS DE CEREAL CON PROTEÍNA DE SUERO ...	41
6.1.1. Formulación inicial.	41
6.1.2. Control de tiempo de cocción.....	42
6.1.3. Control en la cantidad de miel a adicionar.	42
6.1.4. Adición de proteína de suero	43
6.1.5. Adición de agua a la formulación.	44
6.1.6. Modificación de la relación cereal/proteína.....	45
6.1.7. Desarrollo de formulaciones para evaluación.	46
6.1.8. Empaques.....	46
6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE BARRAS DE CEREAL.....	49
6.2.1. Prueba de ordenamiento (Dureza).....	49
6.2.2. Prueba de preferencia (Lógico sensorial)..	51
6.2.3. Prueba de aceptación.	52
6.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	53
6.3.1. Determinación de forma, tamaño y peso.	53

6.3.2. Determinación de humedad.....	53
6.3.3. Determinación de proteína.....	54
6.3.4. Determinación de cenizas.....	55
6.3.5. Determinación de temperatura post horneado.....	55
6.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN	56
6.4.1. Mano de obra.....	56
6.4.2. Materia prima.	57
6.4.3. Costos generales de fabricación.	60
6.4.4. Emprendimiento.....	61
6.4.5. Punto de equilibrio.	67
6.4.6. Reducción de gastos	69
6.4.7. Determinación del nuevo punto de equilibrio.	70
7. CONCLUSIONES	71
8. RECOMENDACIONES.....	72
9. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	73
10. ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de barras de cereal.....	27
Figura 2. Metodología de evaluación sensorial (Tipos y objetivos de las pruebas)	33
Figura 3. Formulación R100/0-M5-A0-T20	41
Figura 4. Formulación R100/0-M5-A0-T10	42
Figura 5. Formulación R100/0-M5-A0-T7.5	42
Figura 6. Formulación R100/0-M5-A0-T5	42
Figura 7. Formulación R100/0-M10-A0-T5	42
Figura 8. Formulación R100/0-M15-A0-T5	42
Figura 9. Formulación R100/0-M20-A0-T5	42
Figura 10. Formulación R50/50-M20-A0-T5	43
Figura 11. Formulación R50/50-M20-A10-T5	44
Figura 12. Formulación R50/50-M20-A20-T5	44
Figura 13. Formulación R50/50-M20-A30-T5	44
Figura 14. Formulación R50/50-M20-A40-T5	44
Figura 15. Formulación R50/50-M20-A50-T5	44
Figura 16. Formulación R100/0-M20-A30-T5	45
Figura 17. Formulación R90/10-M20-A30-T5	45
Figura 18. Formulación R80/20-M20-A30-T5	45
Figura 19. Formulación R70/30-M20-A30-T5	45
Figura 20. Formulación R60/40-M20-A30-T5	45
Figura 21. Formulación R50/50-M20-A30-T5	45

Figura 22. Forma del empaque a reproducir.....	47
Figura 23. Identificación de las variables de construcción	47
Figura 24. Aplicación del método de empaque en barras	48
Figura 25. Gráfica de preferencia de jueces con y sin percepción correcta.....	49
Figura 26. Determinación de tiempo de producción.....	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos para cereales listos para el desayuno. NTC 3749	37
Tabla 2. Resultados del Test de Page (Dureza)	50
Tabla 3. Identificación de grupos de preferencia	51
Tabla 4. Resultados de la segunda evaluación sensorial (Preferencia).....	51
Tabla 5. Porcentaje de humedad de las muestras en relación del tiempo de almacenamiento.....	54
Tabla 6. Precios de las materias primas e insumos en la elaboración de barras de cereal con proteína	57
Tabla 7. Precio de elaboración de barras de cereal enriquecidas con proteína de suero en tres presentaciones.....	58
Tabla 8. Cotización de hornos industriales	61
Tabla 9. Cotización de mezcladoras	62
Tabla 10. Cotización de balanza gramera	64
Tabla 11. Cotización de utensilios	65
Tabla 12. Precio de materias primas de compra al por mayor.....	69
Tabla 13. Precio de formulación de barras al por mayor	70

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Fórmula para preparar la solución desinfectante	28
Ecuación 2. Porcentaje de error para juez semientrenado	32
Ecuación 3. Porcentaje de error para un juez consumidor	32
Ecuación 4. Cálculo de la hipótesis para el Test de Page.	35
Ecuación 5. Cálculo del valor de la hipótesis alterna	35
Ecuación 6. Cantidad de proteína presente en la barra de cereal	37
Ecuación 7. Determinación del punto de equilibrio	40
Ecuación 8. Ecuaciones de construcción de empaque	48
Ecuación 9. Hipótesis alterna del ordenamiento de dureza	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXOS DE MATERIAS PRIMAS (A)	
Anexo A 1. Ficha técnica granola	81
Anexo A 2. Ficha técnica proteína de suero	81
Anexo A 3. Ficha técnica miel.....	82
Anexo A 4. Ficha técnica agua potable.....	82
ANEXOS DE EQUIPOS (B)	
Anexo B 1. Ficha técnica gramera	83
Anexo B 2. Ficha técnica batidora	83
Anexo B 3. Ficha técnica horno	84
Anexo B 4. Moldes de silicona	84
ANEXOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL (C)	
Anexo C 1. Formato físico de prueba de ordenamiento.....	85
Anexo C 2. Formato magnético de prueba de ordenamiento	86
Anexo C 3. Formato de preferencia (Lógico-sensorial).....	87
Anexo C 4. Formato de aceptación.....	88

1. RESUMEN

Tener estilos de vida saludable es la tendencia actual a nivel mundial, estos incluyen el cuidado por el medio ambiente, hacer deporte como actividad recurrente y consumir alimentos funcionales con beneficios para la salud, sin conservantes y demás.

Colombia es un país que está creando consumidores conscientes de ¿qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿cuánto? y ¿por qué? está comiendo alimentos, esto puede deberse por la influencia de las redes sociales, seguir estos estilos de vida por salud o por moda, sea cual sea el motivo, el mercado nacional está creciendo en este tipo de productos “underground”.

Uno de los productos que más son consumidos por este público son las barras de cereal, un alimento compacto y de gran sabor y múltiples opciones para escoger, siendo el snack saludable por excelencia. Esto ha impulsado a empresas a desarrollar barras de cereal para consumo masivo, lo que ha permitido que el producto sea más conocido y de fácil adquisición; pero ha generado un problema sobre las propiedades nutricionales de dichos productos.

Como alternativa a las barras de cereal comerciales altas en carbohidratos y grasas, las barras de cereal desarrolladas en este proyecto pretenden ser altas en proteína, sin adición de conservantes y ser elaboradas con materias primas naturales.

Estas podrán ser consumidas por personas que tengan estos estilos de vida saludable, por aquellos que busquen un entremés alternativo, una fuente de proteína rápida y saludable, como también por personas vegetarianas o con requerimientos proteicos especiales como deportistas y niños en crecimiento.

El proyecto adoptó 4 etapas, la primera consistió en la elaboración de las barras, de tal manera que cumpla con características propias de las mismas, como que sean compactas, de dureza y cohesividad moderada, agradable sabor, olor y color, entre otras.

La segunda parte consistió en determinar cuál formulación de las 5 propuestas sería la mejor aceptada por el consumidor, para ello se realizaron 3 pruebas sensoriales, una para realizar filtros de percepción y escoger jueces aptos, luego determinar la preferencia hacia 1 de 2 formulaciones y, por último, determinar si el producto fuere aceptable como alternativa comercial en caso de salir al mercado.

La tercera parte determinó las propiedades fisicoquímicas del alimento que fue el preferido por los jueces, determinar sus características nutricionales y parámetros de calidad.

Por último, se establecieron los costos de producción y puesta en marcha de la comercialización de las barras de cereal enriquecidas con proteína de suero, como pequeña empresa en crecimiento.

Los resultados determinan una viabilidad en la comercialización del producto dado su precio de elaboración y aporte nutricional, sin olvidar que tiene muy buenas características organolépticas propias de productos similares.

Llegado el caso, las barras de cereal enriquecidas con proteína de suero serán una alternativa de mercado, un producto agradable al consumidor, sin conservantes, ni grasas añadidas, endulzado naturalmente por miel de abejas, diseñado para ese público que quiere consumir un alimento no sólo por la necesidad de comer, sino por sus beneficios en la salud.

Palabras clave: Barras de cereal, Evaluación sensorial, Proteína de suero (WPC), PYME, Nutrición.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los consumidores desean llevar estilos de vida saludable y por ello son más exigentes con el origen de sus alimentos, prefiriendo materias primas poco procesadas y sin adición de aditivos y preservantes diferentes a los naturales. Estas nuevas tendencias alimentarias son aprovechadas por las industrias alimentarias para generar grandes ingresos.

En torno a esta idea, se han desarrollado diversos productos en pro de la alimentación saludable, como es el caso de las barras de cereal. En Colombia el consumo de barras de cereal ha aumentado significativamente, teniendo la idea de ser productos bajos en calorías. Esta tendencia fue aprovechada por las grandes industrias alimentarias, quienes apoyándose en los medios de comunicación se encargaron de vender el producto como un “estilo de vida saludable”; convirtiéndose en uno de los 20 snacks más consumidos en el país según una encuesta realizada por la revista Dinero (Dinero.com, 2014).

Las barras de cereal, son un producto que genera muchas ganancias, el consumo colombiano de barras de cereal para el 2016 fue de 1.100 toneladas, lo cual representa alrededor de \$43.700 millones con una participación mayoritaria de las compañías Nutresa y Kelloggs los cuales tienen el 58% del mercado nacional. Luego, el 2017 finalizó con ventas de 1.600 toneladas, lo cual representa \$72.000 millones; según expertos la cifra va en aumento (LaRepublica.co, 2017).

Los principales componentes de estas barras son cereales azucarados, frutas endulzadas y deshidratadas, algunas con coberturas altas en grasa, mejoradores de sabor y textura, en su mayoría compuestos por grasas hidrogenadas, en general pareciera más un confite que un alimento saludable. Un estudio realizado por la organización británica de consumidores “Which” encontró que, de 30 barras de cereal, 29 tienen altos niveles de azúcar y de estas más de la mitad de ellas pasaron del 30% de azúcar (Which?, 2012). Esta desinformación con el tiempo podría ocasionar problemas en vez de beneficios, los altos niveles de azúcar se asocian a enfermedades degenerativas como la diabetes.

Algunas barras de cereal adicionan otras materias primas como semillas de chía, linaza, girasol y muchas otras, trozos de frutas exóticas, alimentos liofilizados, entre otros; todos estos por sus propiedades especiales, lo cual las hace aún más atractivas si se habla de beneficios para la salud. No obstante, la proteína que contienen proviene de cereales y oleaginosas, siendo esta escasa y no tiene un alto valor biológico.

Colombia se consumen otro tipo de barras alimenticias; se elaboran a base de proteína de soja o proteína de suero, son importadas de países como Estados Unidos, debido a que la producción nacional es casi nula. Estas barras están compuestas

en su mayoría por diferentes tipos de harinas y mezclas con proteína de soja o suero. Dichos productos son dirigidos en su gran mayoría a deportistas y personas que realizan ejercicio regularmente, dentro de las marcas más reconocidas por elaborar dichos productos se encuentran Gatorade[®], MuscleTech[®], Musclemorph[®], entre otras.

El desarrollo de este producto como una barra de cereal enriquecida con proteína de suero en polvo, sería una alternativa viable a las demás barras de cereal en el mercado, altas en carbohidratos y grasas, pero bajas en proteínas, Siendo importante que los productos de consumo diario como estas barras de cereal sean de excelente calidad y además traigan beneficios para la salud.

Estas barras pueden ser dirigidas a diferentes tipos de consumidores, en especial para personas con requerimientos proteicos especiales, como vegetarianos los cuales necesitan obtener proteínas de fuentes alternativas a la carne animal, estas barras podrían llegar a ser el complemento en su desayuno habitual o en cenas y entremeses. También deportistas y fitness que buscan reducir el porcentaje de grasa corporal mientras aumenta el tamaño de fibras musculares, estos habitualmente consumen batidos de proteína en polvo para suplir dichas necesidades, estas barras de cereal serían una fuente de proteína, de fácil asequibilidad y portabilidad por la vida útil de las mismas

No sólo personas con requerimientos proteicos diferentes a los normales pueden consumir las barras, cualquier persona que busque un snack saludable, un alimento para consumo inmediato, hacer un break para tomar un refrigerio, niños en etapa de desarrollo quienes habitualmente no consumen en totalidad sus alimentos pueden verse beneficiados al consumir las barras, pues hay la posibilidad de hacerlas llamativas para incentivar su consumo.

Así, en este trabajo se desarrolló una barra de cereal con adición de proteína de suero, pasando por las etapas de elaboración, evaluación sensorial y fisicoquímica, adicionalmente se establecieron parámetros para determinar su valor comercial en el mercado y la posibilidad de la creación de una industria encargada de la elaboración y comercialización de dicho producto.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. BARRAS DE CEREAL

3.1.1. Antecedentes. Los cereales han sido el desayuno de preferencia a lo largo de los años, sus orígenes se remontan a la antigua Grecia (García Soler, 2001), pero no es hasta el siglo XIX que se populariza el consumo de cereales fríos (Greenbaum & Rubinstein, 2012). Sylvester Graham en 1829 desarrolla la harina Graham, alimento alto en fibra, elaborado con harina de trigo no tamizada (Graham, 1837). Más adelante el Dr. James Caleb Jackson en 1863 utiliza la harina Graham para desarrollar un producto alimenticio al que llamó “*Granula*” sólo comestible cuando se remojava en leche (Bruce & Crawford, 1995). Posteriormente Dr. John Harvey Kellogg combinó harina de trigo, avena y harina de maíz en una mezcla que también llamó granula, lo que ocasionó una demanda de parte del Dr. Jackson, en consecuencia, el Dr. Kellogg cambia el nombre a “Granola” (Schwarz, 1965).

3.1.2. Origen. Las barras de cereal, originalmente se elaboraron en los años 60's para alimentación de astronautas en programas espaciales con un alto contenido de macronutrientes (Ross-Nazzari, 2001). Se hicieron populares para alimentación de deportistas de largas jornadas, maratones, ciclo montañismo y demás que necesiten recuperar grandes cantidades de energía. Con el tiempo se empezó a popularizar su consumo en países donde el ritmo de vida es más acelerado y necesitan consumir sus alimentos vía al trabajo.

3.1.3. Definición. Las barras de cereal caben en la definición de cereales listos para el desayuno: productos de textura frágil y/o crujiente, de figuras o formas variables, obtenidos a partir de cereales y sus derivados, sometidos a uno o más de los siguientes procesos: cocción, extrusión, secado, laminado, horneado, recubiertos o no, con adición de vitaminas y minerales y otros ingredientes. Están destinados para ser consumidos usualmente en combinación con jugo, leche, yogur, entre otros (Icontec, 1997).

3.1.4. Actualidad. Las barras de cereal han tenido una participación activa en el desarrollo de proyectos de investigación, es por ello que se ha investigado sobre estas barras con el fin de hacerlas más saludables y aprovechando su apogeo añadir diferentes componentes para hacerlas más nutritivas o funcionales, tanto para alimentación de niños, adultos, adolescentes, con o sin necesidades nutricionales especiales.

Como ejemplo siendo utilizadas como matriz sólida para la incorporación de microorganismos probióticos (Serna-Cock, Angulo-López, & Ayala-Aponte, 2015), o utilizando un alto contenido de povidexrosa para aumentar la saciedad del consumidor (Vigo, Mallozzi, Drago, Walz, & Martinelli, 2016); unas barritas de cereal también altas en fibra fueron evaluadas por (Quitral et al., 2016) como refrigerio para infantes en un colegio en Chile, teniendo como resultado una aceptación total del producto tanto con adición de fibra como sin la adición de esta, las barras de cereal elaboradas para menores tienen sabores más dulces y los beneficios para la salud está en el aumento de defensas del organismo, se ha estudiado la adición de miel y polen (Borjas Mendoza, 2012) como un snack para niños. Las barras de cereal pueden utilizarse como complemento de desayuno en niños, pero no como reemplazo del mismo (M. D. C. Iñarritu & Vega Franco, 2001).

Algunos autores han estudiado la posibilidad de aumentar el valor proteico de las barras de cereal adicionando diversos componentes como frijol (Medina Herrera, 2006a), fórmula que fue mejorada con la adición de harina de avena (Gómez Palomares, 2012), también se han incorporado semillas de alto contenido proteico como quinoa o chía (Coral Monzón, Edinson Juan ; Rashta Rivas, 2012) y estudiado su aporte calórico proteico (B Escobar, Estévez, Vásquez, Castillo, & Araya, 1992), encontrando que la cantidad de proteína de dichos productos no es significativa energéticamente comparada con las demás materias primas.

Se ha incorporado proteína de origen animal en forma de ovoalbúmina, logrando hasta un 14,7% de proteína total en la formulación (Ferreyra et al., 2009), también se han observado los efectos de procesado en la calidad proteica de diferentes barras (Olivera C et al., 2012a), encontrando que la ovoalbúmina es la proteína de mejor calidad respecto a las estudiadas, cabe decir que la proteína de suero no fue partícipe de ese análisis.

En Colombia dos investigadores de la universidad de Cartagena desarrollaron una barra de cereal enriquecida con ácido fólico, calcio y hierro, probada en infantes con posibilidad de incursión en el mercado dado su precio de elaboración de \$ 655 para una porción de 40g (Martelo Agamez & Urzola Gulfo, 2011), en Guatemala se elaboró una barra con propiedades nutraceuticas de 50g con valor comercial de Q. 5,2 a cambio actual según www.mataf.net, equivalente a \$ 2018.72 (Ruiz Valenzuela, 2008), igualmente en Guatemala se elaboró una barra fortificada con hierro amino quelado por valor de Q. 2 (\$ 774.67) y peso de 40g (Ochoa & Liseth, 2013).

En general las posibilidades de mercado de dicho producto son variadas, un aspecto a tener en cuenta a la hora de comercializar el producto es tener en cuenta la vida útil en anaquel, pues estudios de almacenamiento acelerado indican que las barras pierden humedad conforme aumentan los días de almacenamiento (Berta Escobar, Estévez, Vásquez, Castillo, & Yañez, 1994), las barras con mayor cantidad de componentes grasos pierden menos humedad con el pasar de los días (Estevez, Escobar, & Vasquez, 1995)

Investigaciones recientes elaboradas por la NASA, creadores originales de las barras de cereal, aún siguen investigando acerca de las mismas, las ingenieras de la NASA Takiyah Sirmon y Jessica Vos, desarrollaron una barra de granola para alimentar a la tripulación durante la misión espacial Orion (NASA, 2017), para lograr ello las ingenieras balancearon el contenido de macronutrientes ya que ninguna barra en el mercado ofrecía las prestaciones necesarias.

3.1.5. Propiedades sensoriales. Principalmente las caracteriza su forma y tamaño, tienen forma de prisma rectangular, poco regular, textura rugosa con o sin cobertura completa o parcial, su tamaño puede estar entre los 14g hasta los 60g (Childs, Yates, & Drake, 2007). dependiente de las necesidades, son prácticas de llevar y principalmente se comercializan 2 tipos de barras.

Barras de cereal, son comúnmente utilizadas como un snack saludable, tienen aroma dulce, olores a cereal y avena pronunciados junto a vainilla, por lo general, adición de chocolate, mantequilla o maní, que incorporan sabor y olor a la barra, generalmente son facturables y duras, con una cohesividad variable. En algunos casos incorporan fruta deshidratada entera o en trozos.

Barras de proteína, producto específico donde su principal materia prima es la proteína Whey o soja, son diseñadas para ser el reemplazo de una comida o complemento dietario, tienen características similares a las barras de cereal, pero estas tienen sabores más pronunciados con el objetivo de enmascarar el sabor característico, además tienen alto contenido de grasa en algunas ocasiones, producto de la adición de mantequilla de maní o chocolate, pueden contener entre 8-42g de proteína por servicio dependiente la marca y la presentación, cabe resaltar que estas últimas tienen un valor en el mercado muy superior a las barras de cereal hasta un 700% más costosas, siendo un alimento no asequible por toda la población, por ello los consumidores son muy exigentes con estos productos.

Ambas barras son dulces, con sabores diversos y presentaciones variadas, dentro de sus características de textura a resaltar están dureza, fracturabilidad, cohesividad, adhesividad, masticabilidad, y partículas residuales. De estos el más importante es la dureza, puesto que no es agradable una barra muy dura (Poco comestible) o muy suave (Poco manejable)

El peso de estas barras es menor en las elaboradas con cereal, pues es un snack rápido, mientras que el peso de las barras de proteína duplica o hasta triplica el peso promedio de las barras de cereal, pues se enfocan en ser un complemento dietario y en algunos casos es un sustituto de una comida puede ser la cena, o un desayuno, no de manera recurrente, esto según recomendación del entrenador deportivo y/o la competencia que se vaya a realizar.

3.1.6. Materias primas.

3.1.6.1. Granola. Alimento que actualmente no puede faltar en la alimentación como alternativa al desayuno, ya sea acompañada de leche o yogur, se popularizó en la época de los 60's en respuesta a los malos hábitos alimenticios cuando Layton Gentry promociona su mezcla de avena, germen de trigo y semillas de sésamo, un furor en crecimiento dentro del movimiento hippie (Belasco, 2014), junto con Heartland Natural Cereal, La primera granola de mercado masivo (Zeledón, 2015). Con el pasar de los años la granola se ha vuelto uno de los alimentos más apetecidos entre los consumidores con “apetito” por los alimentos saludables; éste grupo representa aproximadamente el 10% del consumo anual de alimentos y bebidas procesados en Colombia, que al 2018 se calcula en 21.000 millones de dólares (Lozano Garzón, 2017).

3.1.6.2. Miel. La miel es una sustancia dulce natural producida por abejas obreras de diferentes especies a partir del néctar de las plantas, de las secreciones de las partes vivas de plantas o de las excreciones de insectos que succionan las partes vivas de las plantas, sustancia que las abejas recolectan, transforman mediante la combinación de sus propias sustancias específicas, depositan, deshidratan, almacenan y dejan madurar al interior de la colonia (Icontec, 2007).

El poder edulcorante de la miel es debido a su composición química alta en monosacáridos 41,8% fructosa y 35,8% glucosa (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2005), es ampliamente utilizado en la industria como humectante, mejorante de sabor, mejorante de color y antioxidante. Además, a ella se asocian efectos beneficiosos para la salud, como efectos sobre las heridas, efectos sobre diferentes tipos de afecciones, como respiratorias, cardíacas y gastrointestinales (Ministerio de Agroindustria (AR), s. f.).

3.1.6.3. Aglutinantes. Son aquellas sustancias capaces de unir o pegar una cosa con otra de modo que resulte un cuerpo compacto (Real Academia Española, 2017). En alimentos estas sustancias se categorizan según su naturaleza química, pueden ser emulsificantes, espesantes, estabilizantes, gelificantes, entre otros. En la elaboración de barras de cereal se incorporan aglutinantes como miel, jarabe de glucosa, aceite vegetal, maltodextrina, lecitina de soja, grasa vegetal como los más utilizados.(Freitas & Moretti, 2006) (Serna-Cock et al., 2015), deben ser incorporados de tal manera que el producto sea compacto, pero que no genere una dureza, cohesividad y adhesividad excesiva (Bower & Whitten, 2000) (Freitas & Moretti, 2006) (Childs et al., 2007) (Santos et al., 2011).

3.1.6.4. Demás materias primas funcionales. La adición de materias primas diferentes y novedosas genera interés al consumidor a la hora de adquirirlo; dentro de las tendencias actuales a las barras de cereal se les incorporan diferentes semillas, frutas exóticas, vitaminas y minerales. Esto con el objetivo de tener un producto con características funcionales, destinado al consumo saludable de alimentos, muchas veces destinado a la alimentación infantil como un snack saludable, un estudio evaluó las características nutricionales y funcionales de diferentes barras de cereal destinada para alimentación infantil, encontrando que el aporte proteico se encuentra alrededor de los 7 a 8g lo cual algunas de las barras de cereales pueden subsanar, mas no remediar, los errores que cotidianamente se cometen en la alimentación matinal de los niños (M. del C. Iñarritu & Vega Franco, 2001)

3.1.7. Proceso de elaboración.

3.1.7.1. Mezclado. Es una operación unitaria comúnmente utilizada en la industria alimentaria, el tipo de equipo se basa en las propiedades de los alimentos a mezclar. La mezcla puede involucrar dos o más materiales de la misma o diferentes fases y así lograr que un material se distribuya aleatoriamente en otro (Singh & Heldman, 2008).

3.1.7.2. Moldeado. El moldeo es aquella operación unitaria en la que se confiere a los alimentos muy viscosos o pastosos diversas formas y tamaños. Esta operación hace más cómoda la utilización de los productos de bollería y panadería (Sánchez Pineda de las Infantas, 2003).

3.1.7.3. Horneado (Cocción). El horneado es un proceso simultaneo de transferencia de calor y masa, donde el calor es transferido principalmente por convección del medio de horneo, por la radiación del medio emisor de calor y en menor instancia por la conducción del material en que se deposita el alimento (Demirkol, Erdogdu, & Koray Palazoglu, 2006). El horneo, aunque utiliza altas temperaturas, es un proceso lento al utilizar el aire como fluido de convección, este calor debe penetrar hasta el interior del alimento para asegurar la uniformidad del calor en el mismo, esto depende del grado de penetración del calor al centro del alimento (McGee, McInerney, & Harrus, 1999).

Para la elaboración de barras de cereal distintos autores han realizado cocción en diferentes rangos de temperatura desde 95°C (Freitas & Moretti, 2006), 110°C (Santos et al., 2011) 130°C (Serna-Cock et al., 2015) hasta los 220°C (Medina Herrera, 2006b), tescoma® recomienda utilizar 180°C por 20min como parámetro de cocción.

El uso de altas temperaturas en barras de cereal como matriz proteica con adición de azúcares reductores podría generar reacción de maillard, producto del alto contenido de proteína (M. del C. Iñarritu & Vega Franco, 2001).

3.1.7.4. Enfriado. Es conocida la necesidad de enfriar un producto que es depositado a una temperatura alta para que, de este modo, alcance la consistencia y dureza necesarias. Existen dos tipos de enfriamiento; a temperatura ambiente y enfriamiento forzado, éste último se ayuda de túneles de aire (Sánchez Pineda de las Infantas, 2003).

3.1.7.5. Empacado. Hay cuatro funciones clave del empaque; contención, protección, conveniencia / utilidad y comunicación (Robertson, 2006). el tipo de empaque depende de la naturaleza del producto, en rasgos generales las interacciones del alimento con el empaque se pueden clasificar como migración, permeabilidad de gases y vapor de agua, sorción y/o permanencia de vapores orgánicos y transparencia de los empaque a la luz (Hotchkiss, 1988) En Colombia se definen 3 clases de empaques: (Aunque la en la resolución 2674 hable de envase y no de empaque, se prefiere utilizar el término empaque puesto que no es un alimento líquido).

- Empaque primario: Es aquel que está en contacto directo con el alimento, destinado a contenerlo desde su fabricación hasta su entrega al consumidor, con la finalidad de protegerlo de agentes externos de alteración y contaminación. (Ministerio de Salud de Colombia, 2013).

Como empaque primario de utilizó papel parafinado, es un papel impermeabilizado recubierto de cera biodegradable, insoluble, sin sabor ni olor, comúnmente utilizado para preparaciones en el horno, aunque tiene múltiples usos. Es una óptima solución por sus propiedades antiadherentes (Alumina®, 2018)

- Empaque secundario: Artículo diseñado para dar protección adicional al alimento contenido en un empaque primario (Ministerio de Salud de Colombia, 2013), Se utilizó el polipropileno, pues es considerado como el plástico ecológico, dentro de sus características se encuentra
 - No contiene BPA (también conocido como Bisfenol A) ni ftalatos.
 - Es totalmente impermeable.
 - Es resistente a la corrosión, tanto de ácidos como de alcalinos.
 - Es resistente a temperaturas elevadas, admitiendo incluso esterilización a 140°, por lo que es usado en artículos sanitarios.
 - Es resistente a cambios bruscos de temperatura, sin que su estructura molecular sufra ningún cambio.
 - Su coste es bastante bajo.

3.2. ALIMENTOS ENRIQUECIDOS

3.2.1. Definición. En Colombia los alimentos enriquecidos se definen en la resolución no. 11488 de 1984, evocada por el ministerio de salud, parte III: de los alimentos o bebidas enriquecidos o complementos dietéticos. Artículo 46. características y clasificación.

Se consideran alimentos o bebidas enriquecidos o complementos dietéticos

- a) Los que por la adición de nutrientes por encima de los contenidos en el alimento original o por la adición de otros que no contienen, buscan satisfacer las exigencias nutricionales de las personas sanas.

- b) Los que proporcionan nutrientes complementarios, incluso los alimentos o bebidas enriquecidos, o complementos dietéticos, exigidos por esfuerzos físicos extraordinarios o condiciones especiales del medio ambiente.

3.2.1.1. Alimentos fortificados. Cuando al producto se le añaden nutrientes que normalmente no contiene, se puede denominar FORTIFICADO.

Fortificación: Significa la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento ya sea que esté(n) o no contenido(s) en el alimento, con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de población (Ministerio de Salud de Colombia, 1996).

3.2.2. Alimentos enriquecidos con vitaminas. Deben contener las vitaminas A, Tiamina (B1), Riboflabina (B2) y Niacina o Nicotinamida, también pueden adicionarse opcionalmente una o más de las siguientes vitaminas: B6, B12, C, D, E, K, Ácido Fólico. Ácido Pantoténico y Biotina. No se consideran enriquecidos aquellos alimentos o bebidas a los cuales se les adiciona solamente vitaminas A y D o C.

3.2.3. Alimentos enriquecidos con minerales. Deben adicionarse obligatoriamente de Hierro y/o Calcio. También pueden adicionarse opcionalmente uno o más de los siguientes elementos: Zinc, Fósforo, Magnesio y Yodo.

3.2.4. Alimentos enriquecidos con proteínas. Se clasifican en:

3.2.4.1. Alimento altamente rico en proteínas, si contiene 10 o más gramos de proteínas por 100 calorías de alimento.

3.2.4.2. Alimento rico en proteínas, si contiene de 5.2 a 9.9 gramos de proteínas por 100 calorías de alimento.

3.2.4.3. Alimento proteínico, si contiene de 3.3 a 5.1 gramos de proteínas por 100 calorías del alimento.

3.3. PROTEÍNA DE SUERO.

3.3.1. Definición. En el mercado se pueden conseguir diferentes variedades de proteína de suero, en la industria en su mayoría se utiliza la proteína de suero en polvo como aditivo en diferentes productos, también se puede encontrar concentrado de proteína de suero y aislado de proteína de suero, se conoce en el mercado como "Whey Protein".

3.3.1.1. Proteína de suero en polvo. Es ampliamente utilizado en la industria, puede provenir de suero dulce o suero ácido, sirve como aderezo para ensaladas, aditivo para elaboración de alimentos, es el principal aditivo para elaboración de alimentos para infantes (Hoffman & Falvo, 2004).

3.3.1.2. Proteína de suero concentrada (WPC). Se obtiene removiendo el agua, lactosa, cenizas y algunos minerales. Adicionalmente la proteína de suero concentrada comparada con la proteína aislada de suero contiene más componentes biológicamente activos y proteínas que son muy atractivas para la elaboración de suplementos para deportistas (Hoffman & Falvo, 2004).

3.3.1.3. Proteína aislada de suero (WPI). Es una proteína con el 90% de pureza o más, a la cual se le remueve adicionalmente la lactosa y la grasa, puede ser consumida por intolerantes a la lactosa. Esta proteína por lo general tiende a tener proteínas desnaturalizadas consecuencia de los procesos a los que es sometida, por lo cual reduce la efectividad de la proteína (Hoffman & Falvo, 2004). Es una proteína más pura, sin grasas ni carbohidratos extra, pero no igual de efectiva; pureza vs calidad proteica.

3.3.1.4. Suero dulce. Producto lácteo líquido que se obtiene durante la fabricación de queso, caseína o productos análogos mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de leche y/o productos obtenidos de la leche. La coagulación se produce, principalmente, por la acción de enzimas del tipo del cuajo (Icontec, 2002).

3.3.1.5. Suero ácido. Producto lácteo líquido que se obtiene durante la fabricación de queso, caseína o productos análogos (como ricota, requesón, por ejemplo) mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de leche y/o productos obtenidos de la leche. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación (Icontec, 2002).

3.3.1.6. Suero en polvo. Producto lácteo que se obtiene mediante el secado del suero dulce o del suero ácido (Icontec, 2002).

3.3.2. Obtención. Se produce una solución de proteína de suero a más del 90 % con diafiltración profunda, que implica agregar agua antes de la filtración de membrana. Luego, esta solución se puede evaporar y secar con spray para producir proteína aislada de suero en polvo (Tetrapak, s. f.).

3.3.3. Beneficios. La proteína de suero es la proteína con mayor valor biológico (Hoffman & Falvo, 2004), además de ser de fácil adquisición y de múltiples usos; la proteína de suero ha servido para desarrollar alimentos funcionales por sus múltiples propiedades (Hernández Rojas & Vélez Ruiz, 2014), lo cual también es un atractivo comercial (Bulut Solak & Akin, 2012).

Puede ser consumida por cualquier persona que busque aumentar su musculatura y reducir el porcentaje de grasa (Frestedt, Zenk, Kuskowski, Ward, & Bastian, 2008) concluyeron que al suplementar la alimentación con proteína de suero se reduce hasta en un 5% la grasa corporal. Gracias bajo contenido de carbohidratos de los concentrados de suero en polvo de más del 80% de proteína lo convierte en un ingrediente ideal para la nutrición deportiva y los productos de control de peso (Foegeding, Luck, & Vardhanabhuti, 2011).

Algunos de sus componentes como α -Lactalbumina, albúmina de suero bovino (BSA) y lactoferrina, tienen propiedades anticancerígenas (Laursen, Briand, & Lykkesfeldt, 1990), pueden ser utilizados en la elaboración de alimentos nutracéuticos o para personas con necesidades nutricionales especiales (Bulut Solak & Akin, 2012). Además de tener diferentes usos terapéuticos en el control de diferentes afecciones del cuerpo (Marshall, 2004).

Esta barra de cereal enriquecida con proteína de suero ayudará a cualquier persona que guste de tener hábitos de vida saludable a complementar su alimentación diaria.

3.3.4. Aplicación. Los usos de la proteína de suero han sido ampliamente estudiados, principalmente en la elaboración de malteadas con maltodextrina; también se han desarrollado sorbetes y helados (Domínguez, 2000). Se han utilizado en la elaboración de carne para hamburguesa baja en grasa (El-Magoli, Laroia, & Hansen, 1996). Se han estudiado sus propiedades antioxidantes en el tratamiento pos cosecha, utilizándose como recubrimiento comestible; por ejemplo, al aplicarse un recubrimiento a base de proteína de suero en el tomate se ha aumentado su vida útil (Galiotta, Harte, Molinari, Capdevielle, & Diano, 2005) mientras que en la manzana cortada retarda los efectos de cambio de color (Perez Gago, Serra, & Del Río, 2006).

Uno de los estudios más complejos que se han realizado fue el estudio termodinámico y cinético de la adsorción de agua en proteína de suero de leche (Azucena Nieto & Beristain Guevara, 2007), es de suma importancia conocer todas las propiedades de la proteína de suero para su aplicación industrial y desarrollo de equipos especializados en ella.

La revista alimentos encargada de guiar al sector productivo en Colombia hacia el uso eficiente de nuevas tecnologías y materias primas, escribió un artículo titulado "El lactosuero: una opción integral y rentable para la industria", en donde describe las propiedades aplicables a la industria de esta materia prima (Ocampo, 2018), en este describe los usos del lactosuero en polvo como ingrediente en la industria de la panificación por resaltar su sabor y cualidades de calidad como el volumen, textura, corteza y retención de frescura en el pan de trigo.

Los estudios entorno a la proteína de suero y su aplicación en la industria siguen siendo motivo de investigación constante, debido a la contaminación que el suero genera al medio ambiente y no es aprovechado de manera eficiente siendo un producto que tiene múltiples formas de utilización debido a las diferentes propiedades que tiene (Parra Huertas, 2009).

Estas propiedades han sido ampliamente estudiadas, para el caso de concentrados de proteína de suero con un porcentaje de proteína mayor al 80% su uso industrial. además de elevar el valor nutricional de los productos, pueden ser utilizados en la gelificación, formación de espumas y como retenedor de agua o grasa por su propiedades emulsificantes (Foegeding et al., 2011).

3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL

Según la GTC 165 Análisis sensorial. Metodología. Guía general, se define “análisis sensorial” como el examen de los atributos físicos y químicos de un producto que pueden ser percibidos por los órganos de los sentidos. Para llevar a cabo una evaluación sensorial es importante recalcar ciertas características.

Se deben determinar los objetivos, estos dependen el número de tratamientos a evaluar, pueden existir tres tipos de objetivos:

- Cuyo objetivo de la prueba es categorizar, clasificar o describir el producto.
- Cuyo objetivo de la prueba es estudiar las diferencias.
- Cuyo objetivo de la prueba es reafirmar que los productos no difieren.

A partir del objetivo se aplica determinado tipo de prueba y análisis estadístico; las pruebas y el nivel de precisión dependen del tipo de juez y cantidad de ellos.

Por último, se establecen las muestras y forma de presentación; formatos y fechas de evaluación; ambiente, hora y lugar de la prueba.

La evaluación sensorial con el pasar de los años se ha convertido en una herramienta tanto de investigadores de academia como investigadores de empresa, el trabajo en conjunto de ambos sectores es lo ideal en el desarrollo de nuevos productos; hay factores clave en la evaluación sensorial y son de los menos estudiados entre ellos la disponibilidad, utilidad, conveniencia, precio y uniformidad; estas hacen parte de las características del producto.

Por lo general y por comodidad, al desarrollar productos alimenticios se evalúan preferencia entre diferentes tratamientos, pero un desentendimiento de la ciencia de la evaluación sensorial ha traído consigo un sinnúmero de estudios donde se evalúan diferentes características como color, olor, sabor, textura, e impresión global, como única prueba y método de evaluación.

Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado, (Angulo & O'Mahony, 2009) realizaron un compendio de información sobre las analogías de algunas pruebas, el uso de placebos y el uso de la opción de no preferencia, entre otros. Con el fin de disminuir el error a la hora de realizar distintas pruebas, la mala selección de un juez y la elección aleatoria de una respuesta.

Uno de los errores más comunes es confundir el tipo de prueba a realizar, y colocarle denominaciones equivocadas, puede ser debido a las diferencias culturales en la concepción de algunos conceptos. Un ejemplo conciso de esto es utilizar la

denominación de “aceptación” a pruebas de preferencia, que no incluyen la viabilidad industrial, su precio comercial y selección de un grupo o nicho de mercado específico.

Otro error es determinar un perfil o un grado de preferencia de cierto alimento según una escala hedónica de más de 7 puntos evaluando un número amplio de muestras, puede ser debido a la imposibilidad de realizar diferentes evaluaciones, pero realizar evaluaciones de esta manera genera dos tipos de error, el primero y más importante es sobrecargar al juez sensorialmente, el segundo es sesgar los resultados pues los descriptores de la escala hedónica resultan ser poco específicos generando una respuesta aleatoria por parte del juez (Angulo & O’Mahony, 2009).

Para el desarrollo de este proyecto se estableció utilizar una secuencia de pruebas para mejorar la precisión y determinar de manera asertiva la mejor formulación que tenga posibilidad de incursionar en el mercado (Ver capítulo 5.2).

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar una barra de cereal con adición de proteína de suero “Whey protein”, con el fin de aumentar su contenido proteico.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

4.2.1. Elaborar la barra de cereal con proteína de suero lácteo.

4.2.2. Evaluar características sensoriales de dicha barra de cereal.

4.2.3. Analizar las características fisicoquímicas de la barra de cereal.

4.2.4. Determinar los costos de producción de la barra de cereal.

5. METODOLOGÍA

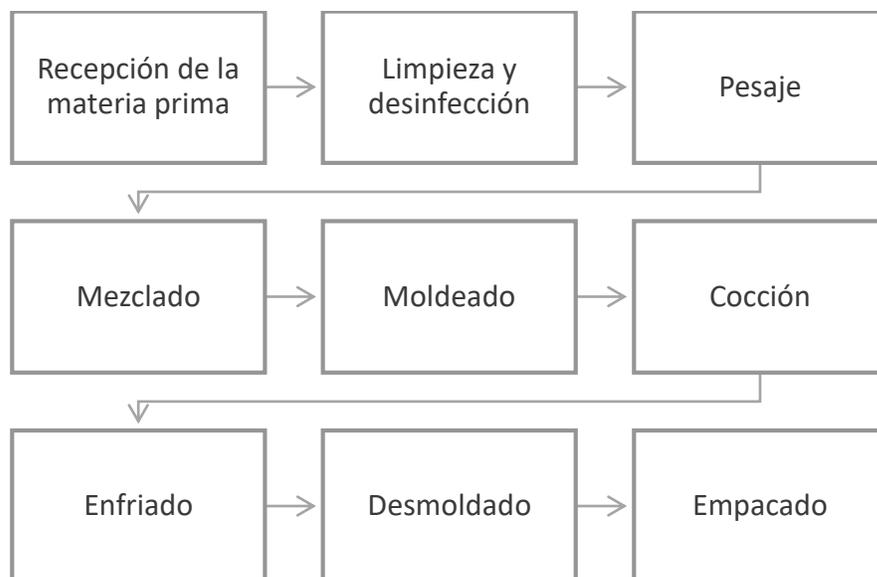
5.1. ELABORACIÓN DE BARRAS DE CEREAL CON PROTEÍNA DE SUERO

Para la elaboración del producto se realizaron diferentes formulaciones hasta encontrar una que pudiese mantener su forma y que fuese de consistencia homogénea.

A dicha formulación se le modificó la cantidad de proteína en su composición para obtener diferentes muestras que fueron el objeto de estudio en cuestión.

5.1.1. Proceso de elaboración. El proceso de elaboración fue el mismo para todas las formulaciones y se presenta a continuación.

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de barras de cereal.



5.1.1.1. Recepción de la materia prima. Las materias primas en su mayoría se solicitan bajo domicilio y llegan a una dirección específica. Para el caso de la granola, esta es traída de Tunja – Boyacá, mientras que la proteína de suero se solicita directamente a través de la página web <http://www.nutriciononline.com.co/>. Por otro lado, la miel de abejas y agua se compran en un expendio comercial local.

Con el fin de facilitar su almacenamiento, las materias primas se envasaron en diferentes contenedores herméticos para su uso continuo.

5.1.1.2. Limpieza y desinfección. La limpieza es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos y otras materias extrañas (Icontec, 2003).

La limpieza de equipos y superficies empieza con una limpieza en seco, seguido de una limpieza en húmedo para superficies, mientras que para los moldes se realiza una limpieza por inmersión en una solución jabonosa, estos luego de ser juagados repetidas veces se colocan en inmersión en una solución de cloro para su desinfección.

La desinfección de superficies se realiza con una solución de 150ppm de cloro por 10min y la solución de desinfección por inmersión para moldes se utiliza una concentración de 100ppm por 10min bajo recomendaciones de la FAO, esta dice que conviene comenzar las operaciones diarias con concentraciones bajas (100-150 ppm) (Camelo López, 2003).

Ecuación 1. Fórmula para preparar la solución desinfectante

$$\text{Volumen de Cloro} = \frac{\text{Concentración deseada de solución} * \text{Volumen deseado de solución}}{\text{Concentración de cloro}}$$

Se utilizó cloro líquido en concentración del 5,25% equivalente a 52.000 ppm como solución madre.

5.1.1.3. Pesaje. Se realizó utilizando una balanza digital de precisión marca LEXUS MIX-A-3000 con precisión de 0,1g, sobre platos o recipientes plásticos como medio contenedor.

5.1.1.4. Mezclado. La mezcla a pequeña escala se realiza en un recipiente antiadherente marca IMUSA® TRIFORCE, mejorando la homogeneidad y evitando desperdicios. Mientras que ensayos a mayor cantidad utilizaron un recipiente de acero inoxidable marca CI Talsa®.

Se empieza adicionando la granola, seguido de la proteína, agua y miel, todos los componentes se van incorporando con una pala hasta obtener una mezcla homogénea.

Para la elaboración de las formulaciones finales se utilizó una batidora marca SINMAG modelo SM-5L con potencia 500Kw, haciendo uso del globo para mezclas a una velocidad de 30rpm, por un tiempo de 3min, suficiente para que los ingredientes se incorporen homogéneamente.

5.1.1.5. Moldeado. Para la elaboración de las barras de cereal se utilizaron moldes de silicona termo resistentes especiales desarrollados por Tescoma[®], los cuales son fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección, tal y como cita la resolución 2674 (Ministerio de Salud de Colombia, 2013). Así garantizan la inocuidad y la calidad del producto.

Éste moldeado garantiza la homogeneidad del producto, tanto en peso como en tamaño. Permitiendo realizar producciones a pequeña escala. Para la evaluación sensorial de las formulaciones se utilizaron de igual manera moldes de silicona termo resistentes marca ChicChic[®] en forma de cubo.

5.1.1.6. Cocción. Siguiendo el procedimiento descrito por Tescoma[®] y (Olivera C et al., 2012b), se realizó un horneado a la mezcla en un horno Unox Anna 3 Bandejas precalentado a 180°C, durante el tiempo suficiente para que la miel sea dispersada por toda la mezcla, de esa manera mantener la homogeneidad en el producto final.

5.1.1.7. Enfriamiento. Se deja enfriar por 30Min, a temperatura ambiente, favoreciendo la cristalización de la miel, formando un producto compacto y brillante. luego retirar de los moldes.

5.1.1.8. Empacado. Se utilizó papel parafinado marca Para-Print como envase primario y bolsas de polipropileno autoadhesivas como empaque secundario.

5.1.2. Materias primas. Son las sustancias naturales o artificiales, elaboradas o no, empleadas por la industria de alimentos para su utilización directa, fraccionamiento o conversión en alimentos para consumo humano. A pesar de que las materias primas pueden o no sufrir transformaciones tecnológicas, estas deben ser consideradas como alimento para consumo humano (Ministerio de Salud de Colombia, 2013).

5.1.2.1. Granola. La granola seleccionada para elaborar las barras de cereal es “Granola integral” marca El Hidalgo, fabricada y comercializada por “EL HIDALGO PRODUCTOS NATURALES” industria comunitaria, permiso sanitario PS-2011-0001542; elaborada con hojuelas de maíz, cebada, avena, melado, maní, uvas pasas, coco, ajonjolí, almendra, extracto de fruta. Producto natural elaborado en el departamento de Boyacá en pro de apoyar las industrias en crecimiento.

5.1.2.2. Miel. Se empleó miel “La Abeja Real” fabricada por Productos El Dorado S.A. Éste producto no cuenta con registro sanitario debido que cuenta con certificado de no obligatoriedad número 201600664. Porque, los alimentos naturales que no sean sometidos a ningún proceso de transformación, tales como granos, frutas, hortalizas, verduras frescas, miel de abejas, y los otros productos apícolas. No requieren dicho registro para ser comercializados.

5.1.2.3. Proteína de suero. Se utilizó proteína de suero de leche concentrada 100% Whey protein sin sabor, producida por “Química Aromática Andina S.A.S” para “S.A. Protein.S.A.S” registro sanitario INVIMA RSA-002538-2016. Proteína de alta pureza especialmente diseñada para elaboración de batidos nutricionales.

5.1.2.4. Agua. El agua empleada en la elaboración fue agua Cristal® fabricada por Postobón S.A. registro sanitario INVIMA RSAA19I01699. Agua potable sometida a un estricto proceso de purificación bajo los mejores estándares de calidad y sanidad.

5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS BARRAS DE CEREAL

La evaluación sensorial es el “instrumento de medición” mediante el cual un juez a través de la percepción sensorial que le produce determinado producto, es capaz de dar un criterio respecto al objetivo de la medición.

5.2.1. Identificación de jueces. Un panel de análisis sensorial constituye un verdadero “instrumento de medición” y, en consecuencia, los resultados de los análisis realizados dependen de sus miembros. Por lo tanto, el reclutamiento de personas que quieran participar en un panel se ha de realizar con cuidado y se debería considerar una inversión real, tanto en tiempo como financieramente. El apoyo de la dirección en la organización es necesario si esto ha de ser efectivo (Icontec, 1996).

5.2.1.1. Jueces semientrenados: Constituido por estudiantes de ingeniería de alimentos que cursen o hayan cursado la asignatura de “evaluación sensorial”, estos jueces tienen un mayor criterio debido a que han recibido un entrenamiento previo, tanto teórico como práctico en la evaluación sensorial de productos alimenticios.

5.2.1.2. Jueces consumidores: Constituido principalmente por la población objetivo, en ellos incluye a personas vegetarianas reclutadas en el restaurante vegetariano La Salamandra Dorada ubicado en carrera 7 # 3 - 87 del municipio de Pamplona. Su propietaria dispuso el espacio y para realizar las diferentes evaluaciones, los comensales de este establecimiento presentan una mayor disposición para consumir el producto debido a la necesidad nutricional que esta representa; personas con estilos de vida saludable reclutados en los gimnasios, centros deportivos y locales comerciales de venta de suplementos en la ciudad de Pamplona; por último a estudiantes y profesionales de nutrición, pues a ellos es importante dar a conocer la viabilidad del producto como parte de una alimentación especial y complementaria.

5.2.2. Pruebas. Las pruebas sensoriales incluyeron objetivos de reconocimiento, selección, preferencia y aceptación, de esta manera poder dar a conocer el producto dentro de sectores específicos, seleccionar aquellos que perciben mejor ciertas características sensoriales y tener un grupo de preferencia hacia una formulación.

5.2.2.1. Prueba de ordenamiento (Dureza). Se realizó una primera prueba sensorial a 30 jueces, dentro de los cuales destacaron aquellos que pudiesen ordenar de manera adecuada las 5 muestras según su dureza.

La hipótesis nula dicta que los jueces no son capaces de reconocer diferencias entre muestras, mientras que la hipótesis alterna dice que la dureza es directamente proporcional a la cantidad de proteína adicionada en la formulación.

Los jueces semientrenados para cumplir con el objetivo de percepción correcta debían ordenar por lo menos 4 de las 5 muestras en el orden correcto, y/o variar en el orden consecutivo de 2 muestras. Para un orden de 12345 un juez semientrenado cumple con percepción correcta a 12354, 12435, 13245, 21345, 51234 de todas las combinaciones posibles, es decir un 95% de asertividad así:

Ecuación 2. Porcentaje de error para juez semientrenado

$$\%Error = \frac{6}{5!} * 100 = 5\%; p = 0,05$$

Los jueces consumidores para cumplir con el objetivo de percepción correcta debían ordenar por lo menos 4 de las 5 muestras en el orden correcto y/o variar en el orden consecutivo de 2 grupos de 2 muestras. Para un orden de 12345 un juez consumidor cumple con percepción correcta al mismo orden del juez semientrenado, más 21354, 21435, 13254, 51243, 52134, 41235 de todas las combinaciones posibles, es decir un 90% de asertividad así:

Ecuación 3. Porcentaje de error para un juez consumidor

$$\%Error = \frac{12}{5!} * 100 = 10\%; p = 0,1$$

Aquellos jueces con percepción correcta fueron escogidos para una segunda evaluación sensorial, con objetivos de selección de preferencia lógico sensorial.

5.2.2.2. Prueba de preferencia (Lógico sensorial). La evaluación consistió en presentar 2 muestras y sencillamente preguntar cuál prefiere, en este caso se incluyó la opción de no preferencia (Angulo & O'Mahony, 2009) como instrumento de medición para analizar la posibilidad del cambio de respuesta.

Posteriormente al juez realizar la evaluación, se le informó que una de las dos muestras contenía mayor cantidad de proteína y se le indicó cuál; dicho esto, se preguntó si esa afirmación cambiaba su respuesta de preferencia.

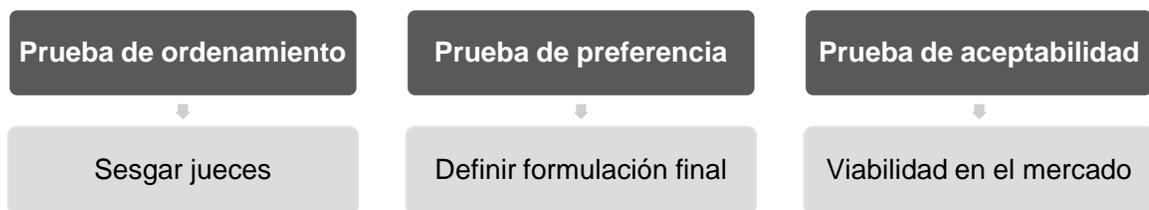
Por último, incluía un apartado de comentarios donde se le preguntó si mejoraría el producto en algún sentido, si le gustaría hacer alguna modificación a sus características o le agregaría otro componente.

Esto con el objetivo de establecer si el juez prefería las características nutricionales o sensoriales al momento de tener una decisión opuesta, además de darle la posibilidad de brindar su opinión objetiva sobre el producto.

5.2.2.3. Prueba de aceptación. Al haber encontrado la formulación que mayor preferencia tuvo dentro de los jueces, se procedió a darle “otro valor agregado”, desarrollando 3 alternativas, la barra de cereal sin modificación llamada “Original Whey”, con chips de chocolate llamada “Chips & Whey” y por último una barra de cereal con arándanos llamada Red & Whey”.

A los jueces se les entregó al azar una barra de cereal y se les pidió consumir el producto en cualquier momento del día que fuese de su agrado, se les entregó por medio magnético un link para realizar la encuesta por medio de la plataforma SurveyMonkey.

Figura 2. Metodología de evaluación sensorial (Tipos y objetivos de las pruebas)



5.2.3. Material a evaluar. Las muestras evaluadas en las diferentes pruebas fueron las formulaciones finales escogidas en el desarrollo del producto, estas formulaciones varían una de otra únicamente en su relación cereal proteína **R**. Los aspectos importantes que se consideraron antes de la realización de la prueba son los siguientes:

5.2.3.1. Ambiente. Las evaluaciones para jueces semientrenados se llevaron a cabo en horarios de 9-11 am (horario de media mañana) y de 3-5pm (horario de media tarde), en el laboratorio de evaluación sensorial de la Universidad de Pamplona y laboratorios afines al programa de Ingeniería de Alimentos.

Para jueces consumidores se realizaron diferentes evaluaciones dependiendo el lugar de reclutamiento. Las evaluaciones realizadas en el restaurante vegetariano La Salamandra Dorada, se realizaron 10min luego de haber almorzado el juez, debido a la disposición que este presenta.

La percepción sensorial de dureza no obedece a las normas establecidas a evaluación sensorial pues su percepción no se ve afectada por consumir alimentos antes de ser realizada, por el contrario, la sensibilidad del juez es mayor al haber utilizado su mandíbula para consumir alimentos previamente.

Las evaluaciones sensoriales en gimnasios y centros deportivos se realizaron después de haber realizado su jornada de ejercicio.

5.2.3.2. Presentación de la muestra. Se determinó que el tamaño adecuado para la presentación de la muestra al juez debería ser inferior al producto final, obteniendo un beneficio para el juez como para la economía financiera del proyecto.

Es por ello que las muestras de evaluación fueron cubos de 2,5cm de lado, los cuales fueron envueltos en papel parafinado y sobre este un adhesivo con un número de 3 dígitos indicando la codificación de la muestra. Las muestras se empacaron juntas en una bolsa de polipropileno autoadhesiva.

Debido a que los humanos no podemos decir una secuencia de números al azar, pues tendemos a inferir números centrales de un conjunto como lo describe (Figurska, Stańczyk, & Kulesza, 2008) y además a ello, nos vemos coaccionados por saber los posibles resultados de la prueba, se decidió utilizar un generador de números aleatorios on-line <http://www.generarnumerosaleatorios.com/> con los siguientes parámetros de rango 100-999 generando 3 números, por cada formulación para garantizar la aleatoriedad de los resultados en las diferentes pruebas, los cuales se utilizaron para diferenciar las diferentes muestras así:

- R90/10-M20-A30-T5: **407-877-742**
- R80/20-M20-A30-T5: **772-325-233**
- R70/30-M20-A30-T5: **549-471-820**
- R60/40-M20-A30-T5: **219-736-392**
- R50/50-M20-A30-T5: **635-138-572**

Las muestras fueron presentadas sobre un recipiente blanco sin olor sin orden específico, para ser juzgadas por el juez.

Las muestras fueron presentadas junto con una encuesta impresa o en algunos casos una plataforma digital, esto último como respuesta al uso eficiente de las nuevas tecnologías, conjunto al uso consiente del papel, además es sabido que la mayoría de consumidores con estilos de vida saludable tienen un mayor aprecio por cuidar el medio ambiente es por ello que al utilizar la encuesta de esta manera se tiene mejor aceptabilidad por parte del juez al que se le preguntaba si deseaba responder la encuesta digital o en medio físico.

5.2.3.3. Encuestas. Las encuestas digitales fueron realizadas a través de la plataforma SurveyMonkey, mientras que los jueces que prefirieron papel se les entregó un formato de pregunta (ver anexos).

Las encuestas también contenían casillas extra las cuales se llenaban para poder sesgar los grupos y formar conglomerados para posteriores análisis.

5.2.4. Análisis estadístico. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el uso de Microsoft Excel y fórmulas introducidas en casillas de automatización.

5.2.4.1. Prueba de ordenamiento (Dureza). Se determinó la veracidad de la hipótesis alterna mediante el test de page, según NTC 3930 Análisis sensorial. Metodología. Ordenamiento de acuerdo con un criterio específico (ranking) (Icontec, 2015), este test es una prueba no paramétrica, se utiliza cuando se desea probar los efectos ordenados, es decir que el tratamiento 1 es menor o igual que el tratamiento 2, que es menor o igual que el tratamiento 3, y así sucesivamente (y al menos uno de estos debe ser estrictamente menor que) (National Institute of Standards and Technology, 2015). Esta prueba es utilizada en la ciencia de los alimentos especialmente en la evaluación sensorial, con el objetivo de evidenciar la posibilidad que tienen los jueces a ordenar un conjunto de muestras sometidos a un mismo tratamiento con diferente intensidad (Bower, 2013)

Los tratamientos según la hipótesis dada se ordenan respectivamente, mientras que los jueces se tratan como bloques de datos.

Para calcular la hipótesis se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Cálculo de la hipótesis para el Test de Page.

$$L = \sum_{i=1}^P iR_i$$

La hipótesis se compara con L' la cual siguiendo la distribución normal se calcula con la siguiente fórmula, para ambos casos J es el número de evaluadores y P es el número de muestras y R_i es la suma de los valores de los tratamientos dados por los jueces.

Ecuación 5. Cálculo del valor de la hipótesis alterna

$$L' = \frac{12L - 3JP(P + 1)^2}{P(P + 1)\sqrt{J(P - 1)}}$$

La hipótesis alternativa se acepta si $L' \geq 1,645$ (al nivel 0,05) o si $L' \geq 2,326$ (al nivel 0,01)

5.2.4.2. Prueba de preferencia (Lógico sensorial). Se analizaron los conjuntos de datos **A** obtenidos de la primera respuesta de preferencia y se compararon en primera instancia con los resultados pasados obtenidos de la prueba de ordenamiento (Dureza) **a**, verificando si la preferencia había variado con el tiempo.

El resultado de la comparación de primeras respuestas se dicta positivo para cada elemento de **A** estudiado es igual a cada elemento de **a** comparado.

Posteriormente el conjunto de datos **A** se comparó con el conjunto de datos **B** obtenidos de la segunda respuesta de la prueba de preferencia (Lógico sensorial).

El resultado de la comparación de respuestas **A & B** se dicta positivo si cada elemento de **A** estudiado es igual a cada elemento de **B** comparado.

Las observaciones dadas por los jueces se indican en categorías y se jerarquizan según la repetitividad de los demás jueces quienes coinciden en una categoría.

5.2.4.3. Prueba de aceptación. En esta se realizó una breve descripción del producto, sus materias primas, peso y posible precio comercial, se preguntó la posibilidad de adquirirlo y la frecuencia de consumo, adicionalmente se le solicitó calificara el producto de 1 a 5 en una escala de estrellas y diera una descripción de su percepción.

Los resultados se analizaron a partir de otorgar una calificación numérica a las respuestas y realizar un promedio numérico de las mismas, las descripciones de cada juez se incluyen en los anexos.

5.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Los análisis fisicoquímicos evaluados siguieron las directrices establecidas en la NTC 3749 Industrias alimentarias. Productos de molinería. Cereales listos para el desayuno (Icontec, 1997).

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos para cereales listos para el desayuno. NTC 3749

Requisito	Valor	
	Mínimo	Máximo
Humedad ¹ , % (m/m)	-	6,0%
Proteína X 5,7, %(m/m)	3,5%	-
Cenizas, %(m/m)	-	5,0%

¹Para productos con trozos de fruta deshidratada, la humedad máxima debe ser del 10%.

5.3.1. Determinación de forma, tamaño y peso.

Utilizando un pie de rey marca Mitutoyo se determinó el largo, ancho y espesor con una precisión de 0,1cm a las mismas barras se les pesó utilizando una balanza gramera marca LEXUS MIX-A-3000 con precisión de 0,1g, a partir de estos se determinó la densidad aparente de la barra de cereal.

5.3.2. Determinación de humedad

Se utilizó un analizador halógeno de humedad marca LEXUS® Dexter 3, a temperatura de 110°C hasta llegar a peso constante, tomando mediciones a intervalos de 2,5min, disponiendo sobre el plato una muestra de 3-4g. Encontrando que el tiempo mínimo de análisis se encuentra alrededor de 50min

5.3.3. Determinación de proteína

Se determinó el porcentaje mínimo de proteína a partir de balances de materia, al conocer las tablas nutricionales y los porcentajes de los productos utilizados en su elaboración

Porcentaje de proteína mínimo 3,5% (NTC 3749)

Ecuación 6. Cantidad de proteína presente en la barra de cereal

$$3,5\% < \%Proteína (P)_{Barra}; \rightarrow P_{Barra} = (P_{Suero} * X_{Suero}) + (P_{Granola} * X_{Granola}) + (P_{Miel} * X_{Miel})$$

Para determinar el porcentaje real de manera analítica se utiliza el método de la A.O.A.C 991.20, método titulométrico de kjeldahl

5.3.4. Determinación de cenizas

Se determinó mediante el método de la A.O.A.C 923.03, haciendo uso de una mufla vulcano a 550°C por tiempo suficiente para realizar combustión de toda la materia orgánica presente en la muestra, tomando mediciones constantes hasta determinar un peso constante.

5.3.5. Determinación de temperatura post horneado

Esta se establece para tener un control sobre la acción del calor en la matriz de la barra, pues el elevar la temperatura al punto de evaporación del agua genera problemas de volumen en la barra, mientras que una temperatura muy baja no permite la difusión de los componentes en la misma.

5.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Según Carlos Alberto Dariani analista económico de la fundación Movistar el costo está directamente relacionado con el beneficio que trae. Sugiere dividir los costos en tres categorías: Mano de obra, materias primas y costos generales de fabricación (Dariani, 2015).]

Además, se estimó el costo o valor de entrada necesario para crear una planta de elaboración de barras de cereal

5.4.1. Mano de obra. Se determinaron los costos de mano de obra a partir de la evaluación del tiempo de elaboración, capacidad de producción y variedad de tareas a realizar. Los resultados se basaron teniendo como base de cálculo el S.M.L.V. fijado para el año 2018 en Colombia con todos sus agravantes.

5.4.2. Materia prima. Los costos de materia prima incluyen costos de transporte para adquisición, utensilios y material de desecho, como también material de limpieza y desinfección. En general todos los gastos de compras materiales, diferentes a los equipos

5.4.3. Costos generales de fabricación. Éstos incluyen, pero no limitan los costos variables, los costos de almacenamiento y distribución, como también el desgaste y mantenimiento de los equipos, utensilios y planta en general.

5.4.4. Emprendimiento. El 70% de las PYMES en Colombia no sobreviven los primeros 5 años, puede ser debido por no planear detenidamente su nicho de mercado y su inversión inicial. Por esto se determinó el costo de adquisición de equipos, requerimientos legales y demás.

5.4.5. Punto de equilibrio. Según definición de emprendepyme.net; El punto de equilibrio o punto muerto es una herramienta clave en la estrategia de una empresa, que es fundamental para ponderar el grado de solvencia de una empresa y su potencial de rentabilidad.

En concreto, el punto de equilibrio determina cuál es el nivel de ventas preciso para poder cubrir el total de los costes de la empresa, puesto que predice el punto de ventas anuales que se debe conseguir para no tener pérdidas y comenzar a disfrutar de beneficios (emprendepyme.net, 2016).

Algunos eruditos en finanzas establecieron fórmulas para determinar el punto de equilibrio de una empresa a partir de los conceptos de costos fijos y costos variables, las cuales se presentan a continuación

Ecuación 7. Determinación del punto de equilibrio

$$PE_{Unidades} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio por unidad} - \text{Costo por unidad}}$$

$$PE_{Valores} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \left(\frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas totales}}\right)}$$

En la primera ecuación en términos ingenieriles no es más que los gastos totales de la empresa sobre las ganancias generadas del producto, este valor da como resultado el número de unidades mínimas que se deben vender para igualar los gastos de la empresa.

Mientras que la segunda ecuación determina a partir de las ventas de la empresa el valor mínimo que debería estar vendiendo para igualar los gastos

Para determinar este punto de equilibrio hipotético, no se estable el resultado final a partir de las fórmulas para hallar dicho valor, sino se siguen los conceptos para elaborar una ecuación que se ajusta a las necesidades propias de la empresa en construcción.

Los gastos de servicios públicos al no ser representativos en consumo se establecen a partir de recibos particulares de negocios con actividad comercial similar.

5.4.6. Reducción de gastos. Mediante el uso de diferentes estrategias se plantea cómo mejorar la rentabilidad de la empresa hipotética, y se establece un nuevo punto de equilibrio bajo las mejoras realizadas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. ELABORACIÓN DE BARRAS DE CEREAL CON PROTEÍNA DE SUERO

Para el desarrollo de este capítulo se darán las siguientes abreviaciones:

- Relación cereal/proteína: $R(x/x)$
- Miel: Mx
- Agua: Ax
- Tiempo: Tx (minutos)

Donde x son los valores que toman las diferentes formulaciones según sea el caso.

Las formulaciones son un cálculo porcentual en base a R por ende R siempre hace referencia al 100% tal y como ocurre en las formulaciones de panadería que basan sus componentes en X cantidad de masa como base de cálculo.

Obteniendo así la siguiente codificación $Rx/x-Mx-Ax-Tx$

6.1.1. Formulación inicial. Siguiendo las recomendaciones dadas por el fabricante y estudios similares realizados, se procedió a realizar un primer ensayo bajo las siguientes condiciones **$R100/0-M5-A0-T20$** ; Con el objetivo de elaborar una barra de cereal convencional siendo punto de partida para la elaboración y control de variables.

Obteniendo como resultado un exceso de cocción, hasta el punto de una carbonización como se muestra a continuación.

Figura 3. Formulación $R100/0-M5-A0-T20$



A partir del primer ensayo se procede a realizar un control en el tiempo de cocción, evitando la carbonización

6.1.2. Control de tiempo de cocción. Debido a la carbonización presente en el primer ensayo se procede a disminuir el tiempo de cocción de la barra, a tiempos de cocción de 10, 7.5 y 5 min, bajo la siguiente codificación **R100/0-M5-A0-T10**, **R100/0-M5-A0-T7.5** y **R100/0-M5-A0-T5**

Figura 4. Formulación R100/0-M5-A0-T10



Figura 5. Formulación R100/0-M5-A0-T7.5



Figura 6. Formulación R100/0-M5-A0-T5



Los resultados anteriores demuestran que el mejor tiempo de cocción se logra con 5min dentro del horno; pues no contiene partículas calcinadas. Más sin embargo las barras no son cohesivas y fracturan con facilidad, para mejorar dicha propiedad se decide aumentar el contenido de miel en la formulación.

6.1.3. Control en la cantidad de miel a adicionar. Debido a la poca cohesividad presente en las barras, se hace necesario aumentar la cantidad de su componente aglutinante, en este caso miel, sabiendo que el porcentaje inicial de este fue de 5% respecto a **R** se realizan formulaciones con 10, 15 y 20%, bajo la siguiente codificación **R100/0-M10-A0-T5**, **R100/0-M15-A0-T5** y **R100/0-M20-A0-T5**

Figura 7. Formulación R100/0-M10-A0-T5



Figura 8. Formulación R100/0-M15-A0-T5



Figura 9. Formulación R100/0-M20-A0-T5



Los resultados anteriores presentan mejor comportamiento aglutinante y a la vez humectante conforme aumenta el contenido de miel en la formulación, siendo así se procede a utilizar la formulación con 20% de miel, para los ensayos consecuentes.

Estos resultados son equiparables a los reportados por diferentes autores, pero manteniendo el porcentaje de miel al mínimo, evitando tener un excesivo sabor a dulce, una adherencia excesiva en boca y dientes.

La miel se funde en la barra mientras esta permanece en el horno, luego es sacada a enfriamiento donde se endurece y mantiene su forma de manera permanente, las formulaciones con menos miel son más susceptibles a fractura, dado que en el horneado se pierde mayor humedad.

6.1.4. Adición de proteína de suero (Whey proteín). Como primer ensayo se utilizaron los valores máximos escogidos para la elaboración de las barras, siendo este una relación 50/50 entre cereal y proteína, para observar cómo cambian las propiedades de la barra respecto a la adición de proteína. La formulación se describe bajo la siguiente codificación **R50/50-M20-A0-T5**

Figura 10. Formulación R50/50-M20-A0-T5



Se observa que la muestra se fractura con facilidad, los componentes no se integran entre sí y tiene material polvoriento, como alternativa para evitar el exceso de azúcar y la adición de más miel a la formulación se adiciona un nuevo aglutinante a la mezcla.

6.1.5. Adición de agua a la formulación. Luego de realizar una revisión bibliográfica se decidió utilizar agua como aglutinante, el agua por sí sola no es aglutinante o cohesiva, su acción disolvente sobre algunos componentes como lactosa, almidón y celulosa transforman la mezcla pulverizada en gránulos y la humedad residual retenida permite que los materiales se adhieran entre sí al comprimirlos (Borro Muentes, 2001).

La proteína de suero en polvo adquiere propiedades aglutinantes al entrar en contacto con agua. Es por ello que en las anteriores formulaciones el agua permanecía en cero, debido a que no fue pensada en un principio.

Las formulaciones siguientes fueron evaluadas bajo la adición de agua en diferentes porcentajes con respecto a **R** 10, 20, 30, 40 y 50% y se codificaron de la siguiente manera respectivamente, **R50/50-M20-A10-T5**, **R50/50-M20-A20-T5**, **R50/50-M20-A30-T5**, **R50/50-M20-A40-T5**, **R50/50-M20-A50-T5**.

Figura 11. Formulación R50/50-M20-A10-T5



Figura 12. Formulación R50/50-M20-A20-T5



Figura 13. Formulación R50/50-M20-A30-T5



Figura 14. Formulación R50/50-M20-A40-T5



Figura 15. Formulación R50/50-M20-A50-T5



Se escogió utilizar la formulación con 30% de agua debido a la suavidad interna del producto y la homogenización del mismo. Como también al tener una cohesividad homogénea no excesiva.

Se observa un hinchamiento no previsto en las barras, esto como (Foegeding et al., 2011) describe en Whey Protein Products, pues hay propiedades como la capacidad de formación de espumas que consiste en permitir la formación de redes internas capaces de retener aire, unido con la capacidad de retención de agua formando estructuras con bultos, de forma irregular y estables al tacto.

Así, la producción en masa de estas barras de cereal debe tener muy en cuenta la cantidad de proteína límite para adicionar a cierta cantidad de agua, o la temperatura y tiempo de exposición de esta a la barra.

Pero también deja la posibilidad de buscar beneficios de estas propiedades, como la elaboración de muffins, ponqués, tortas, y demás productos esponjosos.

6.1.6. Modificación de la relación cereal/proteína. A partir de los resultados obtenidos se modificaron las condiciones de **R** así 90/10, 80/20, 70/30, 40/60 y 50/50. Como adicional se desarrolló una formulación con **R100/0** con el objetivo de analizar la influencia de la proteína de suero en la formulación.

A continuación, se presentan las formulaciones desarrolladas con sus respectivas codificaciones donde se mantienen constante **M20-A30-T5** para todas ellas.

Figura 16. Formulación R100/0-M20-A30-T5



Figura 18. Formulación R80/20-M20-A30-T5



Figura 20. Formulación R60/40-M20-A30-T5



Figura 17. Formulación R90/10-M20-A30-T5



Figura 19. Formulación R70/30-M20-A30-T5



Figura 21. Formulación R50/50-M20-A30-T5



Así, en consecuencia, estas son las formulaciones finales desarrolladas las cuales se evaluaron sensorialmente.

La formulación con **R100/0** demostró un nivel de cohesividad menor comparado con las muestras que sí presentaban proteína de suero dentro de su formulación, por lo cual la proteína de suero además de enriquecer nutricionalmente a la formulación le otorga propiedades de aglutinante como (Bulut Solak & Akin, 2012) (Parra Huertas, 2009) (Foegeding et al., 2011) describen.

Adicionalmente si no se mantiene un control estricto de la temperatura es posible que se genere reacción de Maillard en el producto (Zhou, Guo, Liu, Liu, & Labuza, 2013), pero puede ser confundida con una cocción excesiva.

6.1.7. Desarrollo de formulaciones para evaluación. Los ensayos para evaluación sensorial utilizan moldes cúbicos para facilitar la entrega de muestras, la presentación de las mismas y reducir los gastos de producción al momento de realizar la evaluación sensorial.

Se utilizaron moldes de silicona termo resistentes cúbicos de 1in para dar la forma al producto. Mientras las demás variables permanecieron iguales.

6.1.8. Empaques.

6.1.8.1. Empaque primario. Se decidió utilizar papel parafinado doblado, imitando la forma de empaque de un dulce tradicional pamplonés llamado cacaíto. Para ello se observó cómo se encontraba empacado dicho dulce y se procedió a imitar el proceso.

- Ingeniería invertida: Es el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema a través del análisis de su estructura, función y operación (New World Encyclopedia contributors, 2015). Su concepto se dice que data de la revolución industrial (Eilam & Chikofsky, 2005). Este concepto se ha dividido en dos, ingeniería inversa de productos e ingeniería inversa de software.

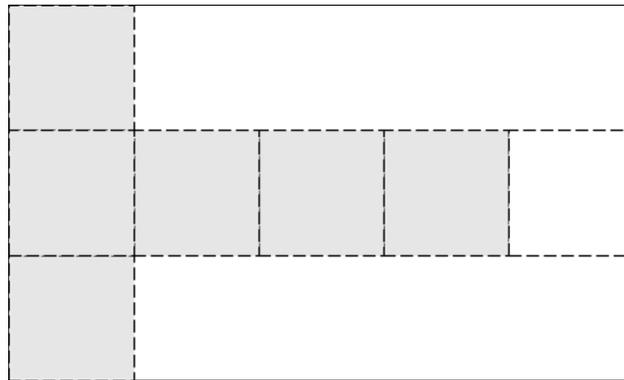
A partir de la obtención del producto a copiar (cacaíto), o en específico a su forma de empaque; se logró estandarizar el proceso de corte y empacado de las barras de cereal.

6.1.8.2. Observación. El producto en general cuenta con dos componentes, el dulce interno y el empaque exterior. La forma del empaque obedece a la forma del producto, teniendo una forma cúbica característica.

6.1.8.3. Desempaquetado. Se procede a desdobar el empaque para separar el empaque del producto. Encontrando que el empaque es un rectángulo.

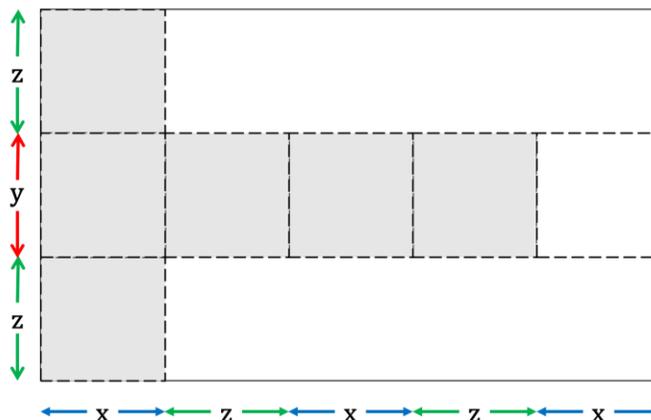
6.1.8.4. Identificación. El empaque obedece la forma de construcción de un cubo, con un espacio adicional para permitir otro doblez.

Figura 22. Forma del empaque a reproducir



6.1.8.5. Formulación. El cubrir un objeto de 3 dimensiones utilizando otro de 2 dimensiones es posible gracias a realizar una conversión.

Figura 23. Identificación de las variables de construcción



Ecuación 8. Ecuaciones de construcción de empaque

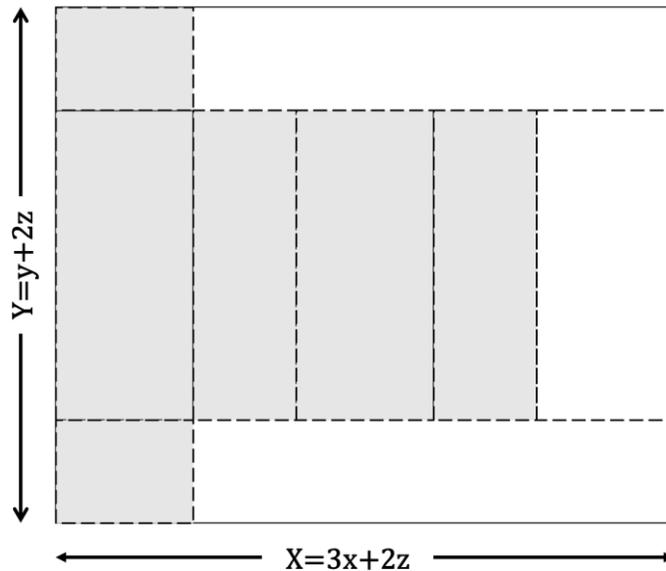
$$X = 3x + 2z$$

$$Y = y + 2z$$

Las ecuaciones anteriores son las formulas generales para hallar las medidas de un rectángulo capaz de cubrir un prisma rectangular, incluido el cubo. Con un doblez sobrante en X para mayor seguridad en la parte superior

6.1.8.6. Aplicación. Para las muestras de evaluación sensorial se cortaron rectángulos de 4,75in≈12cm por 3in≈7,6cm; mientras que para las barras de cereal se cortaron rectángulos de 13,6cm por 12cm.

Figura 24. Aplicación del método de empaque en barras



6.1.8.7. Empaque secundario. Se realizó en bolsas de polipropileno auto adhesivas para mantener la muestra en excelente estado hasta su consumo.

Una alternativa de empaque es utilizar bolsas con recubrimiento metálico con protección a la incisión de rayos del sol, estas se venden en rollo y se realizan los diseños bajo medidas.

Su aplicación necesita de un sistema de empaque con selladora para que el producto no adquiriera humedad del ambiente.

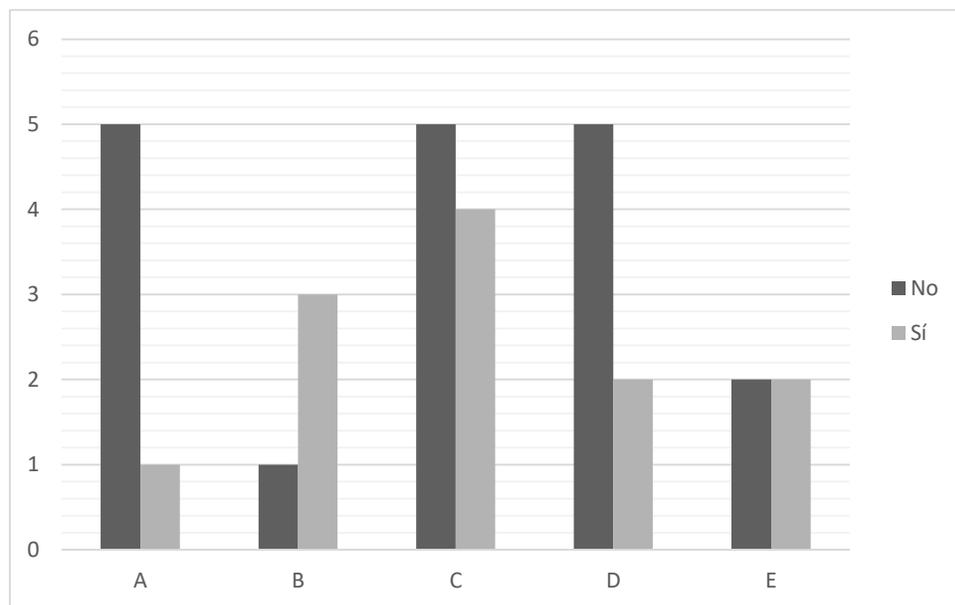
6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE BARRAS DE CEREAL

6.2.1. Prueba de ordenamiento (Dureza). Los resultados de esta prueba se presentan a continuación, a partir de estos se establecieron las formulaciones para la segunda evaluación.

Para hacer viable la hipótesis alterna se realizó primeramente la prueba sensorial a un juez experto quien a cabalidad ordenó las muestras de menor a mayor según su dureza, demostrando lo anteriormente mencionado.

6.2.1.1. Análisis de percepción y preferencia. Mediante el uso de tablas dinámicas de pudo establecer la relación entre la capacidad del juez para dar un ordenamiento correcto o incorrecto de las muestras y la preferencia en general del producto ante los jueces.

Figura 25. Gráfica de preferencia de jueces con y sin percepción correcta



Como se puede observar entre los jueces que no ordenaron correctamente las muestras, estos no tienen una preferencia definida entre las muestras A C y B y de los jueces que sí ordenaron correctamente las muestras se evidencia una leve preferencia a la muestra C y tiene una distribución normal aparente en dicho grado de preferencia respecto a las demás muestras.

Es por ello que las muestras seleccionadas para la segunda evaluación son las muestras C y D pues son estas las que mayor preferencia en promedio obtuvieron.

6.2.1.2. Análisis de subgrupos. Estos resultados parten del análisis de conglomerados y la posibilidad de penetrar en el mercado en sectores específicos. Como primer resultado se reporta uniformidad entre la percepción de jueces consumidores y semientrenados, pues 6/16 jueces consumidores tuvieron una percepción correcta de la dureza del producto al igual que 6/14 jueces semientrenados. Pero este resultado es un poco más sesgado pues el porcentaje de acierto del juez semientrenado es menor.

Según los datos reportados en total 17 mujeres y 13 hombres fueron la muestra estudiada, de ellos 47% de las mujeres y 30% de los hombres tuvieron una percepción correcta en el ordenamiento de las muestras. Esto puede deberse a la regularidad en que se consumen productos similares puesto que las mujeres suelen preocuparse más por los estilos de vida saludable y por consiguiente el consumo de barras de cereal está asociado a ello.

Caso contrario en la diferencia de percepción entre individuos con hábitos alimenticios vegetarianos y no vegetarianos cuyos porcentajes de percepción correcta son de 38% y 41% respectivamente no representa diferencias significativas entre grupo.

Por otra parte, aquellos que realizan ejercicio conocen este tipo de productos más que los mismos individuos vegetarianos, con la posibilidad de penetrar ambos mercados, puesto que aquellos que los conocen saben por lo general su valor en el mercado y aquellos que lo desconocen lo ven como un producto innovador que mejora la calidad de vida.

6.2.1.3. Prueba de ordenamiento (Dureza) – Test de Page

Tabla 2. Resultados del Test de Page (Dureza)

Suma (L)	1462
Jueces (J)	30
Muestras (P)	5
L'	4,090
95%	1,645
99%	2,326

L' es mayor que 2,326 por ende se acepta la hipótesis alterna con un 99% de certeza como verdadera así

Ecuación 9. Hipótesis alterna del ordenamiento de dureza

$$A < B < C < D < E$$

Aunque la hipótesis alterna sea escogida como la verdadera, se hace necesario encontrar las relaciones entre grupos como se muestra a continuación.

Tabla 3. Identificación de grupos de preferencia

Ordenamiento	1	2	3	4	5
Muestra	A	B	C	D	E
Promedio	2,60 ^a	2,50 ^a	2,67 ^a	3,03 ^b	4,20 ^b
Moda	1 ^a	1 ^a	3 ^b	4 ^c	5 ^d

Al realizar un análisis por grupos de muestra se obtiene que existen cuatro grupos diferenciados AB, C, D y E esto a partir de la moda de sus datos, siendo el dato que se más se repite congruente con su valor numérico asignado, evidenciando nuevamente la hipótesis alterna como válida, pero existiendo pocas diferencias entre la muestra A y B.

Respecto al promedio se sesgan más los grupos obteniendo dos grupos de muestra ABC y DE evidenciando una correcta selección de muestras para el segundo análisis tomando el vecino más cercano de los dos grupos de muestras C y D.

6.2.2. Prueba de preferencia (Lógico sensorial). Los resultados de esta prueba determinan la formulación final de estudio y es importante realizarla sólo a jueces que hayan ordenado correctamente las muestras según su dureza, pues estos tienden a percibir con mayor facilidad las diferencias entre las mismas.

Tabla 4. Resultados de la segunda evaluación sensorial (Preferencia)

Juez	Preferencia			Validación	
	a	A	B	aA	AB
1	3	3	3	VERDADERO	VERDADERO
2	3	3	3	VERDADERO	VERDADERO
7	3	3	3	VERDADERO	VERDADERO
9	3	3	3	VERDADERO	VERDADERO
10	5	3	4	FALSO	FALSO
14	4	4	4	VERDADERO	VERDADERO
17	5	3	3	FALSO	VERDADERO
19	4	3	3	FALSO	VERDADERO

En la intersección aA los resultados de verdadero demuestran que la preferencia del juez no cambió respecto al tiempo de la evaluación, por lo cual su gusto no se ve afectado y reafirma su respuesta. Para aquellos con resultado falso son quienes no reafirman su respuesta, ya sea porque no está su muestra de selección caso 10 y 17, o que hayan cambiado de parecer respecto al día, caso 19.

La intersección AB los resultados verdaderos es para aquellos que no cambian de parecer respecto a la información dada, es decir no cambian de preferencia dada la lógica, esto denota que se prefieren las características sensoriales ante las nutricionales en este caso particular, excepto en el caso 10 donde el juez sí cambiaría su resultado por obtener un mayor beneficio nutricional, cabe denotar que este caso es un juez vegetariano.

El caso 14 tiene su percepción clara respecto a la muestra dada para todos los casos escogió la muestra 4, es posible que también se haya inclinado por la percepción sensorial y que le gusten los alimentos más duros.

Gracias a esta prueba se concreta que la formulación final de producción es **R70/30-M20-A30-T5**

Adicionalmente se le solicitó al juez indicara si cambiaría alguna característica de las barras estos en su mayoría dijeron que el tamaño y presentación de la muestra no necesita modificación, pero que si tuviesen la posibilidad de agregar otro componente le adicionarían en su mayoría arándanos y otros chips de chocolate, como opciones representativas, también denotaron la inclusión de semillas y demás frutos secos.

Por último, se comprueba que la opción de no preferencia para jueces con percepción sensorial correcta no representa una opción de respuesta, esto porque este tipo de jueces tienen un criterio claro de sus gustos y percepción personal.

6.2.3. Prueba de aceptación. Los resultados de esta prueba principalmente radican en la “posibilidad de adquirir” el producto dado el precio establecido, como segundo objetivo determinar la percepción o calificación global que tienen los jueces frente al producto de prueba.

Resultados parciales: Se acepta con 9/10 que el valor a pagar por el producto es adecuado para la adquisición del mismo.

En promedio el producto tiene una calificación global de 4,2

6.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

6.3.1. Determinación de forma, tamaño y peso.

Se analizaron 24 barras de cereal, los resultados se promediaron y se muestran a continuación

- Largo: $10\text{cm}\pm 0,1$
- Ancho: $2,8\text{cm}\pm 0,3$
- Espesor: $1,8\text{cm}\pm 0,2$
- Peso: $49\text{g}\pm 5$
- Densidad: $98\text{g}/\text{cm}^3$

A partir de las mediciones se estableció el tamaño óptimo para la presentación final de la barra, siendo esta de 50g por porción; puesto que al utilizar moldes su tamaño es homogéneo.

Al ser comparado con otras barras del mercado esta logra mayor peso en un volumen igual o ligeramente superior pues las barras comerciales se encuentran entre unos 20-35g. Esto puede deberse a dos factores.

- Es posible que las barras de cereal comerciales sean menos compactas, con cámaras de aire en su interior o espacios internos que le permitan ocupar más espacio por unidad de peso.
- Adición de grasa a la formulación, es bien sabido que algunos de los ingredientes para elaborar barras de cereal son grasas y aceites, por su carácter humectante y estructural, estos a su vez aportan volumen a la mezcla al ser menos densos ocupan más espacio por unidad de peso, logrando así una falsa ilusión de tamaño

6.3.2. Determinación de humedad

6.3.2.1. Variación en el porcentaje de humedad vs tiempo de almacenamiento. Las muestras evaluadas en la prueba de ordenamiento (Dureza) se les evaluó el %Humedad respecto al tiempo de almacenamiento:

El tiempo 0' hace referencia al tiempo antes de horneado y el tiempo 0 al peso después del horneado. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Porcentaje de humedad de las muestras en relación del tiempo de almacenamiento

Muestra	Días				
	0'	0	5	10	15
R90/10	26,95	26,78	22,34	21,97	21,74
R80/20	28,11	28,64	24,56	23,53	23,44
R70/30	29,00	28,22	26,23	25,12	24,95
R40/60	30,24	29,17	26,98	26,19	26,07
R50/50	31,12	29,89	27,54	26,97	26,85

La diferencia del porcentaje de humedad entre el tiempo 0 y 0' muestra cómo entre mayor sea la cantidad de proteína pierde menos agua en el horneado, pero este comportamiento no permanece a lo largo del tiempo puesto que al cabo de 15 días en todos los casos se pierde hasta un 5% de humedad.

Esto se ve reflejado en las propiedades organolépticas de las barras, siendo más duras de manera apreciable, lo cual conlleva a pensar en utilizar un retenedor de humedad que no sea susceptible a los cambios psicrométricos, (Silva, Siqueira, Damiani, & Vilas Boas, 2016) encontraron que en barras de cereal se pierde hasta un 3% de su actividad acuosa al adicionar materias primas que permitan la permeabilidad de la matriz.

6.3.2.2. Pérdida de peso en el horneado. Como método rápido para determinar cuánta humedad ha perdido el alimento a través del proceso de horneado se tomó el peso antes y después del horneado a 12 barras de cereal, encontrando que las barras pierden alrededor de 1% de peso con el horneado,

Aunque el porcentaje parezca despreciable las diferencias de peso son reguladas por la superintendencia de industria y comercio, lo cual al colocar el peso equivocado en el producto se podría considerar publicidad engañosa.

Las barras de cereal no cumplen con el parámetro de humedad máxima permitido para alimentos listos para el desayuno, pero esto no puede ser tomado como un parámetro de rechazo, sino más bien como una recomendación a la norma para establecer parámetros de calidad propios para este tipo de productos.

6.3.3. Determinación de proteína

Como el objetivo es determinar el mínimo porcentaje de proteína, este se puede hallar a partir de los datos más representativos, en este caso en relación a la cantidad de proteína de suero adicionada

$$X_{Suero} = 30g/150g$$

$$P_{Suero} = 78\%; X_{Suero} = 0,26$$

$$P_{Suero} * X_{Suero} = 20,28\%$$

Se acepta el porcentaje mínimo de proteína utilizando únicamente un dato conocido y certificado por Lacprodan®.

6.3.4. Determinación de cenizas

Pendiente de resultados

6.3.5. Determinación de temperatura post horneado

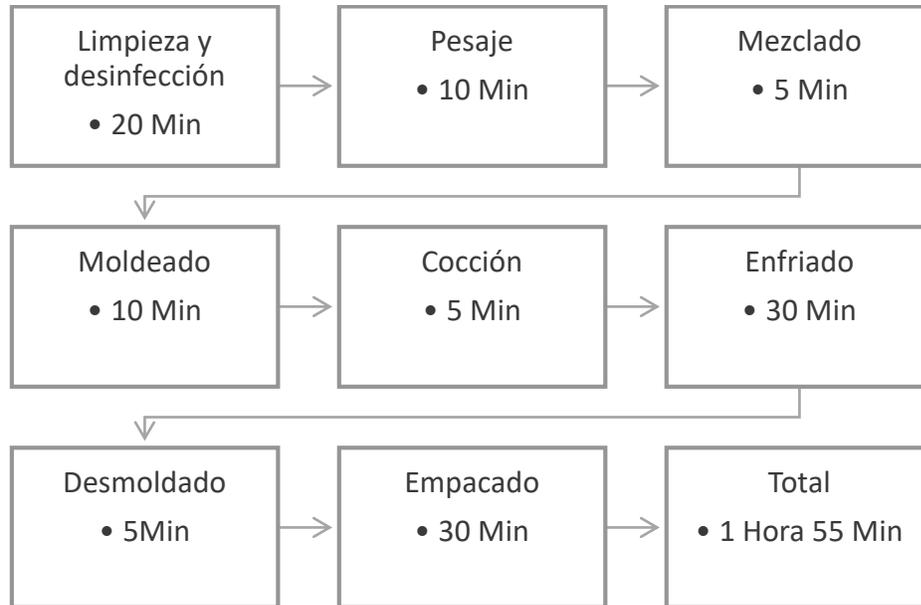
Al medir la temperatura interna de 12 barras de cereal haciendo uso de un termómetro de punzón y un termómetro de mercurio, se encontró que la temperatura interna se encuentra alrededor de $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$

Es una temperatura ideal para que no ocurran problemas de evaporación y aumento de volumen no deseados, tanto también para evitar reacción de Maillard en la matriz proteica de la barra.

6.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

6.4.1. Mano de obra. Se determinan los costos de trabajo tanto económicos como factor tiempo, este último a partir del tiempo de proceso.

Figura 26. Determinación de tiempo de producción



El tiempo de proceso, aunque no se puede reducir de manera considerable, se puede empezar un segundo bache en el proceso de enfriado, y un tercero en el proceso de empacado.

Teniendo una producción completa cada media hora, siendo necesario el trabajo en conjunto sin aumentar la capacidad de producción por bache.

Se estima utilizar un total de 2 empleados directos los cuales ejecutan tareas de fabricación, distribución y ventas; con sueldos fijos de 1 S.M.M.L.V.

- Gastos de empleados: \$ 869,453.00 + Parafiscales ≈ \$ 1'000.000

Anexo se utilizan los servicios de un contador según las necesidades de la empresa.

- Gastos aproximados del contador mensual: \$ 300.000

6.4.2. Materia prima. Para poder determinar los costos de esta categoría de manera clara y concisa se establecieron los parámetros presentes en la siguiente tabla.

Tabla 6. Precios de las materias primas e insumos en la elaboración de barras de cereal con proteína

	Material	Presentación	Precio COP	Transporte COP	Precio total * Kg
Materias primas	Granola	500g	\$ 5.500	0	\$ 11.000
	Proteína	1000g	\$ 50.000	\$ 8.000	\$ 58.000
	Miel	250g	\$ 7.000	0	\$ 28.000
	Agua	1500g	\$ 1.800	0	\$ 1.200
	Chips Chocolate	400g	\$ 8.000	0	\$ 20.000
	Arándanos	100g	\$ 3.000	0	\$ 30.000
Envase	Papel parafinado	50m	\$ 117.000	0	\$ 2.340/m
	Papel autoadhesivo	100 unidades	\$ 3.000	0	\$ 30/unidad
	Sticker	40 unidades	\$ 2.000	0	\$ 50/unidad
Limpieza	Jabón	4.000g	\$ 30.900	0	\$ 7.725
	Cloro 15%	20L	\$ 57.000	0	\$ 2.850/L
	Guantes	Unidad	\$ 7.000	0	\$ 7.000
	Esponjilla	Unidad	\$ 750	0	\$ 750

Las cotizaciones se realizaron a través de:

- Mercadolibre.com.co
- Makro virtual
- Almacenes Éxito y tienda virtual
- Ofi.com.co
- Mercadería Justo & Bueno
- Tiendas D1.

6.4.2.1. Costo de formulación. A partir de las diferentes pruebas realizadas se determinó que la formulación R70/30-M20-A30-T5 es la formulación final para el proceso de elaboración de barras de cereal enriquecidas con proteína de suero, por ende, es la formulación que deber ser sometida al análisis de costos.

Se evaluaron además dos formulaciones extra, Chips & Whey elaborada con chips de chocolate y Red & Whey, con adición de arándanos.

Con el objetivo de dar variedad al consumidor, pues estos productos se caracterizan por la variedad de sabores que existen en el mercado

Tabla 7. Precio de elaboración de barras de cereal enriquecidas con proteína de suero en tres presentaciones.

Base de cálculo: 1000g de R	Original Whey		Chips & Whey		Red & Whey	
Materia prima	Peso (g)	Precio (\$COP)	Peso (g)	Precio (\$COP)	Peso (g)	Precio (\$COP)
Granola	700	\$ 7.700	700	\$ 7.700	700	\$ 7.700
Proteína	300	\$ 17.400	300	\$ 17.400	300	\$ 17.400
Miel	200	\$ 5.600	200	\$ 5.600	200	\$ 5.600
Agua	300	\$ 360	300	\$ 360	300	\$ 360
Chips Chocolate	0	0	100	\$ 2.000	0	0
Arándanos	0	0	0	0	200	\$ 6.000
Total	1.500	\$ 31.060	1.600	\$ 33.060	1.700	\$ 34.050
Peso/Porciones*	50	\$ 1.040	50	\$ 1.040	50	\$ 1.090
Cantidad de porciones	30		32		34	

*Valor de porción basado en un aumento mínimo de sobre costo para completar al entero base 10 más cercano.

Al realizar un análisis de costos de elaboración a partir del precio de las materias primas para producir barra de cereal en sus 3 presentaciones, se evidencia como las barras con adición de otras materias primas como los chips, no cambian su valor, por el contrario, la adición de arándanos aumenta el costo. Esto es debido porque, el valor aumenta o disminuye respecto al precio de la nueva materia prima; si 50g del producto son más costosos que 50g de la barra original, el valor aumenta, y caso contrario el valor disminuye.

6.4.2.2. Costo de empaque. Se establecen los costos de empaque para una presentación de 50g, con primer empaque en papel parafinado seguido de una bolsa de polipropileno autoadhesiva y un sticker presentando la información del producto.

Papel parafinado. Para determinar el costo del papel parafinado es necesario conocer el tamaño de papel suficiente para recubrir la barra en su empaque primario, la cantidad de recuadros de papel por rollo y por último el precio de cada recuadro de manera individual.

- Características de tamaño de la barra:
 - Largo: 10cm (y)
 - Ancho 2,8cm (x)
 - Espesor: 1,8cm (z)

- Determinación del tamaño del rectángulo de papel
 - $Y=y+2z$; $X=2x+2z+x$
 - $Y=10+3,6=13,6\text{cm}$ $X=5,6+3,6+2,8=12\text{cm}$

- Determinación de aprovechamiento de espacio
 - Tamaño del papel: 30cm * 50m (rollo)
 - Primera limitante 30cm
 - Opción Y: $30/13,6= 2,2$ (Se pierde 20% por cada 2 unidades)
 - Opción X: $30/12= 2,5$ (Se pierde 50% por cada 2 unidades)
 - Resultado: Utilizar la opción Y

- Determinación de unidades por rollo (50m)
 - Unidades individuales x cada 12cm = 2
 - Unidades **Z** (Entero positivas) x cada 50m = **Z** $(50/0,12) * 2$
 - Unidades individuales x cada 50m = 832

- Determinación de costo de unidad individual
 - Precio del rollo: \$ 117.000
 - Unidades por rollo: 832
 - Precio por unidad: \$ 140,62 \approx \$ 141

Papel de polipropileno y sticker. El uso de papel autoadhesivo de bajo costo mejora la presentación, manejo y distribución del producto; además de permitir la adherencia sobre sí de stickers en el cual incluya la información nutricional, presentación del producto, imagen corporativa, en conclusión, rasgos generales de publicidad y normatividad.

- Costo de bolsa de polipropileno: \$ 30
- Costo del sticker: \$ 50

Costo total de la barra + empaque. Este se calcula a partir del promedio de las 3 formulaciones y la sumatoria del costo por unidad de cada uno de los empaques.

- Costo promedio de barra: \$ 1.057
- Costo de empaque: \$ 221
- Costo total: \$ 1.278

6.4.2.3. Limpieza y desinfección. En la industria alimentaria el constante uso de desinfectantes y sustancias de limpieza genera costos poco perceptibles, pero de igual manera calculables, para realizar este cálculo se utilizará únicamente cloro como agente desinfectante.

$$\text{Volumen de Cloro} = \frac{150\text{ppm} * 5\text{L (Solución)}}{150.000\text{ppm}} * \frac{1000\text{ml}}{L} = 5\text{ml}$$

$$\text{\$} = 5\text{ml} * \frac{\text{\$} 2.850}{L} * \frac{1L}{1000\text{ml}} = \text{\$} 14.25$$

6.4.3. Costos generales de fabricación.

6.4.3.1. Localización. Se estima arrendar un local con un área de producción mínima de 8m² con acceso a gas natural, para ello se necesita verificar que este cumpla con las necesidades higiénico sanitarias estipuladas en el decreto 3075 (Presidente de la república de Colombia, 1997)

El valor del canon de arrendamiento varía según la ciudad, la localización o sector, beneficios que tenga, como parqueaderos y accesos, servicios públicos disponibles y adecuación en general.

Se plantea arrendar un local pequeño con servicio de agua potable y gas natural, con un mínimo de 8m² de producción, servicio de baño preferiblemente fuera del área.

Una planta en crecimiento de una ciudad pequeña con posibilidad de mercado, puede ser ubicada en un barrio residencial con apogeo de comercio, rutas de acceso rápidas a vehículos de transporte público.

- Gasto de arriendo estimado: \$ 400.000 -\$600.000

6.4.3.2. Energía consumida para la preparación del alimento. La energía necesaria para la preparación del alimento se divide en energía de mezclado y energía de cocción.

- Energía de mezclado. El precio de la energía de mezclado se basa en el consumo del equipo o potencia, multiplicado por el precio del Kw/H multiplicado por el tiempo de encendido del equipo.

El valor del kWh reportado por Centrales Eléctricas del Norte de Santander (CENS) NIT: 890500514-9 es de \$ 481.83 sin subsidio.

$$\text{\$} = w * t * \text{\$}_w$$

$$\text{\$} = \frac{500W}{h} * \frac{1h}{60min} * 3min * \frac{\text{\$} 481.83}{kW} * \frac{1kW}{1000W} = \text{\$} 12.04$$

6.4.4. Emprendimiento.

6.4.4.1. Equipos y utensilios

- ✓ **Horno.** Es la pieza más costosa para empezar una industria de elaboración de productos de panadería, además el más complicado de elegir principalmente por las condiciones específicas para elaborar ciertos alimentos.

Los hay desde muy sencillos hasta muy completos, con rangos de temperatura desde los 160°C hasta 280°C, manuales, digitales, semi automáticos. Con entrada de aire seco, vapor o mixtos.

Para el caso de la elaboración de barras de cereal a mediana escala, se recomienda utilizar un horno de un mínimo de temperatura de 160°C de preferencia con termostato de control de temperatura automático.

Dentro de las opciones que se pueden comparar en el mercado nacional se encuentran las siguientes.

Tabla 8. Cotización de hornos industriales

Marca	Bandejas	Tipo de calor	Control	Precio COP
Rational	20	Mixto	Automático	\$ 6'000.000
National COL	3	Seco	Manual	\$ 500.000
Maquin de Colombia	2	Seco	Automático	\$ 5'000.000
Fernando cocinas	4	Seco	Manual	\$ 600.000

Los hornos aumentan considerablemente su precio si existe un circuito electrónico capaz de controlar aspectos del mismo; el número de bandejas es ajustable y puede solicitarse se haga a medidas; la mayoría de los hornos son de fábricas nacionales sin especificaciones puntuales, equipos importados suben considerablemente su precio, pero así mismo permiten realizar diferentes funciones que en un futuro pueden ser utilizadas; como último aspecto es la posibilidad de utilizar calor húmedo, en la elaboración de barras de cereal este factor no es necesario, hasta podría ser un factor de fallo.

- ✓ **Batidora.** Las batidoras son necesarias en la operación de mezclado en cantidades superiores a 1Kg para agilizar el mezclado y mejorar la homogeneidad. Dentro de las opciones en el mercado se encuentran batidoras desde 180usd, dependen de la potencia del motor, el tamaño y material del bol y en general de las prestaciones extra que cada fabricante adicione.

Se realizó un listado con las mejores batidoras para el 2018 de diferentes marcas, precios y potencias para tener un rango más amplio de selección, las cuales se describen a continuación.

Tabla 9. Cotización de mezcladoras

Marca	Referencia	Potencia (W)	Tamaño (qt)*	Precio (USD)**
Breville	BEM800XL	550	4	264,22
Bosch	MUM6N10UC	800	6,5	399,00
Cuisinart	SM-50BK	500	5,5	185,94
Cuisinart	SM-55BC	800	5,5	349,00
Bomann	Km 1394	1000	5	215,00
HamiltonBeach	Eclectrics® 63227	400	5	179,99
KitchenAid	KSM152PSCR	550	6	349,99
KitchenAid	KSM150PSER	325	5	259,00

*qt es la unidad americana de volumen, 4qt equivalen a un galón americano (3,75 litros)

** El precio no incluye IVA

Datos de batidoras tomados de Amazon.com y páginas oficiales de los productos.

Las batidoras varían de precio conforme cambian las características, dentro de las cuales una de las más importante es la potencia, la potencia mínima necesaria para trabajos caseros es de 300W, hasta 600W para trabajos continuos y medianos, después de 700W son batidoras de gran potencia y uso diario (Perez, 2016).

Se estima utilizar como opción de compra la batidora Cuisinart SM-50BC de 500W, por su precio vs potencia, se descarta la Bomann por no tener tazón en acero.

- ✓ **Moldes y bandejas.** Los moldes son necesarios para dar la forma deseada al producto, la selección del molde depende de la naturaleza del producto, tamaño y complejidad de la pieza a producir, material y coste de producción. Además, los moldes deben adaptarse al espacio y capacidad de producción (Besednjak, 2005).

Los moldes escogidos para realizar las barras de cereal a pequeña escala son moldes de silicona desarrollados por Tescoma®, pero estos deben ser reemplazados por moldes de mayor capacidad, para producir más cantidad de producto

por bache, además de tener moldes extra para provechar el calor mientras se enfría el bache saliente, así tener una producción continua.

Dentro de las opciones sobresalientes para la elaboración del molde en primer lugar se encuentran los moldes de acero inoxidable, son resistentes al calor, pueden ser lavados, su coste es asequible y la variedad de formas que pueden adaptar dependen de la destreza del fabricante, la empresa SOLOMOLDES ubicada en Bogotá cotizó la elaboración del molde para 30 barras en acero inoxidable por un valor de \$500.000COP.

Una alternativa novedosa y con mejores prestaciones es la realización de moldes en silicona de grado alimenticio, resistentes a bajas y altas temperaturas, más fáciles de lavar, pero la mejor prestación que ofrece es la facilidad para desmoldar, comparado con los moldes en acero, ya que los moldes en silicona son flexibles, una cotización realizada a TERMOFORMADOS OSORNO ubicada en Bogotá cotizó la elaboración de un molde para 30 barras en silicona grado alimenticio por un valor de \$400.000 COP por la elaboración del molde base y \$300.000 COP por el material, el molde base sólo se paga una vez, luego sólo se paga por el material solicitado.

Los precios pueden bajar al ser cotizados en el exterior por importación, pero su tiempo de entrega supera los 2 meses, además algunas empresas solicitan un mínimo de 100 unidades, aunque el coste de estos llegar a los \$1.000USD, que sería un ahorro, siendo 10 veces más económico, pero por una cantidad exagerada de material.

Un factor decisivo es el desmolde, en el caso de los moldes de acero se utiliza papel parafinado, harina o grasa, para facilitar la operación, en el caso de los moldes de silicona no se necesita ninguno de los anteriormente mencionados.

Por las características anteriormente mencionadas se decidió que la mejor opción para realizar los moldes es la silicona, aunque al comienzo su elaboración es más costosa con el tiempo genera beneficios, además al importar los moldes en una cantidad mayor hay posibilidad de recambio o ampliar la capacidad de producción, como también la venta de franquicias o elaboración del producto en diferentes regiones y lugares. Como último cabe mencionar que el uso de impresoras 3D, máquinas CNC y termo formados ha aumentado en el país por lo cual con paso de los años los materiales como la silicona reducirán sus precios en el mercado nacional.

Las bandejas por otra parte son recipientes generalmente cuadrados donde van puestos los moldes, esto dependiendo del tipo de horno que se utilice, generalmente fabricados en aluminio por su ligero peso y excelente conductividad térmica, generalmente su precio oscila alrededor de \$ 25.000COP

- ✓ **Balanza gramera.** Es un elemento de cuidado a la hora de seleccionar equipos, pues tiene que garantizar precisión, sin elevar el costo, su escala de medición debe ser dimensionada a la escala de producción, a continuación, se muestran alternativas de equipos.

Tabla 10. Cotización de balanza gramera

Marca	Precisión g	Capacidad máxima Kg	Precio COP
Texon	50	40	\$ 100.000
Lexus	0,1	6	\$ 1'100.000
Amput	1	10	\$ 390.000
Trumax	1	15	\$ 263.000
Bernalo	1	30	\$ 380.000
Generic China	0,1	0,5	\$ 40.000
Gdealer	1	5	\$ 109.000

Para escoger equipo la precisión juega un papel fundamental, pues un equipo muy preciso es muy costoso y aquellos precisos y económicos no tienen la capacidad de ser utilizados a nivel industrial, un punto intermedio se da con equipos de precisión $\pm 1g$ y capacidad máxima $\geq 5Kg$.

Se determina tener como opción de compra la gramera Trumax por su robustez en construcción, precio razonable y opción de acoplamiento a PC. Lo cual es una inversión a futuro.

Adicionalmente mencionar que todas balanzas cotizadas tienen base de medición en acero inoxidable, aun cuando el alimento no va a estar en contacto directo con la balanza.

- ✓ **Mesa multifunción.** Es la mesa donde se realizan las operaciones de pesaje, mezclado, moldeado y empaclado. Se fabrican bajo medidas específicas, son elaboradas en acero inoxidable, para este apartado se cotizó una mesa de 120cm x 60cm, con entrepaño en acero reforzado, cuyo valor es de \$ 250.000COP
- ✓ **Utensilios.** Son todos los objetos menores necesarios para la elaboración, son facilitadores de operaciones, la mayoría de objetos tienen materiales de fabricación variados, en especial se hizo uso de utensilios de silicona, por las propiedades mencionadas anteriormente.

Tabla 11. Cotización de utensilios

Objeto	Cantidad	Uso	Precio
Taza plástica mediana	5	Pesaje	\$ 10.000
Taza plástica grande	2	Limpieza y desinfección	\$ 3.000
Espátula silicona	3	Pesaje	\$ 30.000
Guantes térmicos	2	Cocción	\$ 25.000
Estante para bandejas	1	Enfriamiento	\$ 150.000
Bandejas metálicas	5	Transporte interno	\$ 30.000

6.4.4.2. Requisitos legales. Un factor clave para empezar una nueva empresa es tener conocimiento claro de las normativas nacionales, sus costos y beneficios.

Registro empresarial. Como primera parte se debe crear la empresa y que esta esté legalmente constituida frente a una organización o cámara de comercio regional; los trámites y gastos se describen a continuación (Portafolio.co, 2016).

- Consultar si el nombre que quiere para su empresa está disponible, y no sea usado por otra empresa ya formalizada. Este trámite se hace buscando en el Registro Único Empresarial y Social (RUES) de las cámaras de comercio en todo el país.
- El representante legal o el encargado de la empresa debe redactar y suscribir ante cámara de comercio los estatutos de la compañía, los cuales regulan las relaciones de los asociados entre sí, y de estos con la sociedad. Estos deben ser, igualmente, autenticados en una notaría, lo cual vale \$3.450 por cada firma y huella.
- Diligenciar el Pre-RUT (Registro Único Tributario), que sirve como 'cédula' provisional de su compañía, mientras sale el RUT. Este trámite, al igual que el primero, es totalmente gratuito.
- Inscripción en el registro, es decir, quedar en los libros comerciales de alguna cámara, pues esta revisa la legalidad de los estatutos presentados anteriormente. Este registro cuesta 0,7 % del valor del capital suscrito en el mismo.
- Cancelar el formulario de Registro Único Empresarial, el cual cuesta \$4.000. Esta es una red nacional de servicios registrales, que integra y centraliza el registro mercantil y el registro de proponentes.
- Pagar los derechos de inscripción y los certificados de existencia (son dos). Los primeros tienen un valor de \$31.000 y los segundos \$8.600 (por ambos).
- Sacar una cuenta bancaria, pues es obligatorio tener una, y se debe llevar un certificado bancario a la Dian, de modo que se tramite el RUT definitivo.

Cuando se tenga este último, debe llevarse a la cámara de comercio respectiva, para que se cambie por el provisional inicial, pues esta es la 'cédula' definitiva de su empresa.

- Expedir la inscripción en los libros de la cámara de comercio. En este sentido, el libro de actas y de accionistas tiene un costo de \$10.300 por cada libro que desee registrar, sin importar el número de hojas.
- Para terminar de formalizar la empresa, es importante tener en cuenta, primero, solicitar ante la Dirección de Impuestos una resolución de facturación, pues sin esta sí se puede contratar, pero no se puede cobrar por servicios prestados al público.
- Se debe registrar la empresa en el Sistema de Seguridad Social, con lo cual la contratación pueda ser un hecho y la compañía comience a producir.

Se determina el coste de registro empresarial con un monto base de \$ 4'000.000 y dos asociados.

- Autenticación en notaría: \$ 6.900
- Registro en cámara de comercio: \$ 28.000
- Formulario de registro: \$ 4.000
- Derecho de inscripción: \$ 31.000
- Certificados de existencia: \$ 8.600
- Inscripción en los libros: \$ 10.300
- **Total: 88.800**

Registro empresarial ante el INVIMA. Se debe solicitar un permiso sanitario y este tendrá una vigencia de tres años, lo cual permite como microempresa fabricar y vender alimentos de consumo humano, en el territorio nacional, exceptuando alimentos de alto riesgo (Presidente de la República de Colombia, 2005). Los trámites se describen a continuación.

- Formulario de solicitud, adoptado por el Invima, debidamente diligenciado y firmado por el microempresario interesado.

- Afirmación bajo la gravedad del juramento, que se entenderá prestado con la firma de la solicitud del permiso, que el interesado es microempresario.
- Certificado de existencia y representación legal o matrícula mercantil, cuando se trate de persona jurídica, o registro mercantil cuando se trate de persona natural.
- Copia del acta de visita en la cual conste el concepto favorable, emitido por la autoridad sanitaria competente.
- Nombre del producto.
- Descripción y composición del producto o productos que se pretenden amparar bajo el permiso sanitario.
- Recibo de pago de los derechos del permiso sanitario.
 - Permiso Sanitario de Alimentos de Mediano Riesgo (Variedades de 1 a 10); valor: \$ 3.854.128 (INVIMA, 2018).

6.4.5. Punto de equilibrio.

6.4.5.1. Determinación de gastos fijos

- Servicios
 - Agua: \$30.000
 - Luz: \$ 25.000
 - Gas: \$ 15.000
- Arriendo: \$ 500.000
- Salarios: \$ 2'250.000

6.4.5.2. Determinación de punto de equilibrio. Para realizar una estimación del punto de equilibrio de este producto, se toma como precio hipotético el valor comercial dado al producto en la evaluación de aceptabilidad.

- Ganancias totales por barra de cereal vendida
 - $\$ 2.500 - \$ 1.278 = \$ 1.222$

Se estima subsanar los gastos en razón de barras de cereal vendidas (BCV) como unidad de medida

- Servicios: $\$ 70.000 \rightarrow \frac{\$ 70.000}{\$ 1.222} = 57,28 \approx 58 \text{ BCV}$
- Arriendo: $\$ 500.000 \rightarrow \frac{\$ 500.000}{\$ 1.222} = 409,16 \approx 410 \text{ BCV}$
- Salarios: $\$ 2'250.000 \rightarrow \frac{\$ 2'250.000}{\$ 1.222} = 1.841,24 \approx 1.842 \text{ BCV}$
- Punto de equilibrio = 2.310 *BCV*

6.4.5.3. Determinación de puesta en marcha de la fábrica de producción

- Adquisición de equipos:
 - Mesa multifunción: \$ 250.000
 - Balanza: \$ 263.000
 - Horno: \$ 500.000
 - Mezcladora: \$ 642.000
 - Moldes de silicona: \$ 2'000.000
 - Utensilios: \$ 248.000
 - **Total: \$ 3'903.000**
- Requisitos legales:
 - Registro mercantil: \$ 88.800
 - Permiso sanitario \$ 3.854.128
 - **Total: \$ 3'942.928**
- Adquisición de materias primas:
 - Producción mensual mínima: 2.310 *BCV*
 - Precio por BC: \$ 1.278
 - **Total: \$ 2'952.180**
- **Total de inversión: \$ 10'798.108**

Adicionalmente se debe renovar el inventario y destinar un porcentaje de ganancias para subsanar la inversión. En caso de haber adquirido un préstamo, dicho porcentaje debe ser mínimo al valor de la cuota asignada por el banco.

6.4.6. Reducción de gastos

6.4.6.1. Reducción de personal. Antes de brindar la opción de generar empleo se debe tener clara la rentabilidad y el mercado para no incurrir en incumplimiento de contratos y/o demandas laborales. Bajo esa conjetura se establece que para empezar con una pyme el primer empleado directo debe ser el propietario, de tal manera que sepa cómo avanza el mercado y a partir de ello cuando su oferta no satisfaga la demanda se vea obligado a contratar para aumentar su producción y dividir labores.

El servicio de un contador es variable, se hace necesario contratar sus servicios cuando la empresa amerite, por ende, se establece que mientras la empresa empieza a generar los suficientes ingresos para pasar a ser régimen común, la contratación de un contador se realiza una vez cada 3 meses con el objetivo de mantener actualizado el libro contable de la empresa.

Esta primera reducción de costos ha generado una disminución mensual de \$2'200.000 hasta cuando la rentabilidad y crecimiento de la empresa supere dicha cifra de ingresos mensuales.

6.4.6.2. Reducción del precio de materias primas. Si las materias primas se compran directamente a proveedores mayoristas los precios de estas disminuyen en factor de la ganancia del distribuidor, la diferencia radica en la necesidad de comprar mayor cantidad de producto por pedido, lo que genera un sobre costo al comienzo, pero un ahorro futuro.

Se ha determinado cómo disminuye el costo de producción de una barra de cereal al conseguir descuentos mayoristas con proveedores especializados.

Tabla 12. Precio de materias primas de compra al por mayor

	Material	Presentación	Precio COP	Transporte COP	Precio total * Kg
Materias primas	Granola	100Kg	\$ 900.000	\$ 10.000	\$ 9.200
	Proteína	25Kg	\$ 875.000	\$ 20.000	\$ 35.800
	Miel	50Kg	\$ 800.000	0	\$ 16.000
	Agua	6Kg	\$ 2.300	0	\$ 384
	Chips Chocolate	400g	\$ 8.000	0	\$ 20.000
	Arándanos	100g	\$ 3.000	0	\$ 30.000

Para poder adquirir materias primas a este valor las empresas solicitan NIT o RUT, se agradece a WKolors por solicitar las cotizaciones como empresa constituida.

Tabla 13. Precio de formulación de barras al por mayor

Base de cálculo: 1000g de R	Original Whey		Chips & Whey		Red & Whey	
Materia prima	Peso (g)	Precio (\$COP)	Peso (g)	Precio (\$COP)	Peso (g)	Precio (\$COP)
Granola	700	\$ 6.440	700	\$ 6.440	700	\$ 6.440
Proteína	300	\$ 10.740	300	\$ 10.740	300	\$ 10.740
Miel	200	\$ 3.200	200	\$ 3.200	200	\$ 3.200
Agua	300	\$ 120	300	\$ 120	300	\$ 120
Chips Chocolate	0	0	100	\$ 2.000	0	0
Arándanos	0	0	0	0	200	\$ 6.000
Total	1.500	\$ 20.500	1.600	\$ 22.500	1.700	\$ 26.500
Peso/Porciones	50	\$ 690*	50	\$ 710*	50	\$ 780*
Cantidad de porciones	30		32		34	

*Valor de porción basado en un aumento mínimo de sobre costo para completar al entero base 10 más cercano.

Dado que el valor en el mercado fue aceptado a un precio de \$ 2.500 por unidad, este se mantiene al mismo valor, pero aumenta su margen de ganancias.

- Costo promedio de barra: \$ 730
- Costo de empaque: \$ 221
- Costo total: \$ 950
- Ganancia por barra vendida: \$ 2.500 – \$ 950 = \$ 1.550
- Porcentaje de ganancia: $\frac{\text{Ganancia}}{\text{Precio de venta}} * 100 \rightarrow \frac{1.550}{2.500} * 100 = 62\%$

6.4.7. Determinación del nuevo punto de equilibrio.

- Servicios: $\$ 70.000 \rightarrow \frac{\$ 70.000}{\$ 1.550} = 45,16 \approx 46 \text{ BCV}$
- Arriendo: $\$ 500.000 \rightarrow \frac{\$ 500.000}{\$ 1.550} = 322,58 \approx 323 \text{ BCV}$
- Punto de equilibrio = 369 BCV

Luego de ventas esta cantidad de barras se generan en promedio ingresos de \$ 1.550 por barra de cereal vendida

7. CONCLUSIONES

- Al probar las diferentes formulaciones para la elaboración de una barra de cereal enriquecida con proteína de suero, se estableció que la mejor o más aceptada es aquella que contiene relación cereal proteína de 70/30 (**R70/30**), 20% de miel (**M20**), 30% de agua (**A30**), y cocida en horno a 180°C por 5min (**T5**).
- El uso de 3 tipos de evaluación sensorial diferentes, pero relacionados entre sí, genera realmente un resultado real; evitando los errores de falsas preferencias, jueces no calificados, respuestas aleatorias, entre otros. Pasando por la etapa de filtro (selección de jueces por su perfil sensorial), preferencia (entre un número más reducido de muestras) y finalmente aceptación (la posibilidad de adquirir el producto dado un precio en el mercado).
- Conclusión pendiente: resultado de pruebas de laboratorio y clasificación de la barra de proteína en una categoría de los alimentos enriquecidos con proteína.
- El precio propuesto en el mercado fue aceptado por el consumidor, lo cual permite a la barra ser un producto con un margen de ganancias moderado del 62% sobre el valor de venta, siendo un producto rentable y de fácil producción. Puede ser un producto complementario en la industria panadera.
- Las barras de cereal enriquecidas con proteína de suero realmente son un producto viable empresarialmente, como emprendimiento, creando un producto con características funcionales poco vistas con sus competidores directos que son las barras de cereal tradicional, o beneficios económicos con sus competidores indirectos que son las barras de proteína.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios sobre las propiedades espumantes de la proteína de suero, que en este proyecto debían ser evitadas; como en la elaboración de tortas, cupcakes y pancakes instantáneos.
- Se recomienda para futuras investigaciones realizar los 3 pasos para una evaluación sensorial real, establecidos en esta investigación, Filtro, preferencia y aceptabilidad, así evitar incurrir en los errores de falsas percepciones y conceptos confundidos y/o mezclados.
- Se recomienda para continuar este proyecto, evaluar el uso de recubrimientos para evitar la pérdida de humedad en este producto, puede ser como alternativa recubrimiento con chocolate bajo en grasa, glicerina tipo alimenticio, o algún film o recubrimiento comestible elaborado de fibra vegetal.
- Se recomienda mejorar el tipo de empaque secundario a uno que no utilice ningún tipo de plástico, esto en conjunto con profesionales en el área, puede ser como alternativa, cajas de cartón corrugado, papel de alta densidad, entre otros.
- Se recomienda realizar estudios de viabilidad en alimentación de población vulnerable, como una fuente de proteína económica que no necesita cocción, como parte del plan alimenticio para dichas personas, o como donativos, pues puede ser una fuente de alimentación a futuro que se consume de inmediato y aporta los nutrientes necesarios para una alimentación saludable.
- Se recomienda seguir investigando en este tipo de productos, uso de materias primas alternativas o productos autóctonos, también estudiar el uso de subproductos comestibles de otras industrias para elaborar barras de bajo costo.

9. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Alumina®. (2018). Papel parafinado. Recuperado 6 de mayo de 2018, a partir de <http://www.alumina.com.co/producto/papel-parafinado/>
- Angulo, O., & O'Mahony, M. (2009). Las Pruebas De Preferencia En Alimentos Son Más Complejas De Lo Imaginado. *Interciencia*, 34(3), 177-181. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911542006.pdf>
- Azuara Nieto, E., & Beristain Guevara, C. I. (2007). Estudio termodinamico y cinetico de la adsorcion de agua en proteina de suero de leche. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(3), 359-365.
- Belasco, W. J. (2014). *Appetite for Change: How the Counterculture Took On the Food Industry*. Cornell University Press. <https://doi.org/10.1093/es/khn110>
- Besednjak, A. (2005). *Materiales Compuestos*. UPC, S.L., Edicions. Recuperado a partir de <https://books.google.com/books?id=gMSg5rURr6sC&pgis=1>
- Borjas Mendoza, G. M. (2012). Desarrollo de una barra de cereal con miel y polen destinada para el mercado infantil Desarrollo de una barra de cereal con miel y polen destinada para el mercado infantil. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.
- Borro Muentes, F. (2001). Estudio de la Eficacia de los Aglutinantes en la disolución del Metronidazol Tabletas 250 mg. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas.
- Bower, J. A. (2013). Statistical Methods for Food Science: Introductory procedures for the food practioner. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(4), 861. Recuperado a partir de <https://books.google.co.uk/books?id=UJsfhMVU-3gC&pg=PT270&lpg=PT270&dq=understanding+average+weight+and+minimum+weight+food+manufacturers&source>
- Bower, J. A., & Whitten, R. (2000). Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*, 15(3), 327-345. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2000.tb00274.x>
- Bruce, S., & Crawford, B. (1995). *Cerealizing America : the unsweetened story of American breakfast cereal*.
- Bulut Solak, B., & Akin, N. (2012). *Functionality of Whey Protein*. *International Journal of Health & Nutrition* (Vol. 3).

- Camelo López, A. F. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado*. FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s04.htm>
- Childs, J. L., Yates, M. D., & Drake, M. A. (2007). Sensory properties of meal replacement bars and beverages made from whey and soy proteins. *Journal of Food Science*, 72(6), S425-S434. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00429.x>
- Coral Monzón, Edinson Juan ; Rashta Rivas, W. E. (2012). Elaboración de granola en barra a base de trigo enriquecido con Quinoa Pop (*Chenopodium quinoa*), Kiwicha Pop (*Amaranthus caudatus*) y granos de Chia (*Salvia hispánica*). *Trabajo de grado (Ingeniero Agroindustrial)*, 1-40. Recuperado a partir de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2628/30736.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Darini, C. A. (2015). Aprende a calcular los costos de producción de tu empresa. Recuperado 21 de marzo de 2018, a partir de <http://destinonegocio.com/co/economia-co/aprende-a-calcular-los-costos-de-produccion-de-tu-empresa/>
- Demirkol, E., Erdogdu, F., & Koray Palazoglu, T. (2006). A numerical approach with variable temperature boundary conditions to determine the effective heat transfer coefficient values during baking of cookies. *Journal of Food Process Engineering*, 29(5), 478-497. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2006.00074.x>
- Dinero.com. (2014, octubre). El Top 20 de los snacks más consumidos por los colombianos. Recuperado a partir de <http://www.dinero.com/pais/articulo/encuesta-sobre-consumo-snacks-colombia/202496>
- Domínguez, W. (2000). Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso.
- Eilam, E., & Chikofsky, E. J. (2005). *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*. Wiley. Recuperado a partir de <http://books.google.ie/books/about/Reversing.html?id=WaNQAAAAMAAJ&pgis=1>
- El-Magoli, S. B., Laroia, S., & Hansen, P. M. T. (1996). Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science*, 42(2), 179-193. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00032-1)
- emprendepyme.net. (2016). Definición del punto de equilibrio. Recuperado a partir de <https://www.emprendepyme.net/que-es-el-punto-de-equilibrio.html>

- Escobar, B., Estévez, A. M., Vásquez, M., Castillo, E., & Araya, E. (1992). Aporte calórico-proteico de barras tipo snack elaboradas con cereales y maní. *Alimentos*, 17(3), 5-10.
- Escobar, B., Estévez, A. M., Vásquez, M., Castillo, E., & Yañez, E. (1994). Barras de cereales maní y amaranto dilatado; composición química y estabilidad en almacenamiento acelerado. *Arch. latinoam. nutr*, 44(1), 36-40.
- Estevez, A. M., Escobar, B., & Vasquez, E. (1995). Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability. *Plant Foods for Human Nutrition*, 47(4), 309-317.
- Ferreira, V., Martín, F., María Silvia, G., Nestor, P., M, O. C., V, A., ... A, F. (2009). Estudio de la Aceptabilidad en Escolares de Barras de Cereales Formuladas con Ovoalbúmina , Aceite de Soja y Miel Study of School Children ' s Acceptability of Cereal Bars Formulated with. *Diaeta (B. Aires)*, 27(January), 18-25.
- Figurska, M., Stańczyk, M., & Kulesza, K. (2008). Humans cannot consciously generate random numbers sequences: Polemic study. *Medical Hypotheses*, 70(1), 182-185. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2007.06.038>
- Foegeding, E. A., Luck, P., & Vardhanabhati, B. (2011). *Whey Protein Products. Encyclopedia of Dairy Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00350-2>
- Freitas, D. G. C., & Moretti, R. H. (2006). Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. scielo . <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200014>
- Frestedt, J. L., Zenk, J. L., Kuskowski, M. A., Ward, L. S., & Bastian, E. D. (2008). A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: A randomized human clinical study. *Nutrition and Metabolism*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-5-8>
- Galiotta, G., Harte, F., Molinari, D., Capdevielle, R., & Diano, W. (2005). Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2), 117-123.
- García Soler, M. J. (2001). *El arte de comer en la antigua Grecia*. Editorial Biblioteca Nueva, S.L. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=Q6vgAAAAMAAJ>
- Gómez Palomares, B. I. (2012). Optimización de la formulación de una barra nutritiva mezcla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y avena (*Avena sativa*).

- Graham, S. (1837). *A Treatise on Bread and Bread-making*. Andrews McMeel Publishing.
- Greenbaum, H., & Rubinstein, D. (2012, marzo 22). Who Made That Granola? *New York Times*, 1. Recuperado a partir de <http://www.nytimes.com/2012/03/25/magazine/who-made-that-granola.html>
- Hernández Rojas, M., & Vélez Ruiz, J. F. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(2), 13-22.
- Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein - Which is best? *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(3), 118-130. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3905294/>
- Hotchkiss, J. H. (1988). An overview of food and food packaging interactions. En *Food and Packaging Interactions* (pp. 1–10). ACS Publications. Recuperado a partir de <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-1988-0365.ch001>
- Icontec. Guía técnica Colombiana GTC 165, Análisis sensorial. Metodología. Guía general § (1996).
- Icontec. Norma técnica Colombiana NTC 3749, Industrias alimentarias. Productos de molinería. Cereales listos para el desayuno. § (1997). Recuperado a partir de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC3749.pdf>
- Icontec. Norma técnica Colombiana NTC 5098, Productos lácteos. Suero en polvo § (2002).
- Icontec. Guía técnica Colombiana GTC 85, Guía de limpieza y desinfección para plantas de alimentos § (2003).
- Icontec. Norma técnica Colombiana NTC 1273, Miel de abejas § (2007). Recuperado a partir de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1273.pdf>
- Icontec. Norma técnica Colombiana NTC 3930, Análisis sensorial. Metodología. Ordenamiento de acuerdo con un criterio específico (ranking) § (2015).
- Iñarritu, M. D. C., & Vega Franco, L. (2001). Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista Mexicana de pediatría*, 68(1), 8-12. Recuperado a partir de <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2001/sp011c.pdf>
- Iñarritu, M. del C., & Vega Franco, L. (2001). Las barras de cereal como alimento funcional en los niños. *Revista Mexicana de pediatría*, 68(1), 8-12.

- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2005). *Tabla de composición de alimentos colombianos*.
- INVIMA. (2018). Tarifas vigentes 2018. Recuperado a partir de <https://www.invima.gov.co/tramites-y-servicios/tarifas.html>
- LaRepublica.co. (2017, noviembre 1). Grupo Nutresa y Kellogg tienen 58% del negocio de barras de cereal. Recuperado a partir de <https://www.larepublica.co/empresas/nutresa-y-kellogg-tienen-58-del-negocio-de-barras-de-cereal-2565150>
- Laursen, I., Briand, P., & Lykkesfeldt, A. E. (1990). Serum Albumin as a modulator on growth of the human breast cancer cell line, MCF-7. *Anticancer research*, 10(2A), 343-352.
- Lozano Garzón, R. (2017, septiembre 11). Crece «apetito» por los alimentos saludables. *Periódico El Tiempo*. Recuperado a partir de <http://www.eltiempo.com/economia/empresas/aumenta-demanda-por-alimentos-saludables-35579>
- Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative medicine review : a journal of clinical therapeutic*, 9(2), 136-156.
- Martelo Agamez, M. E., & Urzola Gulfo, V. J. (2011). Desarrollo de una barra de cereales (avena (*Avena sativa*), arroz inflado (*Oryza sativa*), y trigo (*Triticum aestivum*)), con coco (*Cocos nucifera*) y uvas pasa (*Vitis vinifera*), enriquecida con ácido fólico, calcio y hierro. Universidad de Cartagena.
- McGee, H., McInerney, J., & Harrus, A. (1999). The virtual cook: Modeling heat transfer in the kitchen. *Physics Today*, 52(11), 30-36. <https://doi.org/10.1063/1.882728>
- Medina Herrera, M. D. (2006a). *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)*. ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA,. Recuperado a partir de <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/741>
- Medina Herrera, M. D. (2006b). Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*), 1-51. Recuperado a partir de <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/741>
- Ministerio de Agroindustria (AR). (s. f.). *Información Nutricional Miel*. Recuperado a partir de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Informacion_Nutricional.pdf

- Ministerio de Salud de Colombia. Decreto 1944 de 1996, Por el cual se reglamenta la fortificación de la harina de trigo y se establecen las condiciones de comercialización, rotulado, vigilancia y control. § (1996).
- Ministerio de Salud de Colombia. Resolución 2674 de 2013, Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones § (2013).
- NASA. (2017). *Space Food Bars Will Keep Orion Weight Off and Crew Weight On*. Recuperado a partir de <https://www.nasa.gov/feature/space-food-bars-will-keep-orion-weight-off-and-crew-weight-on>
- National Institute of Standards and Technology. (2015). Page Test. *Statistical Engineering Division*. Recuperado a partir de <https://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman1/auxillar/page.htm>
- New World Encyclopedia contributors. (2015). Reverse engineering.
- Ocampo, A. M. (2018). El lactosuero: una opción integral y rentable para la industria. Recuperado 28 de mayo de 2018, a partir de <https://revistaalimentos.com/blog/quimicaaromatica/lactosuero-una-opcion-integral-rentable-la-industria/>
- Ochoa, V., & Liseth, K. (2013). Formulación de barras nutritivas comestibles con base de okara y avena, fortificadas con hierro aminoquelado en Patulul, Suchitepéquez. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Olivera C, M., Ferreyra D, V., Giacomino M, S., Curia C, A., Pellegrino G, N., Fournier U, M., & Apro C, N. (2012a). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 18-25. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>
- Olivera C, M., Ferreyra D, V., Giacomino M, S., Curia C, A., Pellegrino G, N., Fournier U, M., & Apro C, N. (2012b). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*. scielocl. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 62(1), 4967-4982. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915377021>
- Perez, C. (2016). La guía que necesitas para comprar la batidora amasadora perfecta. Recuperado 1 de mayo de 2018, a partir de <https://cocinillas.lespanol.com/2016/10/comprar-una-batidora-amasadora-guia-definitiva/>

- Perez Gago, M. B., Serra, M., & Del Río, M. A. (2006). Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.08.002>
- Portafolio.co. (2016). Diez pasos clave a la hora de constituir, formalizar y crear empresa. Recuperado 3 de junio de 2018, a partir de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/el-precio-de-registrar-una-marca-o-empresa-en-colombia-499971>
- Presidente de la república de Colombia. Decreto 3075 de 1997, Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones § (1997).
- Presidente de la República de Colombia. (2005). Decreto No. 4444 de 2005. *Por el cual se reglamenta el régimen de permiso sanitario para la fabricación y venta de alimentos elaborados por microempresarios*. Recuperado a partir de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18350#0>
- Quitral, V., Atalah, E., Jara, M. F., Echeverría, F., Vivanco, J. P., & López, X. (2016). Estudio de aceptabilidad y saciedad de barritas de cereal altas en fibra dietética en escolares de una escuela rural de Chile Acceptability and society study of cereal bars high in dietetic fiber in schoolage children of a Chilean rural school. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 68-74. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100010>
- Real Academia Española. (2017). Aglutinar. *Diccionario de la lengua española (23.a ed.)*. Recuperado a partir de <http://dle.rae.es/?id=15gXTrI>
- Robertson, G. L. (2006). *Food Packaging: Principles and Practice*. *IFLA Journal* (Vol. 32). CRC Press. <https://doi.org/10.1177/0340035206070163>
- Ross-Nazzal, J. (2001). "From Farm to Fork": How space food standards impacted the food industry and changed food safety standards. *Societal Impact of Spaceflight*, 219-236. Recuperado a partir de <http://www.history.nasa.gov/sp4801-chapter12.pdf>
- Ruiz Valenzuela, C. E. (2008). Elaboración de una barra nutracéutica y diseño de proceso para su producción a pequeña escala. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sánchez Pineda de las Infantas, M. T. (2003). *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. A. Madrid Vicente. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=PxrIhy9UbZkC>
- Santos, C. T., Bonomo, R. F., Da Costa Ilhéu Fontan, R., Bonomo, P., Veloso, C.

- M., & Fontan, G. C. R. (2011). Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. *Acta Scientiarum - Technology*, 33(1), 81-85. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i1.6425>
- Schwarz, R. W. (1965). *John Harvey Kellogg; American Health Reformer*. Review and Herald Pub. Association. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=-UuBq4I-9BQC>
- Serna-Cock, L., Angulo-López, J. E., & Ayala-Aponte, Y. A. A. (2015). Barras de cereal como matriz sólida para la incorporación de microorganismos probióticos. *Información Tecnológica*, 26(2), 29-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200005>
- Silva, E. P. D., Siqueira, H. H., Damiani, C., & Vilas Boas, E. V. D. B. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jerivá flour (*Syagrus romanzoffiana*). *Food Science and Technology*, 36(3), 1-5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.08115>
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2008). *Introduction to Food Engineering* (4.^a ed.). Elsevier Science. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=jebJgWHADi4C>
- Tetrapak. (s. f.). Proteína aislada de suero (whey protein isolate, WPI). Recuperado 7 de marzo de 2018, a partir de <https://www.tetrapak.com/co/findbyfood/whey-powder/whey-protein-isolate-wpi>
- Vigo, M., Mallozzi, L., Drago, S. R., Walz, F., & Martinelli, M. (2016). *Formulación y evaluación sensorial de barras de cereales con alto contenido en polidextrosa y su relación con el IMC y el sexo*. *Diaeta* (Vol. 34). AADYND. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372016000400007
- Which? (2012). *Are 30% sugar cereal bars really a substitute for breakfast?* United Kingdom. Recuperado a partir de <https://conversation.which.co.uk/food-drink/cereal-bars-health-breakfast-snack-sugar-fat/>
- Zeledón, N. D. (2015, mayo 8). Granola, el cereal rebelde. *La Nación*. Recuperado a partir de <https://www.nacion.com/viva/entretenimiento/granola-el-cereal-rebelde/EFICVWGHXRHNFGVXLNTZK7YXVU/story/>
- Zhou, P., Guo, M., Liu, D., Liu, X., & Labuza, T. P. (2013). Maillard-Reaction-Induced modification and aggregation of proteins and hardening of texture in protein bar model systems. *Journal of Food Science*, 78(3). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12061>

10. ANEXOS

10.1. ANEXOS DE MATERIAS PRIMAS (A)

Anexo A 1. Ficha técnica granola

GRANOLA		Ficha técnica A 1
Marca	Referencia	Precio
El Hidalgo	Tradicional	\$ 5.500 (0,5Kg)
		<p>GRANOLA INTEGRAL</p> <p>“El desayuno ideal”</p> <p>Ingredientes: Hojuelas de maíz, Cebada, Avena, Melado, Maní, Uvas pasas, Coco, Ajonjolí, Extracto de fruta</p>
Permiso sanitario INVIMA PS-2011-0001542		

Anexo A 2. Ficha técnica proteína de suero

100% Whey Protein Concentrate AR		Ficha técnica A 2																														
Marca	Referencia	Precio																														
Arla Foods	Lacprodan® 80 Instant	\$ 50.000 (1Kg)																														
		<p>Nutrition Facts</p> <p>33.3 servings per container</p> <p>Serving size (30g)</p> <p>Amount Per Serving</p> <p>Calories 119</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>% Daily Values*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total Fat 2g</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Saturated Fat 2g</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Trans Fat 0g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cholesterol 23mg</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Sodium 99mg</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Total Carbohydrate 2g</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Dietary Fiber 0g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Total Sugars 1g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Includes 0g Added Sugars</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Protein 23g</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td>Vitamin D 0.8mcg</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Calcium 195mg</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Iron 0.36mg</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Potassium 235mg</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.</small></p>		% Daily Values*	Total Fat 2g	3%	Saturated Fat 2g	10%	Trans Fat 0g		Cholesterol 23mg	8%	Sodium 99mg	4%	Total Carbohydrate 2g	1%	Dietary Fiber 0g	0%	Total Sugars 1g		Includes 0g Added Sugars	0%	Protein 23g	46%	Vitamin D 0.8mcg	4%	Calcium 195mg	15%	Iron 0.36mg	2%	Potassium 235mg	4%
	% Daily Values*																															
Total Fat 2g	3%																															
Saturated Fat 2g	10%																															
Trans Fat 0g																																
Cholesterol 23mg	8%																															
Sodium 99mg	4%																															
Total Carbohydrate 2g	1%																															
Dietary Fiber 0g	0%																															
Total Sugars 1g																																
Includes 0g Added Sugars	0%																															
Protein 23g	46%																															
Vitamin D 0.8mcg	4%																															
Calcium 195mg	15%																															
Iron 0.36mg	2%																															
Potassium 235mg	4%																															
Registro sanitario INVIMA RSA-002538-2016																																

Anexo A 3. Ficha técnica miel

MIEL		Ficha técnica A 3
Marca	Referencia	Precio
El Dorado S.A.S.	La Abeja Real	\$ 7.000 (0.25Kg)
		<p>Industrialmente se usa como edulcorante en panaderías y reposterías. El color, aroma, sabor, y espesor varía según el clima y la flora donde se encuentren los apiarios. Su cristalización es prueba de calidad y pureza.</p>
Certificado de no obligatoriedad número 201600664		

Anexo A 4. Ficha técnica agua potable

AGUA POTABLE		Ficha técnica A 4
Marca	Referencia	Precio
Postobón®	Cristal®	\$ 2.000 (1Litro)
		<p>Cristal es el agua embotellada más vendida en Colombia. Reconocida por ser el agua de vida que refresca los mejores momentos, que inspira a elegir lo mejor para la vida.</p>
Registro sanitario INVIMA RSAA19I01699		

10.2. ANEXOS DE EQUIPOS (B)

Anexo B 1. Ficha técnica gramera

GRAMERA		Ficha técnica B 1
Marca	Referencia	Precio
Trúmax	Fenix 15Kg	\$ 263.000
		<ul style="list-style-type: none"> • Precisión: 1g • Capacidad: 15Kg • Plato en acero inoxidable • Display de cristal líquido (LCD) • Alimentación con adaptador AC/DC • Duración de la batería: 30 horas de autonomía

Anexo B 2. Ficha técnica batidora

BATIDORA		Ficha técnica B 2
Marca	Referencia	Precio
Cuisinart	SM-50BK	\$ 890.000
		<ul style="list-style-type: none"> • Large 5.5-Quart, stainless steel bowl • Powerful 500-watt motor handles the heaviest mixing tasks with 12 speeds for precision mixing • Tilt-back head allows easy access to the mixing bowl • Die-cast metal construction • 12 speeds for precision mixing

Anexo B 3. Ficha técnica horno

HORNO		Ficha técnica B 3
Marca	Referencia	Precio
National - COL	3 Bandejas	\$ 800.000
		<ul style="list-style-type: none"> • Exterior en acero • 3 cámaras de cocción • Aire seco • Fuente a gas • Regulador de llama • Puertas con vidrio

Anexo B 4. Moldes de silicona

MOLDES		Ficha técnica B 4
Marca	Referencia	Precio
Tesco [®]	Della Casa	\$ 200.000
		<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado de excelente silicona resistente al calor • Adecuado para todo tipo de hornos incluido microondas; apto para lavavajillas • Medidas: 10 x 14 x 2,5 cm

10.3. ANEXOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Anexo C 1. Formato físico de prueba de ordenamiento

Prueba de ordenamiento de "Dureza"																			
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">Gracias por participar en esta encuesta</p> <p style="font-size: 0.9em; margin: 5px 0 0 40px;">Ahora haces parte del proyecto titulado:</p> <p style="font-size: 1.1em; margin: 10px 0 0 40px;">DESARROLLO DE UNA BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE SUERO</p> <p style="font-size: 1.0em; margin: 10px 0 0 40px;">Ingeniería de Alimentos Universidad de Pamplona</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 10px 0 0 40px;">Definición: Dureza es la fuerza necesaria para deformar el alimento.</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 10px 0 0 40px;">Evaluación: Tome la muestra y colóquela entre los molares, presione levemente y estime la magnitud de la fuerza necesaria para comprimirlo totalmente. Compare los resultados con las demás muestras.</p>																			
INFORMACIÓN DE CONTACTO																			
NOMBRE		CARRERA		TELÉFONO															
PREGUNTAS DE CONTROL																			
¿CUÁL ES SU SEXO?		¿ES USTED VEGETARIANO?		¿HACE USTED EJERCICIO?															
Masculino	Femenino	Sí	No	Sí	No														
¿CONOCE LAS BARRAS DE PROTEÍNA?		¿TOMA ALGÚN SUPLEMENTO "WHEY"?		¿CUÁL MUESTRA LE PARECIÓ MEJOR?															
Sí	No	Sí	No																
PRUEBA DE ORDENAMIENTO: DUREZA																			
<p style="font-size: 0.9em;">Frente a usted se encuentran 5 muestras ordenadas de manera aleatoria.</p> <p style="font-size: 0.9em;">El objetivo de esta prueba es que usted ordene de menor a mayor las muestras según el grado de dureza, así:</p> <p style="font-size: 0.9em; margin-left: 40px;">1 es el más blando y 5 el más duro</p>				<table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="font-size: 0.8em;">Blando</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">1</td> <td style="width: 50px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">2</td> <td style="width: 50px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">3</td> <td style="width: 50px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">4</td> <td style="width: 50px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">5</td> <td style="width: 50px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="font-size: 0.8em;">Duro</th> </tr> </tbody> </table>		Blando		1		2		3		4		5		Duro	
Blando																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
Duro																			

Prueba de ordenamiento de "Dureza"																																					
<p style="text-align: center;">Bienvenido</p> <p style="text-align: center;">Gracias por participar en esta encuesta</p> <p style="text-align: center;">Ahora haces parte del proyecto titulado:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE UNA BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE SUERO</p> <p style="text-align: center;">Ingeniería de Alimentos Universidad de Pamplona</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> Sig. </div> <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <p style="text-align: center; font-size: small;">Desarrollado por SurveyMonkey Ve lo fácil que es crear una encuesta.</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Política de privacidad y cookies</p>	<p style="text-align: center;">Información general</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Preguntas de control</p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold;">¿Cuál es su sexo?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> Femenino <input type="radio"/> Masculino </p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold;">¿Es usted vegetariano?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No </p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold;">¿Hace usted deporte?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No </p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold;">¿Conoce usted las barras de proteína?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No </p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold;">¿Toma algún suplemento "Whey"?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No </p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Ant. Sig. </div>																																				
<p style="text-align: center;">Prueba de ordenamiento: Dureza</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Frente a usted se encuentran 5 muestras ordenadas de manera aleatoria.</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">El objetivo de esta prueba es que usted ordene de menor a mayor las 5 muestras según el grado de dureza, así:</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Muestras más blanda 1-----2-----3-----4-----5 Muestra más dura</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Definición: Dureza es la fuerza necesaria para deformar el alimento.</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Evaluación: Tome la muestra y colóquela entre los molares, presione levemente y estime la magnitud de la fuerza necesaria para comprimirlo totalmente. Compare los resultados con las demás muestras.</p> <p style="color: #28a745; font-weight: bold; margin-top: 10px;">Ordene según el grado de dureza</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 10%;">3</th> <th style="width: 10%;">4</th> <th style="width: 10%;">5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <td style="width: 10%;">872</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>742</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <td>820</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>392</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <td>233</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="color: #28a745; font-weight: bold; margin-top: 10px;">¿Cuál de las muestras evaluadas prefiere?</p> <p style="font-size: x-small;"> <input type="radio"/> 392 <input type="radio"/> 742 <input type="radio"/> 820 <input type="radio"/> 233 <input type="radio"/> 872 </p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Ant. Listo </div> <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Desarrollado por SurveyMonkey Ve lo fácil que es crear una encuesta.</p>			1	2	3	4	5	872	<input type="radio"/>	742	<input type="radio"/>	820	<input type="radio"/>	392	<input type="radio"/>	233	<input type="radio"/>																				
	1	2	3	4	5																																
872	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																
742	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																
820	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																
392	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																
233	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																

Anexo C 3. Formato de preferencia (Lógico-sensorial)

Prueba de preferencia (Exterior)													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #d9ead3; text-align: center; padding: 5px;">PRUEBA DE PREFERENCIA</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 10px; text-align: center;"> Frente a usted se encuentran 2 muestras, cada una corresponde a una formulación diferente, pruebe ambas muestras y escriba cuál prefiere </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">No preferencia</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 10px; border: 1px dashed black;"> Al terminar esta prueba por favor rompa el adhesivo que se encuentra al costado y continúe al respaldo de esta hoja </td> </tr> </table>	PRUEBA DE PREFERENCIA		Frente a usted se encuentran 2 muestras, cada una corresponde a una formulación diferente, pruebe ambas muestras y escriba cuál prefiere			No preferencia	Al terminar esta prueba por favor rompa el adhesivo que se encuentra al costado y continúe al respaldo de esta hoja		<p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Gracias (Nombre del juez)</p> <p style="text-align: center;">Has sido seleccionada para participar en la segunda evaluación del proyecto titulado:</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.1em;">DESARROLLO DE UNA BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE SUERO</p> <p style="text-align: center;">Fuiste escogida por tus excelentes habilidades de percepción sensorial</p> <p style="text-align: center;">Ingeniería de Alimentos Universidad de Pamplona</p>				
PRUEBA DE PREFERENCIA													
Frente a usted se encuentran 2 muestras, cada una corresponde a una formulación diferente, pruebe ambas muestras y escriba cuál prefiere													
	No preferencia												
Al terminar esta prueba por favor rompa el adhesivo que se encuentra al costado y continúe al respaldo de esta hoja													
Prueba de preferencia (Interior)													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="padding: 10px; text-align: center;"> Tenga en cuenta esta información para responder la siguiente pregunta </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 10px;"> 471 30% Proteína </td> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 10px;"> 736 40% Proteína </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 10px; text-align: center;"> ¿Cambiaría su respuesta anterior a partir de esta información? </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">Sí</td> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">No</td> </tr> </table>	Tenga en cuenta esta información para responder la siguiente pregunta		471 30% Proteína	736 40% Proteína	¿Cambiaría su respuesta anterior a partir de esta información?		Sí	No	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">¿Le gustaría modificar alguna característica de las barras?</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">¿Le gustaría agregar otro componente?</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	¿Le gustaría modificar alguna característica de las barras?		¿Le gustaría agregar otro componente?	
Tenga en cuenta esta información para responder la siguiente pregunta													
471 30% Proteína	736 40% Proteína												
¿Cambiaría su respuesta anterior a partir de esta información?													
Sí	No												
¿Le gustaría modificar alguna característica de las barras?													
¿Le gustaría agregar otro componente?													

Prueba de aceptación	
<p>Bienvenido</p> <p>Gracias por participar en esta encuesta</p> <p>Ahora haces parte del proyecto titulado:</p> <p>DESARROLLO DE UNA BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE SUERO</p> <p>Ingeniería de Alimentos Universidad de Pamplona</p> <p>Sig.</p> <p>Desarrollado por  SurveyMonkey Ve lo fácil que es crear una encuesta.</p> <p>Política de privacidad y cookies</p>	<p>Información general</p> <p>Preguntas de control</p> <p>* Nombre: <input type="text"/></p> <p>* ¿Cuál es su sexo? <input type="radio"/> Femenino <input type="radio"/> Masculino</p> <p>* ¿Es usted vegetariano? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>* ¿Hace usted deporte? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>* ¿Conoce usted las barras de proteína? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>* ¿Toma algún suplemento "Whey"? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>Ant. Sig.</p>
<p>Descripción del producto</p> <p>El producto a evaluar es una barra de cereal enriquecida con proteína de suero elaborada con hojuelas de maíz, cebada, avena, melado, maní, uvas pasas, coco, ajonjolí, almendra, extracto de fruta, endulzada con miel orgánica (Mielato de roble) del municipio de Enciso (Santander) tiene un peso de 50g su valor comercial se encuentra alrededor de los \$2.500</p> <p>Con base a esta información responder las siguientes preguntas</p> <p>* ¿Estaría dispuesto usted a comprarlo por este valor? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>* Califique según su impresión global del producto ☆ ☆ ☆ ☆ ☆</p> <p>* Con qué frecuencia consumiría el producto <input type="radio"/> Diariamente <input type="radio"/> Algunas veces en la semana <input type="radio"/> Semanalmente (al menos una vez) <input type="radio"/> Algunas veces en el mes <input type="radio"/> Pocas veces en el mes <input type="radio"/> Nunca</p> <p>* Describa brevemente su impresión del producto <input type="text"/></p> <p>Ant. Listo</p>	