



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**



**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA**

---

## **ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSTRE CON BASE A OKARA**

**INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTA:  
HERAS GÓMEZ DIANA ELIZABETH**

**ASESOR INTERNO: MC HERMILO SÁNCHEZ PINEDA  
ASESOR EXTERNO: MC YOJA TERESA GALLARDO NAVARRO**

México, D.F., Junio de 2008

## Índice

		Página
1	Resumen.....	1
2	Introducción.....	2
3	Marco teórico.....	2
3.1	Gomitas.....	2
3.1.1	Grenetina.....	3
3.1.2	Gomas, agentes gelificantes o hidrocoloides.....	5
3.1.2.1	Almidón.....	5
3.1.2.1.1	La cocción del almidón.....	6
3.1.2.1.2	El uso del almidón en confitería.....	6
3.1.2.2	Goma guar.....	6
3.1.2.3	Pectina.....	6
3.1.2.4	Goma xantana.....	7
3.1.2.5	Goma acacia (goma arábica).....	7
3.1.3	Formulación.....	7
3.1.4	Preparación.....	8
3.2	Arroz con leche.....	8
3.2.1	Formulación.....	9
3.2.2	Preparación.....	10
3.3	Okara .....	10
3.3.1	Obtención de okara.....	10
3.3.2	Composición de okara.....	11
3.4	Antecedentes.....	12
4	Justificación.....	13
5	Objetivos.....	13
6	Metodología .....	13
6.1	Material y equipo.....	13
6.2	Formulaciones.....	14
6.3	Métodos .....	15
6.4	Desarrollo experimental.....	17
7	Análisis y discusión de resultados .....	20
7.1	Arroz con leche.....	20
7.2	Gomitas .....	25

8	Conclusiones.....	31
9	Recomendaciones para futuros trabajos.....	31
10	Bibliografía.....	32

### **Anexos**

- Anexos 1
- Anexos 2
- Anexos 3
- Anexos 4
- Anexos 5
- Anexos 6

### **Índice de Cuadros**

	Página
Cuadro 1. Composición nutrimental del arroz (100g) .....	9
Cuadro 2. Composición nutrimental de la leche (100 g) .....	9
Cuadro 3. Composición y contenido nutrimental para 100 g de okara .....	12
Cuadro 4. Formulación base para la elaboración de arroz con leche.....	14
Cuadro 5. Formulación base para la elaboración de gomitas.....	15
Cuadro 6. Información nutrimental de la okara por cada 100 g.....	17
Cuadro 7. Formulaciones de arroz y okara para el desarrollo de arroz con leche y okara.....	21
Cuadro 8. Valor nutrimental calculado de arroz con leche por cada 100 g....	24
Cuadro 9. Ingredientes esenciales para la formulación de gomitas con okara.....	27
Cuadro 10. Medias de los niveles de agrado de las gomitas.....	29
Cuadro 11. Valor nutrimental calculado de gomitas por cada 100 g.....	31

## Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Diagrama de bloques para la obtención de okara.....	11
Figura 2. Diagrama de bloques para la elaboración de arroz con leche.....	18
Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de gomitas.....	19
Figura 4. A: arroz con leche, B: arroz con leche y okara (25%), C: arroz con leche y okara (33.3%) y D: arroz con leche y okara (50%).....	22
Figura 5. Medias de las pruebas del grado de satisfacción de arroz con leche y okara.....	22
Figura 6. Resultados de la prueba descriptiva para arroz con leche.....	23
Figura 7. Gomitas azucaradas sabor fresa .....	26
Figura 8. Gomitas aceitadas sabor fresa.....	26
Figura 9. De izquierda a derecha se observa el blanco de gomitas sabor fresa y a las gomitas de fresa con okara.....	28
Figura 10. A la izquierda, gomita sabor fresa, a la derecha, gomita de fresa con okara las dos con la técnica de azucarado.....	28
Figura 11. A la izquierda, gomita sabor fresa, a la derecha, gomita de fresa con okara las dos con la técnica de enchilado.....	29
Figura 12. Resultados de la prueba descriptiva para gomitas.....	30



SECRETARÍA  
DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

## INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGIA



México D. F. a 10 de Septiembre de 2007  
Of. No. SA-UPIBI-1481/2007

HERAS GÓMEZ DIANA ELIZABETH  
ALUMNA DEL 7º SEMESTRE DE LA CARRERA DE  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
Presente

Comunico a Usted que, como resultado de la evaluación del Comité de Proyecto Terminal, con fecha de 7 de septiembre de 2007, queda registrado su Proyecto Terminal en la modalidad de "PROYECTO DE INVESTIGACIÓN" denominado "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSTRE CON BASE EN OKARA" bajo la dirección externa de la M. en C. Yoja Teresa Gallardo Navarro e interna del M. en C. Hermilo Sánchez Pineda.

De cumplir con las condiciones que abajo se indican, será acreditada la Opción Curricular de Titulación. Así mismo, me permito recordarle que el trabajo experimental deberá concluir en el octavo semestre y entregar, en el mismo, el informe técnico final, de conformidad con los lineamientos que para tal fin establezca el mencionado Comité.

### CONDICIONES

- 1.- Permanecer en la misma modalidad en el Proyecto Terminal I, II y III
- 2.- Obtener una calificación igual o superior a 8.0 en Proyecto Terminal I, Proyecto Terminal II y en Proyecto Terminal III
- 3.- Cumplir con el 90% de asistencia a las actividades asignadas
- 4.- Cumplir con los demás requisitos que se fijan en el programa de estudios de la asignatura

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"

I.B.Q. YÉSSICA MARÍA DOMÍNGUEZ GALICIA  
SUBDIRECTORA ACADÉMICA



INSTITUTO POLITECNICO  
NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL  
INTERDISCIPLINARIA DE  
BIOTECNOLOGIA  
DIRECCIÓN ACADÉMICA

Cop. Expediente de Proyecto Terminal  
Archivo  
YMDG/AGLG

## **1. Resumen**

La okara se obtiene como un residuo de la elaboración de la leche de soya en grandes toneladas, ésta es rica en nutrimentos como fibra y proteína y no es aprovechada por el ser humano, para esto se buscaron formas para incorporarla en alimentos de consumo humano, productos que carecieran de los nutrimentos de la okara, se pensó en alimentos que generalmente aportan solo contenido calórico como es el caso de los postres. Los productos desarrollados se sometieron a evaluación sensorial con pruebas de medición del grado de satisfacción y pruebas descriptivas (Anzaldúa-Morales, 1994). Para el análisis estadístico se utilizó el método de la t student (Pedrero, 1989). Se realizaron cálculos teóricos del valor nutrimental de los productos desarrollados con el software Microsoft Office 2007 Excel. Se desarrollaron cuatro formulaciones de arroz con leche sustituyendo parcialmente al arroz en cada formulación diferentes porcentajes de okara. De acuerdo con la evaluación sensorial realizada, la muestra con okara que tuvo mayor aceptación fue la de 25%. En gomitas, se adicionó la okara en un 10% (con respecto a porcentajes de sólidos de la formulación base, debido a que el rendimiento de las gomitas fue en promedio 70%, el 30% perdido es en su mayoría el agua que se utiliza en el proceso), teniendo una aceptación con la técnica de enchilado ya que con la técnica de azucarado se percibía un gusto amargo por parte de los jueces.

## **2. Introducción**

La okara es un subproducto de la leche de soya rica en nutrimentos especialmente en proteína y fibra, de la cual parte de su producción no es utilizada para consumo humano, para esto se buscó alternativas para su empleo en la elaboración de alimentos de consumo humano, como por ejemplo, en la adición de postres ya que estos solo aportan alto contenido energético y generalmente bajos en fibras, tal es el caso de las gomitas, una golosina que no posee fibra en su composición y el arroz con leche, postre que tiene como ingrediente base al arroz, cereal que pierde propiedades en el mondado (Kent, 1987).

### **Historia de la confitería**

El desarrollo de la confitería en el mundo ha ido íntimamente ligado al desarrollo del azúcar, tanto de caña como de remolacha.

La palabra “Azúcar” proviene de los árabes que llamaban al azúcar de caña y miel “Schukkar” o “Sukra”, de donde provienen las palabras francesas, alemana, inglesa y castellana: “Sucre”, “Zucker”, “Sugaer” y “Azúcar”.

El arte de la confitería se remonta a mucho tiempo atrás, hace 3500 años, lo demuestran escrituras egipcias. Excavaciones en las ruinas de Herculaneum revelaron un completo taller de confitería con utensilios similares a muchos de los que usamos actualmente.

En 1558, surge en Europa el primer libro con recetas de confituras, postres y mermeladas. En el año 1600, en España, Francisco Martínez publica un libro titulado «Arte de cocina, bizcochería y conservería» donde se dan normas y recetas para la preparación de muchos productos y dulces.

De la cocción a fuego abierto se pasó a la cocinadora cerrada al vacío, apareciendo una variedad grande de caramelos, gracias a la industria de maquinaria que creó constantemente nuevas máquinas que requerían conocimientos del personal y las aptitudes apropiadas para los diferentes procedimientos de fabricación. Así, partiendo del artesano limitado del pastelero de antaño nació el aprendizaje industrial de la profesión del caramelero. (*Especialista para toda la fabricación de productos de confitería*) (Mejorado, 2006).

### **3. Marco teórico**

#### **3.1 . Gomititas**

Se puede definir como una golosina formada a partir de un jarabe con un agente gelificante, agregando sabor y color. Las gomitas no tienen porque contener una goma y se elaboran normalmente a partir de almidón modificado, solo o mezclado con grenetina (Edwards, 2002 e Internet 2). Estos productos están determinados por el agente gelificante (Mejorado, 2006).

Las materias primas en mayor cantidad que componen a las gomitas son:

- Azúcar: se encarga de formar el jarabe

- Glucosa: obtenida de la hidrólisis del almidón y esta evita la cristalización del azúcar y junto con el azúcar forma el jarabe.

- Agua

- Producto gelificante:

- *Grenetina*. Principio: gomita elástica y de rebote.
- *Agar-agar*. Principio: corte recto y sin rebote.
- *Almidón*. Principio: se adquiere un corte recto.
- *Pectinas*. se les conoce generalmente como “jaleas de pectina”. Su principio: corte recto y tolerancia a menores cantidades de ácido cítrico.
- *Goma arábiga*. Se emplea para gomas medicinales, gomas duras, europeas. Principio: corte recto (Orozco, 2007).

Las materias primas en menor cantidad:

- *Ácido cítrico*: se utiliza para realzar el sabor, si este se usa en exceso y el jarabe llega a un pH de 3 o menor el producto no gelifica.

- *Colorante*

- *Saborizante* (Orozco, 2007).

### **3.1.1. Grenetina**

La grenetina es uno de los ingredientes más versátiles utilizados en confitería y proviene de la hidrólisis del colágeno (tropocolágeno), una proteína conectiva que se encuentra en los huesos y pieles de los animales. Las fuentes comerciales del colágeno son normalmente el vacuno o el porcino. El colágeno consta de tres cadenas polipeptídicas estructuradas en una triple hélice y puede hidrolizarse bien en condiciones alcalinas o ácidas.

Normalmente a la grenetina preparada por hidrólisis ácida se le denomina de tipo A (porcino) mientras que a la producida por hidrólisis alcalina se le denomina tipo B (vacuno). En contraste, la estructura de la grenetina consta de un número de cadenas libres o interasociadas con pesos moleculares que varían entre diez mil hasta varios cientos de miles. En la extracción se liberan varios monómeros (cadenas  $\alpha$  con peso



molecular 100.000), dímeros (cadenas  $\beta$ ), trímeros (cadenas  $\lambda$ ) y algunos pépticos de orden menor (Edwards, 2002).

Es una proteína derivada de la hidrólisis selectiva del colágeno, que es el componente más abundante en huesos y piel de mamíferos, que tiene aplicaciones en alimentos, farmacia y adhesivos, para lo que requieren diferentes grados de calidad y pureza (Badui, 2006). Carece de los principales aminoácidos como *histidina*, *arginina* y *triptofano* (porcentaje muy bajo) (Instituto Nacional de la Nutrición, 1992). Como los polisacáridos, el grado de polimerización, la naturaleza de los monómeros y la secuencia en la cadena proteica determinan sus propiedades generales (Internet 1).

Para su uso, la grenetina se humedece previamente, con lo que absorbe de 5 a 10 veces su propio peso en agua. Entonces, la grenetina prehidratada se disuelve a 50-60°C. Esta puede hidrolizarse mediante el calentamiento por encima de 80°C, el tratar de disolver la grenetina mediante su cocción es desaconsejable ya que sencillamente se produce la hidrólisis de la grenetina. Debido a que no es estable a los ácidos, cualquier adición de este tipo de producto debe retrasarse lo máximo posible en el proceso.

Una propiedad muy importante de las proteínas es el punto isoeléctrico. Este se define como el punto en el cual las cargas negativas y positivas de la molécula se encuentran equilibradas. Y en donde es más fácil precipitar a la proteína.

No pueden mezclarse los diferentes tipos de grenetina ya que tienen diferentes puntos isoeléctricos y se denomina a los diferentes tipos de función de su origen y del agente utilizado para su hidrólisis.

En general, se busca obtener cadenas de alto peso molecular que faciliten la gelificación. La formación de sus geles termorreversibles se afecta el pH, la fuerza iónica, la concentración, el punto isoeléctrico de la gelatina, etc. (Badui, 2006).

Como la grenetina es muy higroscópica, debe almacenarse de manera que no capte agua. Si se permite que el contenido en humedad supere el 16%, puede iniciarse el crecimiento de mohos.

Obviamente, la calidad gelificante de la gnetina es una propiedad importante y normalmente se mide utilizando varios métodos empíricos con unidades que no pertenecen al SI. Las medidas en uso son los grados Bloom, las unidades Boucher, los grados FIRA y la fuerza de la gelatina (*jelly strength*) (Edwards, 2002). El intervalo utilizado para gomitas oscila entre los 275 - 300 ° Bloom (Orozco, 2007).

La gnetina tiene otros usos menores en confitería, como sellador de las almendras en las peladillas y como agente aglomerante para la granulación en las tabletas de azúcar comprimidas.

Es posible utilizar la gnetina en combinación con otros hidrocoloides, como la pectina, el agar, el almidón o la goma acacia. Sin embargo, el uso de una mezcla de hidrocoloides puede traer dificultades. En el caso de la goma acacia y la gnetina, si las condiciones no son buenas, se formaran coacervados. El uso de una mezcla de coloides permite la producción de una gama de texturas. A modo de ejemplo, la gnetina y la goma acacia dan una textura compacta, mientras que una mezcla de gnetina, agar y pectina dará una textura en medio de estos extremos (Edwards, 2002).

La gnetina tipo A es un agente aereante, tiende a absorber aire del sistema mientras que la gnetina tipo B no absorbe aire lo que la hace ideal para la elaboración de gomitas (Orozco, 2007).

### **3.1.2. Gomas, agentes gelificantes o hidrocoloides**

#### **3.1.2.1. Almidón**

El almidón es el principal polisacárido que actúa como reserva energética en los cereales. Es un polímero natural de la dextrosa. El almidón tiene dos formas de presentarse de modo natural: una es la amilasa, un polímero con largas cadenas lineales; el otro es la amilopectina que es un polímero con cadenas ramificadas. Las fuentes de uso comercial son el maíz, el trigo, la patata, el arroz, la tapioca o el sagú (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.1.1. La cocción del almidón**

Una diferencia fundamental entre el almidón y otros agentes gelificantes es que el almidón debe cocerse en lugar de disolverse, para que pueda gelificar. El almidón crudo es insoluble. Estos gránulos contienen micelas de moléculas de almidón. Cuando se calienta el gránulo en agua a una temperatura determinada, estos se humedecen y empiezan a absorber agua. A este proceso se le denomina gelatinización, y la temperatura a la que tiene lugar se denomina temperatura de gelatinización (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.1.2. El uso del almidón en confitería**

El almidón tiene dos tipos de usos en confitería: los gelificantes y los no gelificantes. Cuando se utiliza un almidón nativo no gelificante es, normalmente, como sustituto de una goma. El almidón nativo tiene poco uso en confitería; probablemente el único uso es para espolvorear un producto pegajoso (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.2. Goma guar**

Químicamente, la goma guar es un galactomanano, es decir, está compuesto por unidades de  $\beta$ -D-manosa y  $\alpha$ -D-galactosa. La molécula consta de una cadena principal compuesta por restos de  $\beta$ -D-manosa unidos entre sí mediante enlaces 1 $\rightarrow$ 4, con cadenas laterales de  $\alpha$ -D-galactosa (unidas mediante enlaces 1 $\rightarrow$ 6) (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.3. Pectina**

La pectina utilizada en confitería se encuentra en dos formas, pectina alto metoxilo y de bajo metoxilo. La pectina de alto metoxilo es la forma presente en las frutas, mientras que la de bajo metoxilo es una pectina modificada químicamente. Las pectinas son polisacáridos ácidos que se encuentran en las paredes celulares de las frutas. Como las condiciones de gelificación de las pectinas de alto metoxilo requieren de un elevado contenido de sólidos solubles totales y de un bajo pH, este tipo de pectinas son utilizadas para la fabricación de productos de bajo pH como las gomitas de frutas (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.4. Goma xantana**

Esta goma fue la primera goma microbiana utilizada en confitería. Se obtiene por la fermentación aeróbica de *Xanthomonas campestris*. Actúa como espesante, pero se combina de modo sinérgico con la goma de garrofín para dar lugar a un gel elástico muy cohesivo (Edwards, 2002).

#### **3.1.2.5. Goma acacia (goma arábiga)**

La goma acacia es el exudado de los árboles de la especie *Acacia senegal*. Es un polisacárido único que tiene péptidos como parte de su estructura. Originariamente se utilizaba en los dulces de goma, aunque ahora muchos de ellos contienen almidón modificado como sustituto. Su sustitución no fue debida a un mejor comportamiento del sustituto sino a problemas de suministro de goma acacia. La goma acacia es mucho más soluble que otras gomas y si es necesario se puede obtener una disolución al 50% en agua fría. La viscosidad de la disolución desciende al aumentar la temperatura, además, de ser independiente del pH. La viscosidad máxima tiene lugar a pH 6 pero cae a pH's superiores a 9 e inferiores a 4 (Edwards, 2002).

#### **3.1.3. Formulación**

- 34.6 % azúcar
- 14.4 % de agua fría
- 43.3 % de taza de agua hervida o clorada.
- 4.6 % de jarabe de maíz
- 2.3 % de grenetina
- 0.5 % de ácido cítrico
- 0.3 % de esencia del sabor de su preferencia
- 0.006 % de colorante vegetal en polvo
- Fécula de maíz para moldeado (Internet 7)

#### **3.1.4. Preparación**

1. Vaciar la fécula de maíz en el refractario, formando una capa de dos centímetros de grueso. Sobre la fécula, haga orificios del tamaño y forma que desee. Estos orificios servirán como moldes para las gomitas y puede hacerlas con una cuchara u otro objeto que deje un hueco.

2. Remojar la grenetina en media taza de agua fría durante media hora.

3. Calentar en la olla el agua restante junto con 1 taza de azúcar y el jarabe de maíz y mezcle con ayuda de la cuchara hasta que tome consistencia de jarabe, procurando limpiar las paredes del recipiente para evitar que se quede adherida el azúcar. El punto en el que se determina la consistencia adecuada del jarabe es cuando vierte una pequeña porción en un vaso con agua fría y la gotita de jarabe al llegar al fondo mantiene su forma (punto de gota).

4. Retirar del fuego la mezcla y disolver la grenetina remojada en el jarabe caliente.

5. Agregar el saborizante y mezclar bien.

6. Incorporar el colorante y el ácido cítrico. Agitar para mezclar bien todos los ingredientes y dejar enfriar unos minutos sin dejar que endurezca.

7. Vaciar con la ayuda de una cuchara la mezcla en cada uno de los huecos de la fécula de maíz y dejar pasar 2 minutos para después cubrirlos con un poco de la misma fécula. Dejar reposar hasta que las gomitas estén secas. Pasado este tiempo, con ayuda de una cuchara limpia y seca, retire una por una de la fécula de maíz sacudiéndolas con una brocha. Finalmente, cubrir las gomitas en el azúcar restante (Internet 7).

#### **3.2. Arroz con leche**

Este se puede definir como un producto lácteo condensado azucarado, al obtenido mediante rehidratación, evaporación parcial de la leche, a la que se le ha mezclado edulcorantes, aditivos e ingredientes opcionales de acuerdo a la NOM 185, ya que no

existe una definición precisa sobre este postre que sin duda su ingrediente base es el arroz.

El Arroz con leche es un postre universal presente en multitud de culturas tanto europeas, como asiáticas (Internet 4). Su nombre científico *Oryza sativa*, es una planta de la familia de las Poaceae, cuyo cultivo proporciona un comestible que constituye la base de la dieta en Asia y Latinoamérica (Internet 4). A continuación se muestra la composición nutrimental del arroz pulido (Kent<sup>1</sup>, 1987 y Instituto Nacional de la Nutrición<sup>2</sup>, 1992).

Cuadro 1. Composición nutrimental del arroz (100g)

Cereal	Humedad [%]	Proteína [g]	Grasa [g]	Fibra cruda [g]	Carbohidratos [g]	Cenizas [g]	Energía [kcal]
Arroz	11.2 <sup>2</sup> -12 <sup>1</sup>	6.7 <sup>1</sup> -7.4 <sup>2</sup>	0.4 <sup>1</sup> -1.0 <sup>2</sup>	0.3 <sup>1</sup> -1.98 <sup>2</sup>	78.8 <sup>2</sup> -80.1 <sup>1</sup>	0.51 <sup>1</sup>	363 <sup>1</sup>

La **leche** es una secreción nutritiva de color blanquecino, producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos (incluidos los monotremas) (Internet 5). En el Cuadro 2, se observa la composición nutrimental de la leche, pudiendo observar el nulo porcentaje de fibra (Instituto Nacional de la Nutrición, 1992).

Cuadro 2. Composición nutrimental de la leche (100 g)

	Humedad [%]	Proteína [g]	Grasa [g]	Fibra cruda [g]	Carbohidratos [g]	Energía [kcal]
Leche	87.9	3.3	3.3	0.0	4.7	61

### 3.2.1. Formulación

- 6.8 % de arroz no precocido
- 33 % de agua
- 43.8 % de leche entera pasteurizada
- 16.4 % de azúcar, o al gusto
- 0.22 % de extracto de vainilla
- 1 ramita de canela de unos 8 cm
- Canela en polvo para adornar (opcional)

### **3.2.2. Preparación**

Colocar el arroz en una cacerola grande con el agua, la canela en raja. Calentar a fuego fuerte hasta que comience a hervir; bajar el fuego y cocer tapado hasta que se absorba casi toda el agua. Agregar el azúcar y la leche, subir el fuego y mover constantemente hasta que la mezcla espese. Añadir la vainilla y cocer durante 2 minutos. Retirar del fuego y dejar que se enfríe durante 20 minutos. Pasar a tazones individuales y refrigerar. Espolvorear un poco de canela molida para adornar (Internet 3).

### **3.3. Okara**

En la elaboración de la leche de soya y tofú se produce un residuo o subproducto al cual se le denomina okara, también se conoce con otros nombres como: tofukasi, draff, pulpa de soya, douzha (China), bejee (Corea) y tempe gembus (Indonesia) (O´Toole, 1999).

#### **3.3.1. Obtención de okara**

En la Figura 1 se muestra el proceso de obtención de okara (FAO: Internet 6).

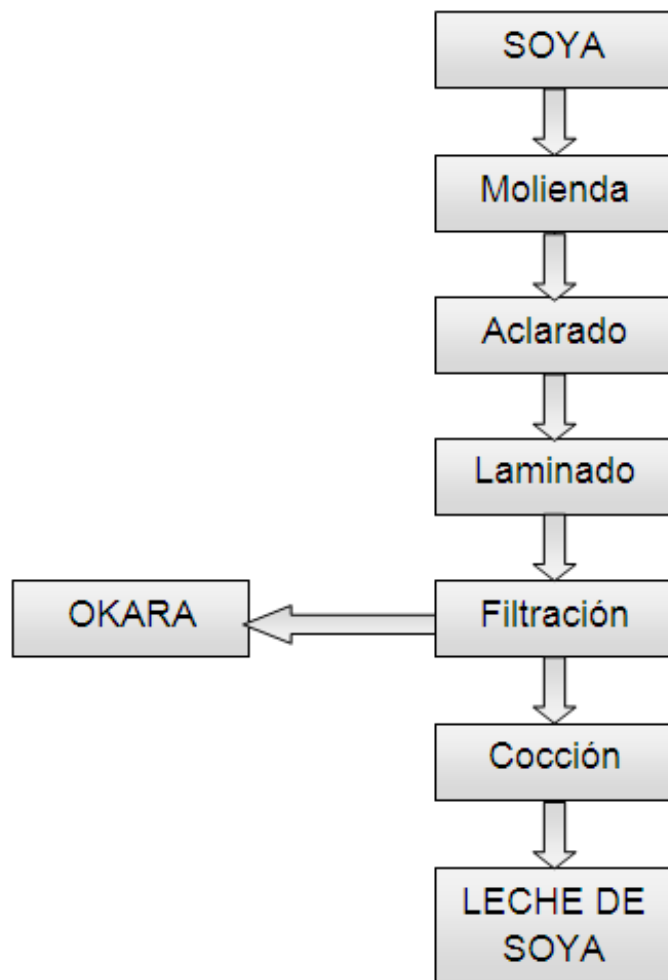


Figura 1. Diagrama de bloques para la obtención de okara

### 3.3.2. Composición de okara

En el Cuadro 3 se muestra la composición y el contenido nutrimental para 100 g de porción comestible de okara (Perkins, 1995)



Cuadro 3. Composición y contenido nutrimental para 100 g de okara

Componente	Cantidad
Humedad	81.6 g
kcal	77
Proteína	18.3 g <sup>3</sup> – 27g <sup>4</sup>
Grasas	1.7 g
Carbohidratos	12.5 g
Fibra cruda	4.1 g
Calcio	80 mg
Hierro	1.30 mg
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.02 mg
Niacina	0.10 mg

<sup>3</sup> Perkins, 1995

<sup>4</sup> Chan y Ma, 1999

### 3.4. Antecedentes

El okara tiene alrededor de un 27% de proteína y una alta calidad nutritiva (Ma y col. 1997). Los tratamientos de altas temperaturas por el que se obtiene la leche de soya causan una desnaturalización de la proteína, dando como resultado que la proteína de okara presenta baja solubilidad, limitando a una incorporación en el sistema alimenticio (Chan y Ma, 1999).

Como se ha mencionado anteriormente, tiene contenido alto de proteínas y funciones alimenticias como libre de colesterol y la prevención de acumulación de grasa en el hígado. El okara es importante como fuente de fibra dietaria benéfica para la salud (Kasai y col., 2004).

#### **4. Justificación**

Teniendo a la okara como un subproducto de la soya rica en nutrimentos, como por ejemplo, su alto contenido de proteína y fibra que ayuda a la digestión, se tuvo la necesidad de buscar opciones para aprovechar las 70 toneladas que se obtienen semanalmente como residuo en la elaboración de la leche de soya del Grupo Industrial Cuadritos Biotek S. A. de C. V. en Celaya, Guanajuato, desarrollando productos de consumo común, elevando su nivel nutricional, haciendo atractivo su consumo y a bajo costo.

Como productos de consumo común se escogió al arroz con leche por tener poca fibra y proteína y a las gomitas por tener escasa fibra en su composición.

#### **5. Objetivos**

##### **Objetivo general**

- Adicionar la okara como fuente de proteína y fibra en el desarrollo de postres.

##### **Objetivos específicos**

- Diseñar formulación, elaborar y evaluar sensorialmente arroz con leche y okara.
- Diseñar formulación, elaborar y evaluar sensorialmente gomitas con okara.
- Realizar el cálculo teórico del valor nutricional de los productos desarrollados.

#### **6. Metodología**

##### **6.1. Material y equipo**

- Material de uso común de laboratorio
- Okara proveniente de la empresa biotek, en forma de sémola, seca.
- Aceite mineral incoloro, insípido adquirido a granel
- Arroz marca Campo florido
- Azúcar Standard marca Great value

- Canela en raja adquirido a granel
- Colorante artificial rojo grosella marca Deiman
- Esencia artificial sabor fresa, marca Deiman
- Esencia artificial sabor menta, marca Deiman
- Esencia artificial sabor piña, marca Deiman
- Esencia artificial sabor cola, marca Deiman
- Esencia artificial sabor leche condensada, marca Deiman
- Fécula de maíz marca Maicena
- Glucosa chiclosa 43 BE, USP 125338A
- Grenetina Q.P. en forma de gránulo de 275 ° Bloom
- Leche entera pasteurizada, marca LALA
- Saborizante artificial, vainilla marca Castells
- Balanza BRAINWEIGH modelo BI500D

## 6.2. Formulaciones

### Para la elaboración de arroz con leche:

En el Cuadro 4, se presenta la formulación base para de arroz con leche.

Cuadro 4. Formulación base para la elaboración de arroz con leche

<b>Arroz con leche</b>	
<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>
Arroz	10.0
Agua	49.7
Leche	28.4
Azúcar	11.3
Vainilla	0.5
Saborizante	0.1

### Para la elaboración de gomitas:

En el Cuadro 5, se presenta la formulación base para gomitas.

Cuadro 5. Formulación base para la elaboración de gomitas

<b>Gomitas sabor fresa</b>	
<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>
Grenetina	6.61
Azúcar	37.80
Agua	28.35
Glucosa	26.45
Ácido cítrico	0.76
Saborizante	0.019
Colorante	0.019

### 6.3. Métodos

Para arroz con leche:

De acuerdo a las cuatro formulaciones de *arroz con leche y okara (0%, 25%, 33.3%, 50%)*, se realizaron cuestionarios entre personas que suelen consumir postres de este tipo y que eligieran cuanto era de su agrado cada formulación. De acuerdo a lo anterior se realizó lo siguiente:

- Pruebas de medición del grado de satisfacción (escala hedónica verbal de 9 puntos) con 30 jueces no entrenados, las edades oscilaron entre los 18 a 24 años, con sexos de 50 % hombres y 50% mujeres (Ver anexo 2).

- Prueba descriptiva para sabor, textura y color (escalas de intervalo de 9 puntos) con 30 jueces no entrenados, las edades se encontraban en el intervalo de 18-24 años, con un porcentaje en sexo de 50 % hombres y 50% mujeres (Anzaldúa-Morales, 1994) (Ver anexo 3).
- Para el manejo de resultados arrojados de los cuestionarios y el análisis estadístico de los mismos se utilizó el método de la t student por solo haber dos medias muy parecidas entre las muestras evaluadas (Pedrero, 1989) (Ver anexo 4 y 5).

Para gomitas sabor fresa:

- Pruebas de medición del grado de satisfacción con una escala hedónica gráfica de 9 puntos (conocida también como “escala de caritas” de nueve puntos) para que no afectara en su percepción y no fuera tedioso tener que leer información que a ellos a esa edad no es de gran importancia o no le prestan la atención debida, con 30 jueces no entrenados, con edades con intervalo de 10 a 12 años ya que son consumidores potenciales de este producto, con sexos de 50 % niñas y 50% niños. Para el análisis de los cuestionarios realizados se asignó un valor a cada carita, partiendo de la primera carita del lado inferior derecho asignándole el valor de uno y así sucesivamente hasta la carita de lado superior izquierdo con el valor de 9 (Ver anexo 2).
- Prueba descriptiva para sabor, textura y color (escalas de intervalo de 9 puntos) con 30 jueces no entrenados, edades: 10-12 años, 50 % niñas y 50% niños (Anzaldúa-Morales, 1994) (Ver anexo 3).
- Para el manejo de resultados arrojados de los cuestionarios y el análisis estadístico de los mismos se utilizó el método de la t student por solo ser dos muestras evaluadas con medias similares (Pedrero, 1989) (Ver anexo 4 y 5).

Para el cálculo del valor nutrimental:

Se utilizó el software Microsoft Office Excel versión 2007 (Anexo 6) con valores nutritivos reportados por el Instituto Nacional de la Nutrición para los ingredientes empleados en la elaboración de los productos (NOM 086) y la información nutrimental de la okara utilizada reportada por el laboratorio de control sanitario de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología.

Cuadro 6. Información nutrimental de la okara por cada 100 g

<b>Okara Información nutrimental</b>	<b>Por 100 g</b>
Contenido energético kJ (kcal)	1638.56 (392)
Grasa	12.0 g
Proteína	31.0 g
Carbohidratos	40.0 g
Fibra	8.0 g
Cenizas	4.0 g
Humedad	5.0 %

#### **6.4. Desarrollo experimental**

##### **Elaboración de arroz con leche**

En la Figura 2, se muestra el procedimiento para la elaboración de arroz con leche.

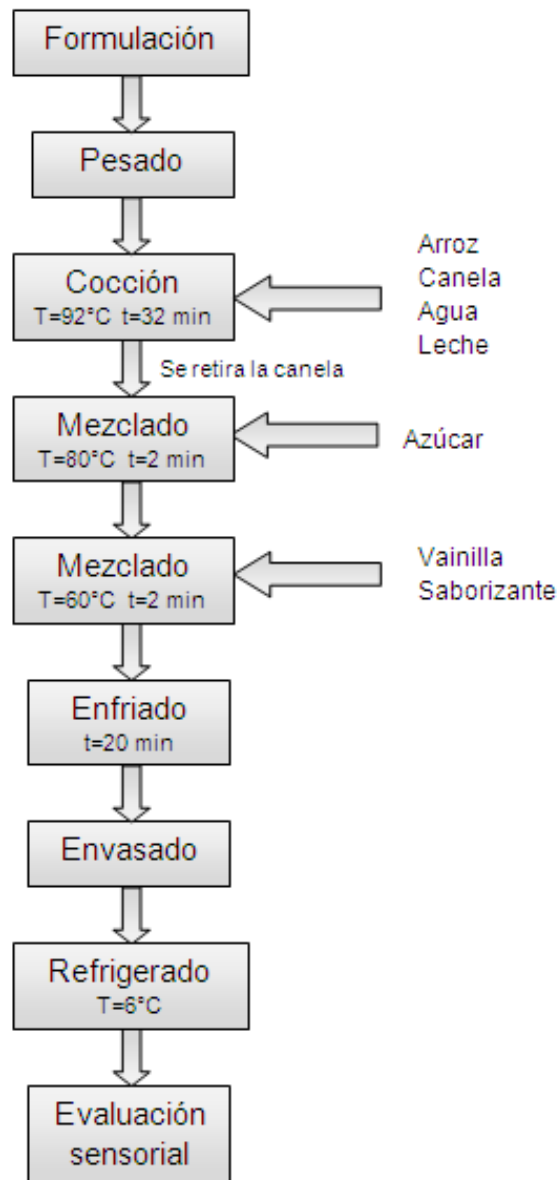


Figura 2. Diagrama de bloques para la elaboración de arroz con leche.

### Procedimiento

Como se puede observar en la Figura 2, de la formulación base se realiza el pesado de los ingredientes, después en un recipiente se pone a cocer el arroz, agua, leche y la canela a fuego lento y con agitación lenta. Cuando se haya transcurrido los 32 minutos de cocción del arroz a una temperatura de 92 °C aproximadamente, se retira la canela y se adiciona el azúcar, mezclar hasta disolver el azúcar (tiempo aproximado 2 minutos). Adicionar a una temperatura de 60°C (esto debido a que los saborizantes se muestran inestables a altas temperaturas) la vainilla y el saborizante a leche condensada, se

mezcla por 2 min. Dejar enfriar a temperatura ambiente por 20 min, envasar en un recipiente hermético y refrigerar a 6°C hasta su consumo o en este caso, su evaluación sensorial (Internet 3).

### Elaboración de gomitas:

En la Figura 3, se muestra el procedimiento para la elaboración de gomitas.

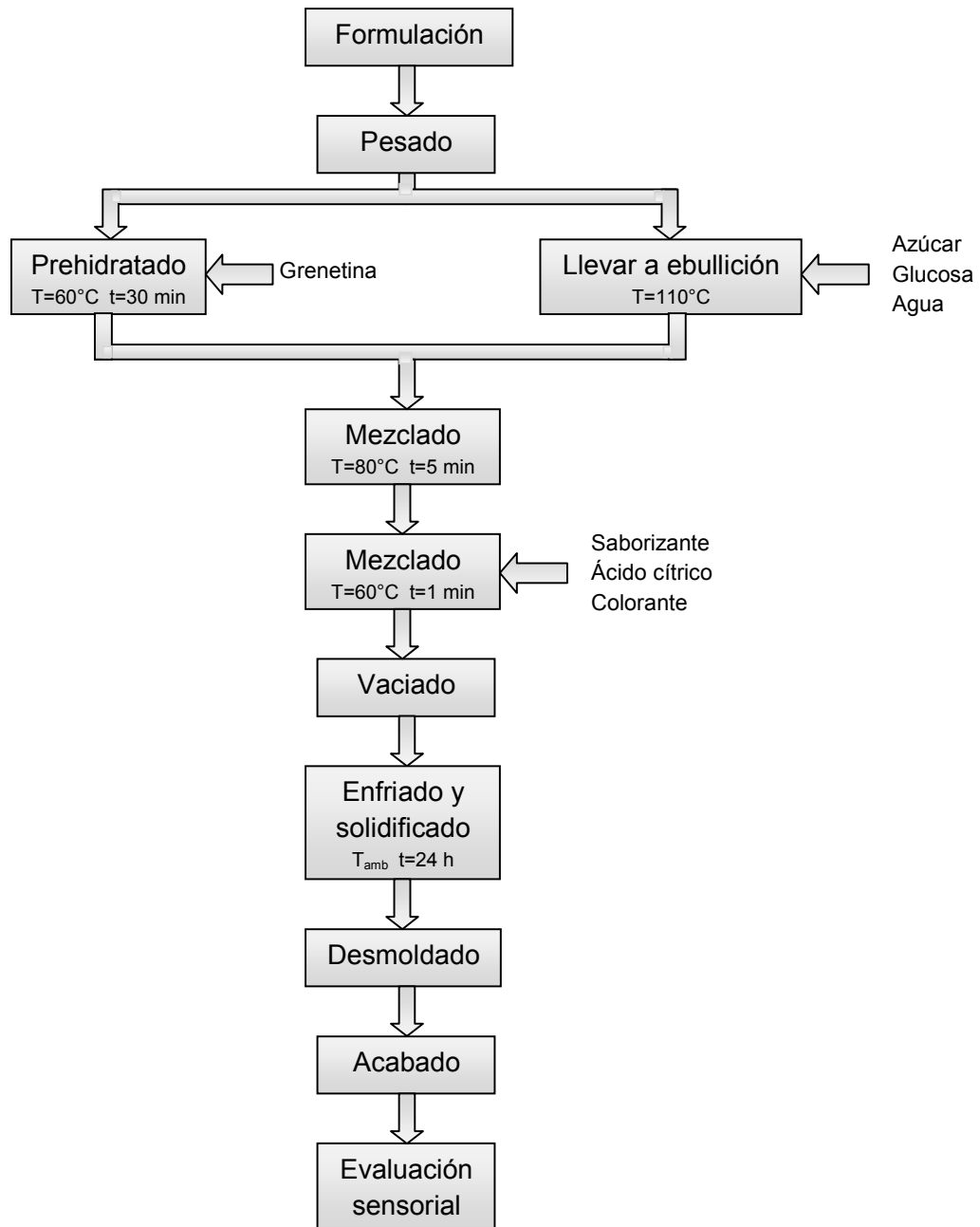


Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de gomitas.



## **Procedimiento**

Como se muestra en la Figura 3, se toman los ingredientes de la formulación base, se pesan, después se pone a hidratar la gretina en agua a 60°C por 30 minutos como mínimo. Preparar el jarabe con la glucosa, el azúcar y el agua llevando a ebullición hasta 110 °C sin llegar a la caramelización (Junk, 1973) ya que hay un oscurecimiento en el jarabe que resulta desagradable en el producto final. Adicionar la gretina hidratada ya troceada al jarabe a una temperatura de 80 °C y disolver en forma de ocho's incorporando el menor aire posible. Adicionar sabor, color y la solución de ácido cítrico en agua 1:1 y mezclar durante 1 minuto. Para enmoldar de forma manual: en almidón, colocándolo en una charola formando una capa gruesa o una cama y formando figuras con un molde se vierte el jarabe en las formas dejadas por el molde en el almidón, en moldes de plástico barnizándolos con aceite mineral para evitar que se pegue y su manejo sea con mayor facilidad después del desmoldado o bien con moldes de silicón que son los más prácticos ya que no necesitan de almidón o aceite para su manejo aunque este molde tiene precios elevados. Dejar enfriar y solidificar durante 24 horas a temperatura ambiente para después desmoldar y azucarar o enchilar, humedeciéndolas con las manos muy poco con una solución de alcohol comestible 1:1 (para evitar la adsorción de humedad en la gomita) en el caso del azucarado o enchilado para que el azúcar o chile se adhiera con facilidad si la gomita se enmoldó en el almidón o con moldes de silicón (Orozco, 2007).

## **7. Análisis y discusión de resultados**

### **7.1. Arroz con leche**

Se realizaron varias pruebas para obtener una formulación base de un arroz con leche, con el objetivo de tener un blanco con el cual se pueda comparar las formulaciones con okara que en ese momento se pretendían desarrollar. De las cuales se llegó a las siguientes condiciones de proceso: una temperatura de 92 °C y tiempos de cocción de 32 minutos (como se muestra en la Figura 2).

Al tener la formulación base, se pensó en desarrollar una formulación sustituyendo la leche con soluciones de okara en agua, pero se sabe en la actualidad que el raquitismo es evitado por el consumo de leche durante toda la vida, ya que la leche posee vitamina D

y calcio, y la tiroxina utiliza ambos recursos para fijar tanto el calcio como el fósforo en los huesos (Internet 5), por este motivo no se sustituyó la leche en este postre.

Ya obtenida la formulación base, se desarrollaron fórmulas con sustitución parcial de arroz por okara (ya que es el ingrediente base del postre), tomando a este como un 100%, manteniéndose los otros ingredientes constantes, teniendo las formulaciones de la siguiente manera:

Cuadro 7. Formulaciones de arroz y okara para el desarrollo de arroz con leche y okara

<b>Muestra</b>	<b>% Arroz</b>	<b>% Okara</b>
A	100	0
B	75	25
C	66.6	33.3
D	50	50

Lo que se observó en el proceso de cada formulación con okara, es que se necesitó mayor cantidad de agua, leche, y tiempo de cocción, ya que el okara se hinchaba absorbiendo agua debido a su contenido de fibra, para esto se tomaron alternativas para usar la misma cantidad de agua y leche en el tiempo prediseñado, adicionando el okara cuando el arroz ya se encontraba cocido, esta se agregó con los endulzantes, de esta forma se logró evitar que el proceso tardara más y se empleara más agua y leche.

La vista final de arroz con leche y de las diferentes formulaciones de arroz con leche con okara, se muestran en la Figura 4, pudiendo observar el color y la consistencia de los mismos, se puede apreciar que de acuerdo al aumento de okara hay un aumento de intensidad, ya que el okara tiene un color tenue entre amarillo y café similar a la sémola de maíz, debido también al color de la vainilla (café) y a que la leche lleva también una cocción prolongada, esto hace que la lactosa y las proteínas de la leche provoquen la reacción de Maillard, dando como resultado un oscurecimiento un poco amarillo o café (Badui, 2006 e Internet 5).

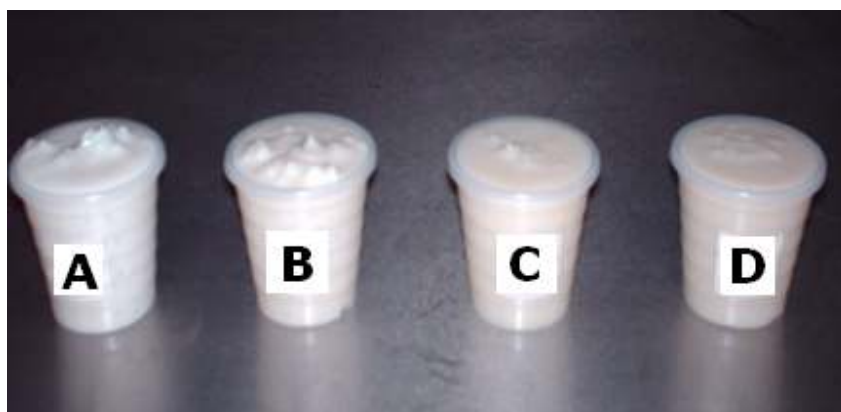


Figura 4. A: arroz con leche, B: arroz con leche y okara (25%), C: arroz con leche y okara (33.3%) y D: arroz con leche y okara (50%)

### Resultados obtenidos con la prueba de medición del grado de satisfacción

De acuerdo a los cuestionarios realizados para la medición del grado de satisfacción, se obtuvieron los resultados que se pueden visualizar con mayor facilidad en la Figura 5 (Ver anexo 4)

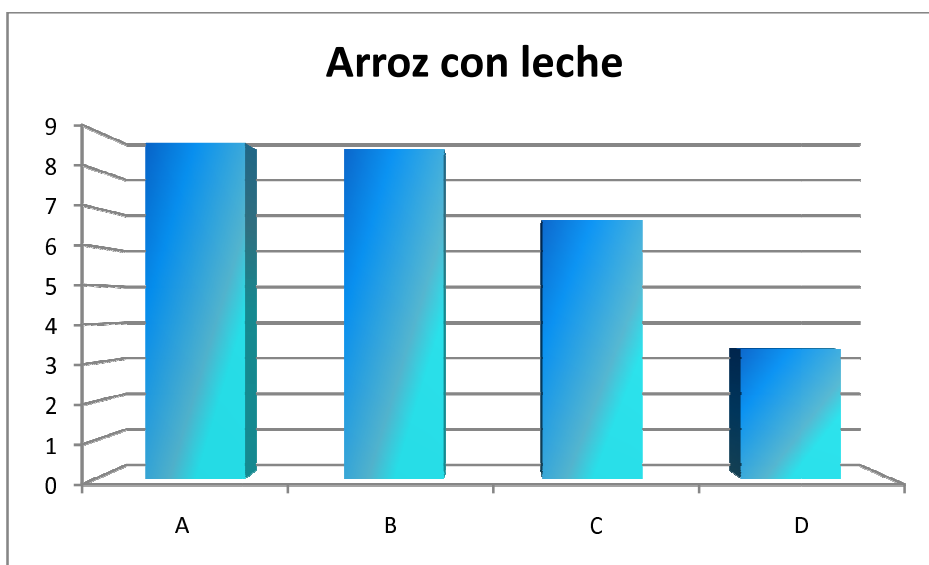


Figura 5. Medias de las pruebas del grado de satisfacción de arroz con leche y okara

Se puede observar que la que mayor aceptación tuvo fue la muestra A por ser el testigo de arroz con leche siguiéndole la muestra B y con menor fue la muestra D por el alto porcentaje de okara. En observaciones hechas por los jueces fueron de que la

consistencia de las formulaciones con mayor cantidad de okara no eran muy consistentes, al juez no se le informó que ingrediente estaba demás en la formulación para que no hubiera una predisposición por parte de ellos, los jueces expresaban que el arroz al momento de la cocción se quebraba provocando esa sensación que fue desagradable no característico al arroz con leche común.

La adición de okara al 25 % no afecta las propiedades organolépticas del arroz con leche ( $p=0.05$ ), debido a su baja concentración de okara en comparación con las muestras C y D que tiene un porcentaje mayor y alteraciones de sabor, textura y color (Ver anexo 4).

### Prueba descriptiva

Para las muestras, se realizó la prueba descriptiva para los atributos de importancia en evaluación sensorial, como lo fue: sabor (que tan fuerte es el sabor dulce en esa muestra), textura (que en este caso se manejo como consistencia para el juez no se confundiera y midiera lo que se le pedía) y color (intensidad) (Ver anexo 5).

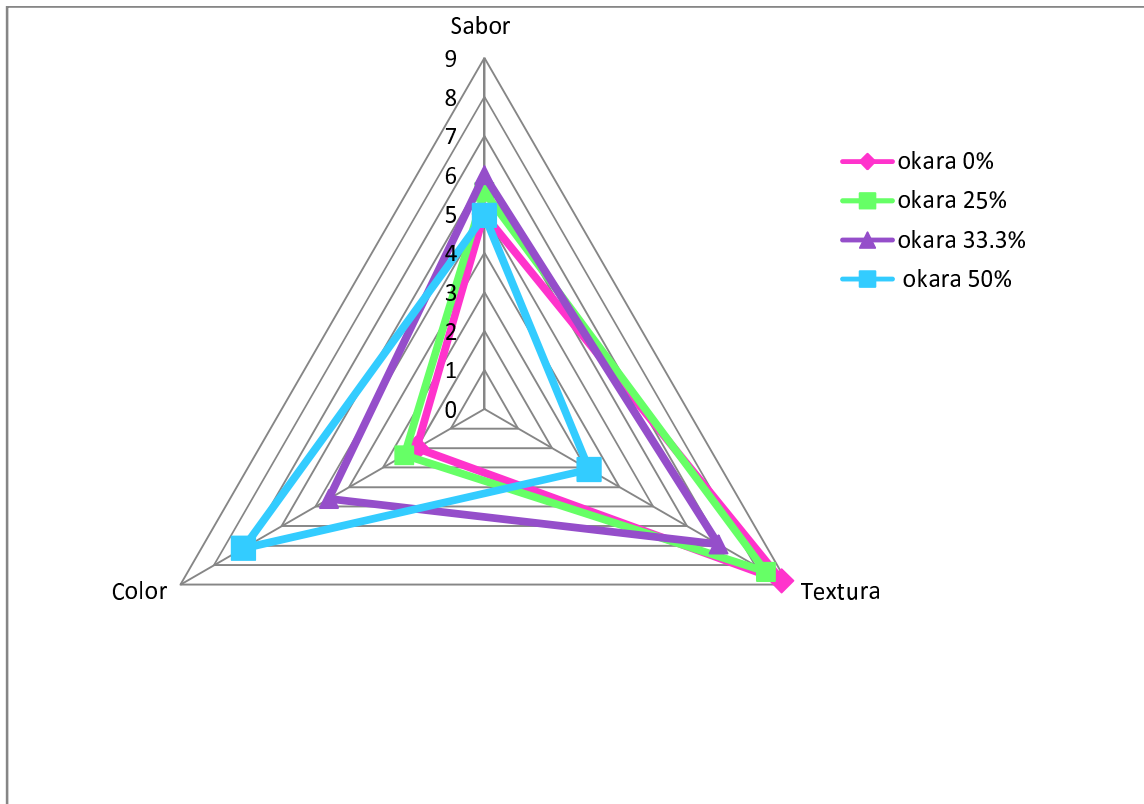


Figura 6. Resultados de la prueba descriptiva para arroz con leche

En la Figura 6 se observan los resultados de la prueba descriptiva en el arroz con leche, el atributo donde se observa un mayor acercamiento de las medias es el del sabor, debido a que se midió el dulzor del producto, en cuestión de textura la muestra con 50 % es la que se encuentra menos consistente debido a que la okara no está en la forma del arroz que este es más grande y por lo tanto al momento de sustituir una mayor concentración de okara por el arroz, este pierde % en el postre por lo que al momento de la evaluación sensorial se espera la consistencia característica del arroz con leche con granos hinchados y grandes; de acuerdo al color se observa un aumento de tonalidad con el aumento de sustitución de arroz por okara, este fenómeno explicado anteriormente.

### Valor nutrimental

En el Cuadro 8, se muestra el valor nutrimental calculado de forma teórica para las muestras A, B, C y D, teniendo un aumento de proteína de casi 10 g más en las muestras con okara y un aumento de fibra que va de 0.2 g en el testigo hasta 0.5g en la muestra D. La cantidad de carbohidratos disminuye de acuerdo al aumento de okara en el producto debido a que se realizó una sustitución parcial del arroz y éste tiene un 78.8 g por cada 100 g de arroz (Instituto Nacional de la Nutrición, 1992) cantidad mayor que la okara.

Cuadro 8. Valor nutrimental calculado de arroz con leche por cada 100 g

<b>Arroz con leche</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Contenido energético	393.6 kJ ( 93.6 kcal)	396.04 kJ ( 94.3 kcal)	395.46 kJ ( 94.16 kcal)	398.98 kJ ( 95 kcal)
Proteínas	1.72 g	10.18 g	10.36 g	10.77 g
Grasas	1.09g	1.37 g	1.46 g	1.64 g
Carbohidratos	19.36 g	18.39 g	18 g	17.42 g
Fibra	0.2 g	0.35 g	0.39 g	0.5 g

## 7.2. Gomas

Se realizaron 15 pruebas donde se varió el % de glucosa, gomatina, ácido cítrico y agua (Ver Anexo 1). Como se puede observar de las pruebas realizadas el agua sufrió cambios dentro de un intervalo de un 27.3 % a un 62.1 %, ya que se observó que era difícil evaporar gran parte del agua hasta alcanzar una concentración de 86 °Bx o 110 °C sin llegar a la caramelización, este decremento de humedad hace al proceso más rápido y un poco menos costoso por la disminución del agua.

El porcentaje de glucosa se aumentó debido a la cristalización que sufrió el azúcar durante la elaboración del jarabe en la prueba 2 (Ver anexo 1), teniendo el porcentaje más bajo de todas las pruebas realizadas, esto daba a la goma una consistencia no deseada, como un aspecto grumoso y nada brillante.

El ácido cítrico se fue modificando de acuerdo al sabor final de la goma, ya que este realza el sabor de la goma o lo modifica de acuerdo al sabor utilizado, que en este caso se modificó para la formulación base con el sabor fresa. Cuando se trabajó con el sabor menta, se tuvo la necesidad de disminuir la concentración porque el sabor quedaba fuerte, llegaba a ser hasta pungente o se confundía con el sabor limón. Aunque el ácido cítrico presenta características que ayudan a gelificar, no se tuvo problemas con la variación de porcentaje no obstante se sabe que si se baja más de un pH de 3 al jarabe no podrá gelificar (Orozco, 2007).

Se probaron varios sabores para la elaboración de gomas que se enlistan en materiales, de lo cual se escogió el sabor fresa por ser el sabor más visto en las presentaciones de gomas de forma comercial.

Se evaluó el uso de molde de los siguientes materiales, seleccionando el uso del almidón por menor costo y por ser práctico su uso y ser el método de moldeado empleado a nivel industrial. Estos moldes fueron los siguientes:

- Almidón
- Plástico
- Policarbonato
- Silicón
- Charolas de aluminio
- Cortadores de aluminio

Se realizaron las siguientes técnicas para el acabado de las gomitas:

- Azucarado (moldeadas con almidón)
- Enchilado (moldeadas con almidón)
- Aceitado
- Trampeado con chocolate

En la Figura 7, se muestra el producto final con el acabado de azucarado en formas de pequeños cilindros, y en la Figura 8 se muestran las gomitas con el acabado de aceitado, con formas de animales.



Figura 7. Gomitas azucaradas sabor fresa



Figura 8. Gomitas aceitadas sabor fresa

Con la formulación base para las gomitas sabor fresa, se desarrolló una formulación con adición de okara en un 10% dentro de un porcentaje en sólidos, obteniendo un gusto poco amargo, por lo que se decidió dejar hasta ese porcentaje la adición de okara y no aumentar el porcentaje de adición por la percepción del sabor y no se disminuyeron por

querer tener un aumento considerable de fibra y proteína. Para la elaboración de las gomitas con adición de okara se tuvo que modificar la condición de proceso que marca que el jarabe se lleve hasta la temperatura de 110 °C, cuando se realizaron las pruebas preliminares el jarabe al llegar a los 100 °C, presentaba un comportamiento como si hubiera llegado a los 110 °C comenzaba un cambio de coloración y aumento de viscosidad, cabe mencionar que en el proceso es difícil alcanzar los 100 °C igual que en el proceso normal los 110 °C; por este motivo se modificó esta condición a 100 °C, este cambio es debido al incremento de materia sólida en el producto y a que la okara absorbía agua (por el contenido de fibra), esta variación de proceso y la adición de okara en los ingredientes para elaborar el jarabe son las únicas modificaciones que sufre el proceso. A continuación se muestra los ingredientes esenciales para la elaboración de gomitas sabor fresa con okara en porcentaje de sólidos ya que el rendimiento promedio fue de un 70%, el 30% faltante es en su mayoría el agua.

Cuadro 9. Ingredientes esenciales para la formulación de gomitas con okara

<b>Ingredientes esenciales</b>	<b>Porcentaje en sólidos [%]</b>
Grenetina	8.3
Glucosa	33.2
Ácido cítrico	0.95
Azúcar	47.3
Okara	10.0

A continuación se muestran las dos presentaciones de gomitas (con okara y sin okara) en un enmoldado de almidón sin ningún acabado donde perfectamente se puede apreciar la tonalidad adquirida.





Figura 9. De izquierda a derecha se observa el blanco de gomitas sabor fresa y a las gomitas de fresa con okara

Para el acabado de las gomitas se probó con la técnica de azucarado como se muestra en las Figuras 10, con esta técnica se alcanza a apreciar el tono de color que es más oscuro en la gomita que tiene okara que en el testigo que tiene un tono más claro esto debido al incremento de la materia seca, de igual forma, en sabor se alcanza a percibir un gusto poco amargo; para tratar de solucionar este problema, primero se aumento la cantidad de ácido cítrico para resaltar el sabor a fresa y contrarrestar el amargor, cabe mencionar que no se incremento el porcentaje de saborizante ya que a cantidades mayores se tiene un gusto amargo similar al gusto de un medicamento sabor fresa, lo cual hace al producto desagradable a quien lo consume y el ácido cítrico aumentado no cambió en nada al sabor por lo que se dejó en el mismo porcentaje.



Figura 10. A la izquierda, gomita sabor fresa, a la derecha, gomita de fresa con okara las dos con la técnica de azucarado

Se optó más tarde por tomar la técnica de enchilado para cambiar la percepción del sabor como se muestra en la Figura 11, observando a simple vista que la tonalidad de la gomita no se logra diferenciar, el sabor de la gomita se alcanza a enmascarar con el chile.

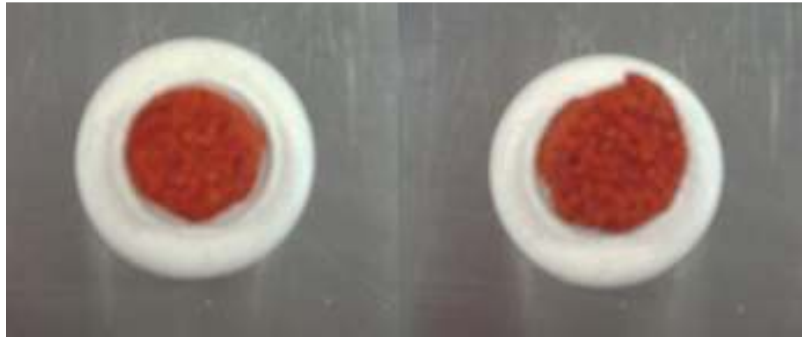


Figura 11. A la izquierda, gomita sabor fresa, a la derecha, gomita de fresa con okara las dos con la técnica de enchilado

### Pruebas de medición del grado de satisfacción en gomitas

El siguiente cuadro muestra las medias de gomitas azucaradas y enchiladas con y sin okara, pudiéndose observar la gran diferencia entre las gomitas azucaradas, y los valores muy cercanos de las gomitas con acabado enchilado (Ver anexo 4).

Cuadro 10. Medias de los niveles de agrado de las gomitas

<b>Gomitas</b>	<b>Azucaradas</b>	<b>Enchiladas</b>
Sin okara	8.7	8.0
Con okara	3.1	8.4

En cuestión de gomitas azucaradas la preferencia estuvo a las que no se adicionó okara, debido a que tenía un gusto un poco amargo y la consistencia era desagradable para los pequeños jueces.

## Pruebas descriptivas para gomitas

De acuerdo con los resultados obtenidos de los cuestionarios realizados, se muestran en la siguiente figura las medias que obtuvo cada atributo evaluado, esta prueba se realizó a las gomitas sin ninguna técnica de acabado.

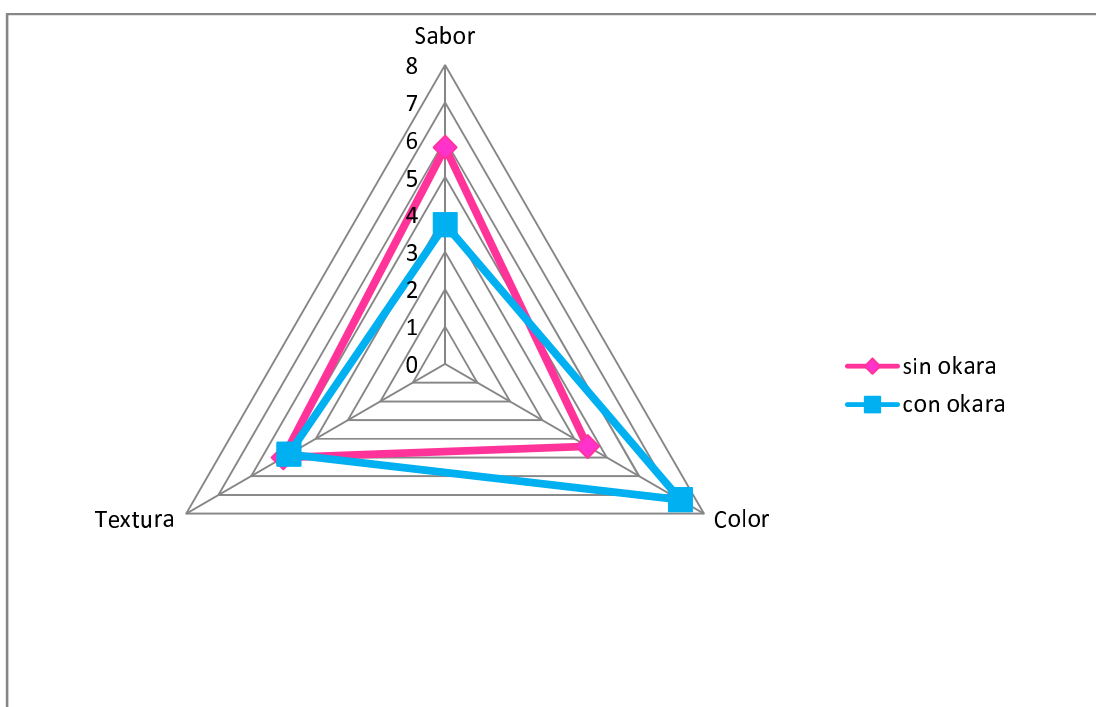


Figura 12. Resultados de la prueba descriptiva para gomitas

La adición de okara en las gomitas no afecta la percepción de la textura ( $p=0.05$ ), debido a que la adición de okara no interviene en la acción gelificante de la gretina para la formación de la gomita (Ver anexo 5).

## Valor nutrimental

En el Cuadro 11, se muestra el valor nutrimental calculado de forma teórica para las gomitas sin y con okara, donde hay un aumento de todos los aspectos importando más el aumento de fibra, que va de 0 a 0.8 g, respecto al contenido energético su aumento es muy poco o despreciable considerando que las gomitas tienen un alto aporte calórico.

Cuadro 11. Valor nutrimental calculado de gomitas por cada 100 g

<b>Gomitas</b>	<b>Sin okara</b>	<b>Con okara (10%)</b>
Contenido energético	1393.6 kJ ( 331.90 kcal)	1416.38 kJ ( 337.23 kcal)
Proteínas	8.86 g	11.09 g
Grasas	0.27 g	1.44g
Carbohidratos	67.28 g	64.38g
Fibra	0 g	0.8 g

## 8. Conclusiones

- Con el desarrollo de la formulación base para la elaboración de arroz con leche se elaboraron tres formulaciones con diferentes sustituciones parciales de arroz por okara, dando como resultado postres con mayor contenido de proteína y de fibra y una disminución de carbohidratos en la fórmula, el contenido calórico y las grasas aumentaron de forma poco significativa.
- El arroz con leche adicionado con okara de mayor aceptación de acuerdo a la evaluación sensorial fue la muestra B, manteniendo propiedades organolépticas con un 25 % de okara.
- Las gomitas enchiladas sabor fresa adicionadas con okara tuvieron mayor aceptación que las gomitas azucaradas sabor fresa adicionadas con okara de acuerdo a la evaluación sensorial.
- La adición de okara en gomitas aumento el contenido de fibra y de proteína aunque no como en el arroz con leche que tuvo cantidades mayores de aumento.

## 9. Recomendaciones para futuros trabajos

- Determinación bromatológica del producto aceptado para poder conocer realmente que nutrimentos aportan al ser humano en el producto terminado.

- Determinación fisicoquímica del producto aceptado, como el caso de las gomitas de actividad de agua, textura, humedad relativa, etc.
- Determinación microbiológica del producto aceptado y determinación de vida de anaquel.
- Sustitución de leche por okara en el arroz con leche para personas intolerantes a la lactosa.
- Probar con la adición de diferentes concentraciones de okara en gomitas de otro sabor como por ejemplo menta ya que este es un sabor fuerte y puede contrarrestar el gusto amargo, o disminuir la concentración para las gomitas sabor fresa con la técnica de azucarado.
- Realizar las pruebas descriptivas de preferencia con jueces entrenados para obtener mejores resultados y con cuestionarios de 6 o 3 puntos para no cansar a los jueces y hacerles tediosa la prueba.

## 10. Bibliografía

1. Anzaldúa-Morales A., 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia, Zaragoza, España, pp.: 73-75, 96
2. Badui D. S., 2006. Química de los alimentos. Alhambra mexicana, 4° edición, pp.: 217
3. Chan W. M. y Ma C. Y. 1999. Acid modification of proteins from soymilk residue (Okara). Food Research International. 32:119-127.
4. Edwards W. P. 2002. La ciencia de las golosinas, Acribia, Zaragoza, España, pp.: 55, 56.

5. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán 1992, Valor Nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México, pp.: 1-31.
6. Junk W. R. 1973, Handbook of sugars, The avi publishing company, inc., pp.:5.
7. Kasai N., y col. 2004. Enzymatic high digestion of soybean milk residue (okara). J. Agric. Food Chem., 52: 5709-5716.
8. Kent N.L., 1987. Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencia de los alimentos y agricultura, Acribia, Zaragoza, España, pp.: 188
9. Ma C.Y. y col. 1997. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (Okara). Food Research International, 29: 799-805.
10. Mejorado, N., 2006. Confitería, Industria Alimentaria, México, Marzo/Abril, pp.: 10-17.
11. NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
12. NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.
13. Orozco, N. 2007. "Taller de gomitas", XII Simposium Internacional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Monterrey campus Querétaro, Qro. México.
14. O'Toole D. K. 1999. Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production – A Review. J. Agric. Food. Chem. 47:363-371.
15. Pedrero, F. D., 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alhambra Mexicana, pp.: 103-105.

16. Perkins E. G., 1995. Practical handbook of soybean. Processing and utilization. AOCS Press, pp.: 17.

### **Páginas electrónicas**

1. <[es.wikipedia.org/wiki/Gelatina](http://es.wikipedia.org/wiki/Gelatina)>. Consulta: Abril 2007.
2. <[es.wikipedia.org/wiki/Gominola](http://es.wikipedia.org/wiki/Gominola)>. Consulta: Abril 2007.
3. <[oncetv-ipn.net/rincon/recetarios/recetario2/postre007.htm](http://oncetv-ipn.net/rincon/recetarios/recetario2/postre007.htm)>. Paulino Cruz.  
Consulta: Junio, 2007.
4. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Arroz>> Consulta: Mayo, 2008
5. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Leche>> Consulta: Mayo, 2008
6. <[http://www.fao.org/inpho/content/fpt/technical\\_coefficients/ac310e/ac310e35.htm](http://www.fao.org/inpho/content/fpt/technical_coefficients/ac310e/ac310e35.htm)>  
Consulta: Mayo, 2008.
7. <[bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumir\\_bien/confites/gomitas.htm](http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumir_bien/confites/gomitas.htm)>  
Consulta: Abril, 2007.

## Anexo 1

Formulaciones utilizadas en el desarrollo de la formulación base para gomitas.

<b>Ingrediente</b>	<b>P 1</b> [%]	<b>P 2</b> [%]	<b>P 3</b> [%]	<b>P 4</b> [%]	<b>P 5</b> [%]	<b>P 6</b> [%]	<b>P 7</b> [%]	<b>P 8</b> [%]
Grenetina	4.1	2.88	2.9	2.9	3.39	3.8	3.39	3.39
Glucosa	8.25	3.2	5.12	5.8	6.78	7.7	6.8	6.8
Ácido cítrico	1.24	0.57	0.58	0.72	0.68	0.89	0.85	0.85
Azúcar	41.24	28.74	29.24	29	33.9	38.6	33.85	33.85
Agua	46.4	46.4	62.1	61.6	55.3	55.2	55.2	55.2

(Continuación).

<b>Ingrediente</b>	<b>P 9</b> [%]	<b>P 10</b> [%]	<b>P 11</b> [%]	<b>P 12</b> [%]	<b>P 13</b> [%]	<b>P 14</b> [%]	<b>P 15</b> [%]
Grenetina	3.4	3.65	3.39	3.3	6.9	6.1	6.61
Glucosa	6.8	6.35	6.8	9.9	28.11	27.4	26.45
Ácido cítrico	0.68	0.63	0.68	1.3	0.3	0.6	0.76
Azúcar	33.9	31.7	33.9	32.6	35.9	39.6	37.8
Agua	55.2	57.6	55.1	52.9	28.6	27.3	28.35



**Anexo 2**

**Cuestionarios para las pruebas del grado de satisfacción**

**Arroz con leche:**

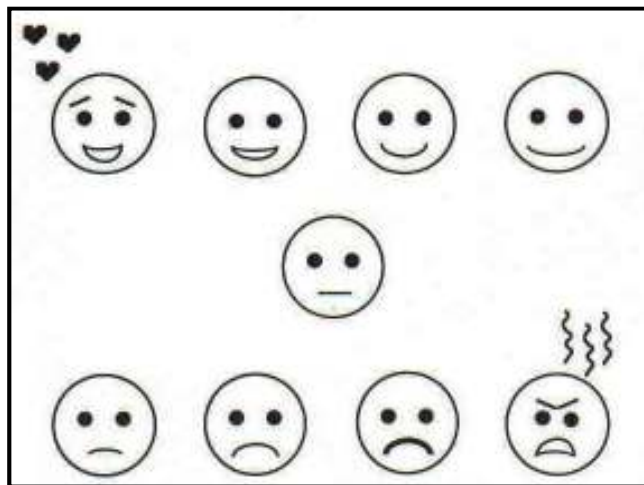
Producto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Marque con una X en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra

<b>ESCALA</b>	<b>501</b>	<b>738</b>	<b>294</b>	<b>685</b>
Me gusta muchísimo	___	___	___	___
Me gusta mucho	___	___	___	___
Me gusta bastante	___	___	___	___
Me gusta ligeramente	___	___	___	___
Ni me gusta ni me disgusta	___	___	___	___
Me disgusta ligeramente	___	___	___	___
Me disgusta bastante	___	___	___	___
Me disgusta mucho	___	___	___	___
Me disgusta muchísimo	___	___	___	___

**- MUCHAS GRACIAS -**

**Gomitas:**



### Anexo 3

#### Cuestionarios para pruebas descriptivas

#### Arroz con leche

Para el sabor:

Producto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la intensidad del dulzor del arroz con leche marcando con una X al número que le corresponda.

<b>ESCALA</b>	<b>501</b>	<b>738</b>	<b>294</b>	<b>685</b>
1. Dulce sumamente ligero	___	___	___	___
2. Dulce muy ligero	___	___	___	___
3. Dulce ligeramente	___	___	___	___
4. Dulce moderadamente	___	___	___	___
5. Dulce	___	___	___	___
6. Moderadamente empalagoso	___	___	___	___
7. Bastante empalagoso	___	___	___	___
8. Muy empalagoso	___	___	___	___
9. Sumamente empalagoso	___	___	___	___

**- MUCHAS GRACIAS -**

Para el color:

Producto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la intensidad del color en el arroz con leche marcando con una X al número que le corresponda.

<b>ESCALA</b>	<b>501</b>	<b>738</b>	<b>294</b>	<b>685</b>
1. Sumamente claro	___	___	___	___
2. Muy claro	___	___	___	___
3. Ligeramente claro	___	___	___	___
4. Moderadamente claro	___	___	___	___
5. Característico	___	___	___	___
6. Moderadamente fuerte	___	___	___	___
7. Bastante fuerte	___	___	___	___
8. Muy fuerte	___	___	___	___
9. Sumamente fuerte	___	___	___	___

**- MUCHAS GRACIAS -**

Para la textura:

Producto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la consistencia del arroz con leche marcando con una X al número que le corresponda.

<b>ESCALA</b>	<b>501</b>	<b>738</b>	<b>294</b>	<b>685</b>
1. Sumamente poco consistente	___	___	___	___
2. Muy poco consistente	___	___	___	___
3. Ligeramente poco consistente	___	___	___	___
4. Moderadamente poco consistente	___	___	___	___
5. Consistente	___	___	___	___
6. Moderadamente consistente	___	___	___	___
7. Bastante consistente	___	___	___	___
8. Muy consistente	___	___	___	___
9. Sumamente consistente	___	___	___	___

**- MUCHAS GRACIAS -**

## Gomitas

Para el sabor:

Producto: Gomitas sabor fresa

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la intensidad del sabor fresa de la gomita marcando con una X al número que le corresponda.

### ESCALA

- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 10. Sumamente ligero a fresa     | _____ |
| 11. Muy ligero a fresa           | _____ |
| 12. Ligeramente a fresa          | _____ |
| 13. Moderadamente a fresa        | _____ |
| 14. Característico a fresa       | _____ |
| 15. Moderadamente fuerte a fresa | _____ |
| 16. Bastante fuerte a fresa      | _____ |
| 17. Muy fuerte a fresa           | _____ |
| 18. Sumamente fuerte a fresa     | _____ |

- MUCHAS GRACIAS -

Para el color:

Producto: Gomitas sabor fresa

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la intensidad del color rojo de la gomita marcando con una X al número que le corresponda.

**ESCALA**

- |                          |       |
|--------------------------|-------|
| 10. Sumamente claro      | _____ |
| 11. Muy claro            | _____ |
| 12. Ligeramente claro    | _____ |
| 13. Moderadamente claro  | _____ |
| 14. Rojo característico  | _____ |
| 15. Moderadamente fuerte | _____ |
| 16. Bastante fuerte      | _____ |
| 17. Muy fuerte           | _____ |
| 18. Sumamente fuerte     | _____ |

**- MUCHAS GRACIAS -**

Para textura:

Producto: Gomitas sabor fresa

Fecha: \_\_\_\_\_

Por favor evalúa la dureza de la gomita marcando con una X al número que le corresponda.

**ESCALA**

- |                         |     |
|-------------------------|-----|
| 19. Sumamente blanda    | ___ |
| 20. Muy blanda          | ___ |
| 21. Ligeramente firme   | ___ |
| 22. Moderadamente firme | ___ |
| 23. Muy firme           | ___ |
| 24. Moderadamente dura  | ___ |
| 25. Bastante dura       | ___ |
| 26. Muy dura            | ___ |
| 27. Sumamente dura      | ___ |

**- MUCHAS GRACIAS -**

## Anexo 4

### Manejo estadístico para los resultados de las pruebas de preferencia

#### Arroz con leche

Resultados de los cuestionarios realizados:

Jueces	A	B	C	D
1	9	9	8	4
2	9	9	7	5
3	9	9	6	4
4	9	9	7	3
5	8	8	8	3
6	9	8	7	2
7	9	9	5	3
8	9	9	8	3
9	8	8	7	3
10	9	9	6	4
11	8	7	7	3
12	9	8	5	3
13	9	9	8	4
14	9	9	6	3
15	9	9	8	3
16	8	8	6	4
17	9	9	7	3
18	8	8	6	3
19	9	9	6	4
20	8	8	6	3
21	9	9	8	4
22	9	9	7	3
23	9	9	6	4
24	8	8	8	3
25	8	8	6	3
26	9	9	7	3
27	9	9	5	3
28	9	8	7	4
29	8	7	5	3
30	9	9	8	3
<b>Media</b>	<b>8.7</b>	<b>8.6</b>	<b>6.7</b>	<b>3.3</b>



T Student calculada para las medias de las muestras A y B.

n = 30, gl = 29 dos colas

	x	y	
<b>Jueces</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D</b>
1	9	9	0
2	9	9	0
3	9	9	0
4	9	9	0
5	8	8	0
6	9	8	1
7	9	9	0
8	9	9	0
9	8	8	0
10	9	9	0
11	8	7	1
12	9	8	1
13	9	9	0
14	9	9	0
15	9	9	0
16	8	8	0
17	9	9	0
18	8	8	0
19	9	9	0
20	8	8	0
21	9	9	0
22	9	9	0
23	9	9	0
24	8	8	0
25	8	8	0
26	9	9	0
27	9	9	0
28	9	8	1
29	8	7	1
30	9	9	0
<b>Total</b>	261	256	
<b>Medias</b>	<b>8.7</b>	<b>8.6</b>	

SUM D= 5

t Student	Comparativo	p=0.05	Diferencia significativa
1	<	2.045	No

## Gomitas

Resultados de los cuestionarios realizados:

<b>Jueces</b>	<b>Azucarado</b>		<b>Enchilado</b>	
	<i>sin okara</i>	<i>con okara</i>	<i>sin okara</i>	<i>con okara</i>
1	9	4	9	9
2	9	3	8	9
3	9	4	8	8
4	8	4	8	9
5	9	3	8	7
6	9	4	8	8
7	8	4	7	7
8	9	3	8	8
9	9	2	9	8
10	9	2	8	8
11	8	4	8	9
12	9	3	8	9
13	8	3	8	9
14	8	2	8	8
15	7	2	8	8
16	9	3	8	9
17	9	3	8	8
18	8	4	7	8
19	9	3	8	9
20	9	3	9	9
21	9	3	8	8
22	9	3	9	8
23	9	4	8	9
24	8	3	8	8
25	9	3	8	9
26	9	3	7	8
27	9	4	8	8
28	9	3	8	9
29	8	3	7	9
30	9	1	8	9
<b>Medias</b>	<b>8.7</b>	<b>3.1</b>	<b>8</b>	<b>8.4</b>

## Anexo 5

### Manejo estadístico para las pruebas descriptivas

Para arroz con leche

Jueces	Sabor				Textura				Color			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	5	5	6	5	9	9	7	2	2	2	4	7
2	4	6	5	6	9	8	8	3	3	3	5	8
3	6	6	6	6	8	8	6	2	2	3	4	8
4	4	6	6	4	9	8	7	4	3	3	6	8
5	5	7	7	5	9	9	6	4	1	2	6	5
6	5	6	7	5	8	8	6	4	2	2	4	7
7	4	6	5	3	9	9	8	3	3	3	4	8
8	6	6	7	5	9	9	9	1	1	1	5	8
9	4	4	6	4	9	7	7	2	2	3	5	8
10	4	4	8	5	9	9	7	5	2	2	5	9
11	5	5	5	6	9	8	8	3	4	4	4	5
12	4	4	5	4	9	9	6	2	3	3	5	6
13	4	4	7	5	8	8	5	4	2	2	4	5
14	4	4	7	6	9	9	5	2	3	3	4	6
15	5	5	6	6	9	8	7	5	1	1	3	5
16	5	5	6	4	9	9	6	3	2	2	5	6
17	7	7	5	5	9	9	8	2	1	3	5	6
18	5	5	6	5	9	7	7	4	2	2	5	6
19	6	6	6	6	8	8	6	5	1	1	6	5
20	5	5	5	6	9	8	7	4	2	2	4	7
21	6	6	7	4	9	9	5	4	3	3	4	7
22	4	4	5	4	8	7	8	2	2	2	5	8
23	5	7	5	5	9	8	7	3	2	2	5	8
24	5	5	7	5	9	9	8	4	2	2	4	8
25	6	6	5	6	8	8	8	2	3	3	4	9
26	5	8	5	5	9	9	7	2	3	3	4	8
27	5	5	7	5	9	8	6	5	2	2	4	9
28	6	6	6	6	9	8	8	3	2	2	5	9
29	6	7	6	4	9	8	7	3	2	2	5	7
30	5	7	6	4	9	9	8	1	3	3	5	8
<b>prom</b>	<b>5</b>	<b>5.7</b>	<b>6</b>	<b>4.7</b>	<b>8.8</b>	<b>8.3</b>	<b>6.9</b>	<b>3.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.4</b>	<b>4.6</b>	<b>7.1</b>

Para gomitas

Jueces	Sabor		Color		Textura	
	sin okara	con okara	sin okara	con okara	sin okara	con okara
1	8	5	5	8	6	6
2	6	4	4	9	4	5
3	5	3	5	7	4	5
4	6	4	5	9	4	6
5	7	3	4	8	5	4
6	6	4	3	7	4	4
7	5	2	6	8	4	5
8	6	5	3	6	6	4
9	5	3	4	7	5	6
10	8	5	5	5	5	4
11	6	6	3	7	5	4
12	7	4	4	8	5	5
13	4	6	4	8	4	6
14	6	4	3	7	5	4
15	5	2	5	5	6	4
16	6	3	5	6	6	6
17	5	2	4	7	7	6
18	4	4	5	8	3	5
19	6	3	6	6	3	4
20	5	2	5	5	5	3
21	6	4	5	7	4	5
22	7	3	5	8	5	6
23	8	3	5	6	6	4
24	5	4	3	8	5	4
25	6	5	5	9	7	5
26	5	6	3	7	5	3
27	6	2	4	8	6	7
28	5	4	5	9	5	4
29	6	3	5	8	6	5
30	4	4	4	7	5	6
Medias	<b>5.8</b>	<b>3.7</b>	<b>4.4</b>	<b>7.3</b>	<b>5</b>	<b>4.9</b>

T Student calculada para las medias de textura en gomitas.

n = 30, gl = 29 dos colas

Jueces	x y		D
	sin okara	con okara	
1	6	6	0
2	4	5	-1
3	4	5	-1
4	4	6	-2
5	5	4	1
6	4	4	0
7	4	5	-1
8	6	4	2
9	5	6	-1
10	5	4	1
11	5	4	1
12	5	5	0
13	4	6	-2
14	5	4	1
15	6	4	2
16	6	6	0
17	7	6	1
18	3	5	-2
19	3	4	-1
20	5	3	2
21	4	5	-1
22	5	6	-1
23	6	4	2
24	5	4	1
25	7	5	2
26	5	3	2
27	6	7	-1
28	5	4	1
29	6	5	1
30	5	6	-1
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>145</b>	
<b>Medias</b>	<b>5</b>	<b>4.9</b>	

SUM D= 5

t Student	Comparativo	p=0.05	Diferencia significativa
1	<	2.045	No





