

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**COMPARACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD Y EL  
AGRADO POR EL SABOR DULCE ENTRE LOS DIABÉTICOS Y LOS  
NO DIABÉTICOS, UTILIZANDO ALIMENTOS MODELO**

**Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios  
de Posgrado en Ciencia de Alimentos para optar al grado de  
Magister Scientiae en Ciencia de Alimentos**

**MARÍA LOURDES PINEDA CASTRO**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2007

## **Dedicatoria**

A mis padres, Emilio y Lourdes,  
y a mis hermanos, Luis Emilio y Dinnia María

## Agradecimientos

A la Ph.D. Elba Cubero, directora de la tesis, por su apoyo, su paciencia y dedicación, por todo lo que me enseñó en estos años de estudio y por su gran amistad.

A la M.Sc. Jacqueline Aiello, asesora de la tesis, por su apoyo y amistad en todo momento.

A la M.Sc. Emilce Ulate por sus consejos y su participación en el comité asesor de la tesis.

A los asistentes del Laboratorio de Análisis Sensorial: Yadira Soto, Laura Murillo y Guillermo Camacho, por su colaboración en la preparación y ejecución de los paneles sensoriales.

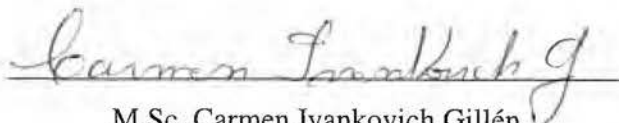
Al Dr. Joseph Coveney por su ayuda en los análisis estadísticos.

A todos los panelistas que participaron en la investigación por su ayuda desinteresada, sus palabras de aliento y su inmensa paciencia. Mi eterna gratitud.

Al señor Giovanni González y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron para el buen desarrollo de esta investigación.

A todos, muchas gracias.

“Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencia de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae en Ciencia de Alimentos”.



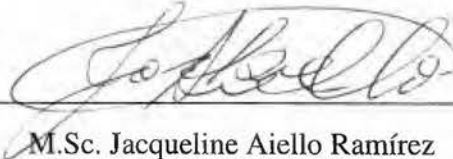
M.Sc. Carmen Ivankovich Gillén

Representante del Decano del SEP



Ph.D. Elba Cubero Castillo

Directora de Tesis



M.Sc. Jacqueline Aiello Ramírez

Asesora



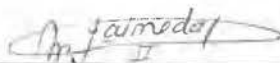
M.Sc. Emilce Ulate Castro

Asesora



Ph.D. Ana Mercedes Pérez Carvajal

Representante de la Directora del Programa de Estudios  
de Posgrado en Ciencia de Alimentos



María Lourdes Pineda Castro

Candidata

# Índice

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
3.1 LA DIABETES MELLITUS .....	6
3.1.1 Generalidades .....	6
3.1.2 Homeostasis de la glucosa.....	7
3.1.3 Patogénesis de la diabetes.....	8
3.1.4 La diabetes y el consumo de alimentos .....	12
3.2 PRUEBAS SENSORIALES .....	14
3.2.1 Pruebas de agrado .....	14
3.2.2 Pruebas para la medición de la intensidad sensorial .....	16
<b>CAPÍTULO 4. AGRADO POR EL SABOR DULCE DE DIABÉTICOS Y NO DIABÉTICOS, UTILIZANDO DOS METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN .....</b>	<b>21</b>
4.1 RESUMEN .....	21
4.2 INTRODUCCIÓN.....	22
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
4.3.1 Individuos.....	24

4.3.2 <i>Productos</i> .....	25
4.3.3 <i>Pruebas para medir el agrado</i> .....	26
4.3.4 <i>Diseño estadístico y análisis de datos</i> .....	27
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
4.4.1 <i>Medición del agrado por el dulzor utilizando una escala hedónica</i> .....	27
4.4.2 <i>Determinación del agrado por el dulzor ad libitum</i> .....	34
4.4.3 <i>Correlación entre los métodos para medir el agrado</i> .....	37
4.4.4 <i>Comparación de los métodos de agrado</i> .....	38
4.5 REFERENCIAS .....	40
<b>CAPÍTULO 5. PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL SABOR DULCE EN DIABÉTICOS Y NO DIABÉTICOS POR MEDIO DE DOS METODOLOGÍAS .....</b>	<b>44</b>
5.1 RESUMEN .....	44
5.2 INTRODUCCIÓN.....	45
5.3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	48
5.3.1 <i>Individuos</i> .....	48
5.3.2 <i>Productos</i> .....	49
5.3.3 <i>Pruebas</i> .....	50
5.3.4 <i>Diseño estadístico y análisis de datos</i> .....	51
5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
5.4.1 <i>Medición de la intensidad del dulzor utilizando una escala</i> .....	53
5.4.2 <i>Prueba de comparación pareada</i> .....	58
5.4.3 <i>Estatus de probador de PROP</i> .....	60
5.4.4 <i>Comparación de métodos</i> .....	62
5.5 REFERENCIAS .....	63
<b>CAPÍTULO 6. COMPARACIÓN ENTRE DIABÉTICOS Y NO DIABÉTICOS DEL EFECTO DEL AYUNO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD Y EL AGRADO POR EL DULZOR.....</b>	<b>68</b>
6.1 RESUMEN .....	68
6.2 INTRODUCCIÓN.....	69
6.3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	70
6.3.1 <i>Individuos</i> .....	70
6.3.2 <i>Productos</i> .....	70
6.3.3 <i>Pruebas</i> .....	71
6.3.4 <i>Diseño experimental y análisis de datos</i> .....	72

6.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	73
6.4.1 Efecto del ayuno sobre el agrado por el dulzor.....	73
6.4.2 Efecto del ayuno sobre la percepción de la intensidad del dulzor.....	78
6.4.3 Comentarios sobre el diseño del experimento .....	82
6.5 REFERENCIAS .....	82
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN GENERAL.....</b>	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>95</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>105</b>
APÉNDICE A. DATOS DE LOS PARTICIPANTES.....	106
APÉNDICE B. HOJAS DE RESPUESTA .....	107
B.1 Hoja de respuesta para la prueba de escala hedónica.....	107
B.2 Instrucciones de la prueba ad libitum.....	107
B.3 Hoja de respuesta para la prueba de comparación pareada.....	108
B.4 Hoja de práctica para el uso de la escala de Green.....	108
B.5 Hoja de respuesta de la prueba de intensidad con la escala de Green.....	109
B.6 Escala para determinar el amargor del PROP .....	110
APÉNDICE C. DATOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES .....	111

## Resumen

Con el objetivo de evaluar posibles cambios en la percepción del sabor dulce en los diabéticos, se realizaron tres estudios sensoriales en los que se compararon tres grupos de personas: no diabéticos sin ascendencia diabética, no diabéticos con ascendencia diabética y diabéticos tipo 2. Cada grupo estuvo conformado en promedio por 25 personas.

En el primer estudio se evaluó el agrado por el dulzor de la sacarosa, utilizando una escala hedónica y una prueba de adición de azúcar ad libitum, en un producto líquido (bebida de arroz) y otro producto semisólido (arroz con leche) preparados a partir de leche con dos concentraciones de grasa (0,1% y 3%). Con la escala hedónica se evaluaron tres concentraciones de sacarosa en cada producto (5%, 9% y 14% en la bebida, y 7%, 11% y 17% en el arroz con leche), y en la prueba ad libitum la cantidad adicionada de azúcar se determinó con un refractómetro manual. En la prueba de escala hedónica, a los diabéticos les agradó el dulzor de cada producto más que a los dos grupos de no diabéticos. En la prueba ad libitum la cantidad de azúcar añadida por los diabéticos dependió más de las características de los productos que en el caso de los no diabéticos. Las personas con ascendencia añadieron menos sacarosa a todos los productos, con excepción de la bebida de arroz alta en grasa. La prueba ad libitum permitió diferenciar mejor los grupos de personas que la escala hedónica.

En el segundo estudio se evaluó la intensidad del dulzor de la sacarosa utilizando la escala de intensidad de Green y una prueba de comparación pareada, en los mismos productos del primer estudio. Con la escala de Green se evaluaron las mismas tres concentraciones de sacarosa en cada producto usadas en el primer estudio y en la prueba de comparación se evaluaron dos concentraciones de sacarosa, muy similares entre sí, en cada producto (9% y 11% en la bebida, y 11% y 14% en el arroz con leche). En la prueba de escala los diabéticos y las personas sin ascendencia otorgaron valores de intensidad significativamente superiores que las personas con ascendencia. Además, el dulzor percibido aumentó con el índice de masa corporal (IMC) en el grupo de diabéticos. El tipo de producto y el contenido de grasa influyeron en la percepción del dulzor. De esta manera, la bebida de arroz fue considerada más dulce, a pesar del mayor contenido de azúcar del arroz con leche, y el arroz con leche alto en grasa fue considerado más dulce



que el bajo en grasa. En las pruebas de comparación pareada los grupos de no diabéticos pudieron discriminar las diferencias en dulzor en los dos productos con bajo contenido de grasa, en tanto que las personas con ascendencia y los diabéticos discriminaron las diferencias de dulzor en el arroz con leche de alto contenido de grasa. La prueba de comparación pareada permitió una mejor discriminación en la sensibilidad al dulzor de la sacarosa entre diabéticos y no diabéticos.

En el tercer estudio se evaluó el efecto del ayuno sobre la percepción del dulzor. A los panelistas se les midió la glucosa en ayunas, para luego proceder con la prueba de medición de la intensidad del dulzor mediante la escala de Green, en la bebida de arroz baja en grasa, y la prueba de adición de azúcar ad libitum, en el arroz con leche alto en grasa. Luego desayunaron un bocadillo salado y un refresco y repitieron las pruebas sensoriales. El ayuno afectó el agrado (cantidad de azúcar adicionado ad libitum) y la intensidad del dulzor percibido. Antes del desayuno los panelistas adicionaron más azúcar al arroz con leche que después del desayuno, es decir, a los panelistas les gustó el arroz con leche más endulzado antes de desayunar. Las personas sin ascendencia utilizaron una cantidad mayor de azúcar en el arroz con leche que los diabéticos y las personas con ascendencia. A niveles bajo (5%) y medio (9%) de azúcar en la bebida, la intensidad percibida del dulzor fue mayor antes de desayunar que después, en tanto que la bebida con el nivel alto de sacarosa (14%) fue calificada, en general, más dulce en el estado posprandial. La intensidad del dulzor percibido en la bebida después de desayunar correlacionó positivamente con el IMC en los diabéticos.

## Índice de Cuadros

CUADRO 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.....	25
CUADRO 4.2 FORMULACIÓN DE LOS PRODUCTOS BAJOS EN GRASA .....	25
CUADRO 4.3 FORMULACIÓN DE LOS PRODUCTOS ALTOS EN GRASA.....	25
CUADRO 4.4 ANÁLISIS DE COVARIANZA DE LA EVALUACIÓN DEL AGRADO POR EL SABOR DULCE UTILIZANDO UNA ESCALA. ....	28
CUADRO 4.5 ANÁLISIS DE COVARIANZA DE LA ADICIÓN DE AZÚCAR AD LIBITUM A LOS PRODUCTOS.....	34
CUADRO 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.....	49
CUADRO 5.2 ANÁLISIS DE COVARIANZA DE LA EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DEL SABOR DULCE UTILIZANDO UNA ESCALA. ....	54
CUADRO 5.3 RESULTADOS DE LA PRUEBA CHI CUADRADO ( $\chi^2$ ) APLICADA PARA ESTABLECER DIFERENCIAS EN LA CAPACIDAD DISCRIMINADORA DE LOS GRUPOS DE PERSONAS EN LOS DIFERENTES PRODUCTOS. ....	58
CUADRO 5.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA BINOMIAL APLICADA PARA ESTABLECER SI LOS GRUPOS DE PERSONAS DISCRIMINAN O NO EL SABOR DULCE EN LOS DIFERENTES PRODUCTOS. .....	59
CUADRO 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.....	71
CUADRO A.1 DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE LOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO.....	106
CUADRO C.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HEDÓNICA Y AD LIBITUM DE LOS DIABÉTICOS...	111
CUADRO C.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HEDÓNICA Y AD LIBITUM DE LOS NO DIABÉTICOS CON ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	112
CUADRO C.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HEDÓNICA Y AD LIBITUM DE LOS NO DIABÉTICOS SIN ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	113

CUADRO C.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD CON LA ESCALA DE GREEN DE LOS DIABÉTICOS.....	114
CUADRO C.5 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD CON LA ESCALA DE GREEN DE LOS NO DIABÉTICOS CON ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	115
CUADRO C.6 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD CON LA ESCALA DE GREEN DE LOS NO DIABÉTICOS SIN ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	116
CUADRO C.7 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA, PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL AMARGOR DEL PROP, VALORES DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN AYUNAS, Y PRUEBAS DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA BEBIDA 0,1% DE GRASA CON LA ESCALA DE GREEN Y ADICIÓN DE AZÚCAR AD LIBITUM (°BRIX) AL ARROZ CON LECHE 3,0% DE GRASA EN LOS ESTADOS PRE Y POSPRANDIAL, PARA LOS DIABÉTICOS. ....	117
CUADRO C.8 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA, PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL AMARGOR DEL PROP, VALORES DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN AYUNAS, Y PRUEBAS DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA BEBIDA 0,1% DE GRASA CON LA ESCALA DE GREEN Y ADICIÓN DE AZÚCAR AD LIBITUM (°BRIX) AL ARROZ CON LECHE 3,0% DE GRASA EN LOS ESTADOS PRE Y POSPRANDIAL, PARA LOS NO DIABÉTICOS CON ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	118
CUADRO C.9 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA, PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL AMARGOR DEL PROP, VALORES DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN AYUNAS, Y PRUEBAS DE MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA BEBIDA 0,1% DE GRASA CON LA ESCALA DE GREEN Y ADICIÓN DE AZÚCAR AD LIBITUM (°BRIX) AL ARROZ CON LECHE 3,0% DE GRASA EN LOS ESTADOS PRE Y POSPRANDIAL, PARA LOS NO DIABÉTICOS SIN ASCENDENCIA DIABÉTICA. ....	119

## Índice de Figuras

FIGURA 4.1 EFECTO DEL NIVEL DE AZÚCAR (BAJO, MEDIO Y ALTO) SOBRE EL AGRADO POR EL DULZOR DE TODOS LOS PRODUCTOS EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS, Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE LOS TRES GRUPOS. ....	30
FIGURA 4.2 COMPARACIÓN DEL AGRADO POR EL DULZOR DE LOS PRODUCTOS CON DOS CONTENIDOS DE GRASA ENTRE LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS.....	32
FIGURA 4.3 COMPARACIÓN DEL AGRADO POR EL ARROZ CON LECHE Y LA BEBIDA DE ARROZ ENTRE LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS.....	33
FIGURA 4.4 COMPARACIÓN DEL AZÚCAR ADICIONADO (°BRIX) A LA BEBIDA DE ARROZ Y AL ARROZ CON LECHE, AMBOS CON DOS NIVELES DE GRASA. ....	35
FIGURA 4.5 NIVEL PROMEDIO DE SACAROSA ADICIONADA (SÓLIDOS SOLUBLES) POR CADA GRUPO DE PERSONAS AL ARROZ CON LECHE Y LA BEBIDA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE GRASA. ....	37
FIGURA 4.6 RELACIÓN ENTRE EL AZÚCAR ADICIONADO A LOS PRODUCTOS (°BRIX) Y EL AGRADO POR EL DULZOR DE LOS PRODUCTOS CON NIVELES DE SACAROSA ALTO, MEDIO Y BAJO EN CADA GRUPO DE PERSONAS. ....	38
FIGURA 5.1 COMPARACIÓN DE LA INTENSIDAD DEL DULZOR DE LOS PRODUCTOS SEGÚN EL NIVEL DE AZÚCAR. ....	56
FIGURA 5.2 COMPARACIÓN DE LA INTENSIDAD DEL DULZOR DE LOS PRODUCTOS SEGÚN EL NIVEL DE GRASA. ....	57
FIGURA 5.3 PORCENTAJE DE DISCRIMINADORES EN CADA GRUPO DE PERSONAS PARA CADA UNO DE LOS PRODUCTOS EVALUADOS.....	59
FIGURA 5.4 ESTATUS DE PROBADOR DE PROP DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS. ....	60
FIGURA 6.1 CONCENTRACIÓN DE SACAROSA PREFERIDA EN EL ARROZ CON LECHE POR LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS ANTES Y DESPUÉS DE DESAYUNAR. ....	74
FIGURA 6.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE GLUCOSA SANGÍNEA EN LOS GRUPOS DE PERSONAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO. ....	77

FIGURA 6.3 RELACIÓN ENTRE EL DULZOR PERCIBIDO Y EL ESTADO FISIOLÓGICO (PRE Y POSPRANDIAL) EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS ESTUDIADOS, PARA TRES CONCENTRACIONES DE SACAROSA ..... **79**

FIGURA 6.4 INTENSIDAD DEL DULZOR DE LA BEBIDA DE ARROZ CON TRES CONCENTRACIONES DE SACAROSA (5, 9 Y 14%) PERCIBIDA POR LOS DIFERENTES GRUPOS DE PERSONAS ESTUDIADOS, ANTES Y DESPUÉS DE DESAYUNAR. .... **81**

## Lista de abreviaturas

CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
D.E.	Desviación estándar
DM	Diabetes mellitus
DM1	Diabetes mellitus tipo 1
DM2	Diabetes mellitus tipo 2
g.l.	Grados de libertad
IDF	International Diabetes Federation
IMC	Índice de masa corporal
NID	No insulino dependientes
OMS	Oficina Mundial de la Salud
OPS	Oficina Panamericana de la Salud
PROP	6-n-propiltiouracilo

## **Capítulo 1. Justificación**

La diabetes es una de las principales causas de consulta del sistema de salud costarricense en adultos de 45 y más años (OPS, 1998), lo que representa una alta carga de morbilidad de la población. Esto hace evidente la importancia de que se establezcan estrategias eficaces que deberían aplicarse en los niveles de políticas nacionales sanitarias, de servicios sanitarios, así como de las repercusiones sobre la calidad de vida de las personas afectadas y sus familias, y sobre los sistemas de asistencia sanitaria que deben sufragar los costos de las complicaciones y la discapacidad (Jiménez, 2000).

Se ha investigado ampliamente el efecto de la dieta, el estilo de vida, la actividad física y la genética sobre la incidencia de diabetes, lo mismo que algunos componentes de los alimentos que ayudan a normalizar los niveles de glucosa e insulina en sangre, como fibra, almidón resistente, cromo, biotina, canela, ginseng, productos lácteos y alcohol. También se ha estudiado la relación del consumo de azúcar o grasa con otras enfermedades relacionadas con la diabetes, como la obesidad y la diabetes gestacional. La mayoría de estos estudios tienen un énfasis médico o nutricional (González, 2004).

Desde el punto de vista sensorial, se hace necesario investigar si en la persona diabética ocurren cambios en la percepción de la intensidad o en el agrado por el sabor dulce y así mejorar el abordaje nutricional que se debe dar a esta enfermedad; también, de existir cambios en estas variables, la percepción y/o el agrado por el sabor dulce podrían funcionar como un indicador para personas que son potencialmente diabéticas, de manera que puedan prevenir o retardar la aparición de la enfermedad.

Por lo general, los efectos del sabor dulce se miden en soluciones de agua y sacarosa, pero se ha constatado que la respuesta hedónica al dulzor está claramente influenciada por otros atributos sensoriales del alimento, incluyendo la sensación en la boca, la viscosidad o la percepción de la densidad calórica del estímulo (Drewnowski, 1987). De hecho, Mojet *et al.* (2003) y Guinard *et al.* (1996) afirman que la determinación de la intensidad de los sabores o la detección de los umbrales de estímulos en agua es poco relevante para

establecer la percepción del sabor a niveles supraumbrales en la “vida real”, dentro de alimentos complejos.

Por otro lado, se ha encontrado una asociación entre la forma en que los azúcares son consumidos y el sobrepeso. Se ha determinado que los fluidos en general son menos eficientes para incrementar la saciedad y suprimir la ingesta de alimentos que los alimentos sólidos (Saris, 2003). Por ejemplo, el consumo de bebidas dulces, especialmente las bebidas gaseosas, está asociado con sobrepeso en jóvenes y con elevada ingesta energética en niños. La energía proveniente de los azúcares utilizados como endulzantes calóricos de bebidas, es poco compensada durante el día. Estos azúcares contribuyen al exceso de ingesta energética al evadir los sistemas regulatorios (puede ser que tiempos de tránsito más rápidos y la poca distensión gástrica sean pobremente monitoreados) y por una exacerbación del hambre (Anderson y Woodend, 2003a; Benton, 2005). De hecho, esta diferencia fisiológica entre alimentos sólidos y líquidos es una de las bases principales en las cuales se desarrollaron las bebidas para deportistas con el fin de proveer la energía máxima a los músculos de los atletas. La combinación del uso frecuente de bebidas endulzadas y un estilo de vida inactivo, los cuales reducen la demanda por grasa como combustible, incrementa considerablemente el riesgo de ganar peso (Saris, 2003).

De ahí que es conveniente que la evaluación de la respuesta (intensidad o agrado) al sabor dulce se realice en alimentos más complejos que una simple disolución acuosa, utilizando un alimento líquido y otro sólido. Por otra parte, Drewnowski (1987) encontró que los pacientes obesos presentan una respuesta diferente al sabor dulce dependiendo del contenido de grasa del estímulo. A las personas obesas no les gusta las concentraciones altas de sacarosa en la leche descremada, pero les gusta la misma concentración de glucosa disuelta en la crema. Además se reconoce que en la Diabetes Mellitus tipo 2 se alteran las respuestas hedónicas a los alimentos dulces y grasos (Salbe *et al.*, 2004). Por lo tanto, adicionalmente al uso de alimentos modelo para las evaluaciones sensoriales propuestas, en el diseño del experimento se va a considerar si el resultado de tales evaluaciones puede variar al utilizar diferentes contenidos de grasa en los alimentos.

Tradicionalmente se utilizan escalas psicofísicas cuando se desean comparar las intensidades sensoriales o hedónicas percibidas por los individuos. En esta metodología la



persona indica qué tan intenso percibe un estímulo de acuerdo con los descriptores o niveles de intensidad de una escala. Para poder establecer diferencias entre grupos, se debe identificar algún tipo de estándar que sea igualmente intenso para cada grupo que, en el caso de las escalas, corresponden a los mismos descriptores. Sin embargo, a menudo los descriptores de intensidad fallan al reflejar las equivalencias percibidas en las intensidades, pues las intensidades absolutas asociadas con un descriptor dado pueden variar entre individuos dependiendo de las diferencias que estos presentan en cuanto a la experiencia o a nivel fisiológico (Bartoshuk *et al.*, 2002). Además, las escalas son relativas y las personas deben percibir diferencias muy obvias para poder localizarlas en una escala, lo que lo hace un método poco sensible (Yao *et al.*, 2003). Dado que Köster *et al.* (2004) indican que las diferencias en los procedimientos de las diferentes pruebas sensoriales pueden generar diferencias en los resultados, es importante comparar la capacidad para establecer diferencias entre las personas con y sin diabetes entre las escalas sensoriales y hedónicas y métodos considerados más sensibles, como la comparación pareada en el caso de la medición de la intensidad del dulzor y la adición de azúcar ad libitum (al gusto), en el caso de la determinación del agrado por el dulzor.

Los individuos varían dramáticamente en su sensibilidad al amargor de compuestos que contienen un grupo tiourea, como el 6-*n*-propiltiouracilo (PROP) (Prescott y Tepper, 2004). Debido a que el estatus de PROP (percibir o no el amargor de este compuesto) ha sido asociado con varios tipos de condiciones, como la obesidad (Tepper, 2004), y con el riesgo de enfermedades crónicas, como la enfermedad cardiovascular (Duffy *et al.*, 2004), neoplasma colónico (Basson *et al.*, 2005) y diabetes (Cubero y González, 2005), se considera importante evaluar la sensibilidad al PROP como un posible indicador de diabetes.

Se presume que la saciedad puede modificar las apreciaciones sensoriales. En varios estudios se ha evaluado el efecto que tiene la ingestión en ayunas de carbohidratos sobre la respuesta metabólica. Anderson *et al.* (2002) evaluaron el efecto de diferentes bebidas preparadas con carbohidratos seleccionados e ingeridas en ayunas, sobre la glucosa sanguínea y el apetito de hombres jóvenes; se encontró que la ingesta de alimentos y el apetito están inversamente correlacionadas con la respuesta de la glucosa sanguínea a los

60 minutos de haberse consumido los carbohidratos; además, los carbohidratos con un alto índice glicémico suprimen el apetito en un término corto, pero no aquellos que tienen un bajo índice glicémico. Adicionalmente, Bustos *et al.* (2002) reportan que la hiperglicemia inducida con glucosa se relaciona con una disminución de la percepción del sabor dulce. De ahí que sea importante evaluar las intensidades sensoriales y hedónicas pre y posprandiales de las personas con y sin diabetes.

Los participantes que no tienen diabetes se beneficiarían de este estudio si se encuentra alguna relación entre la propensión a la enfermedad y la percepción del dulzor, ya que sabrían que su propensión se relaciona con la mayor o menor percepción del dulzor respecto de las personas sin riesgo genético a sufrir diabetes, y podrían vigilar más de cerca su alimentación, no solo tomando en cuenta las sugerencias nutricionales, sino las hedónicas y de saciedad que hacen que la alimentación sea satisfactoria, y no se den abusos. Además, se abriría un área de investigación en el desarrollo de productos que compense esta posible disfunción. Los diabéticos tendrán la satisfacción de contribuir al mejor entendimiento de la enfermedad y probablemente ayudar a sus descendientes.

Si se encontrara relación entre la percepción y agrado del dulzor con el padecimiento de diabetes, se estaría aportando un indicador para personas que son potencialmente diabéticas, de manera que se les dictamine antes de que sufran la enfermedad y puedan prevenirla. A propósito, Torii (1997) afirma que los cambios en las preferencias podrían actuar como una alarma de la posible presencia de enfermedades metabólicas, y menciona como ejemplos el sabor salado, en el caso de la hipertensión, y el dulzor para la diabetes. Toda la población tendría beneficios de esta investigación y su aplicación tendría un costo relativamente bajo. Además se tendría una base científica para entender una parte de esta enfermedad que no ha sido explorada. Por otro lado, se estaría contribuyendo con la mejora de las metodologías sensoriales, ya que la comparación de los métodos aportará información que permita elucidar las variaciones en las medidas.

## **Capítulo 2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Comparar la percepción de la intensidad y el agrado por el sabor dulce entre los diabéticos y los no diabéticos, utilizando alimentos modelo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar el agrado por el dulzor en alimentos líquidos y semisólidos con diferente concentración de azúcar y con 2 niveles de grasa, entre grupos de personas con y sin diabetes, utilizando una escala hedónica y una prueba de adición ad libitum del azúcar.
- Comparar la percepción de la intensidad del dulzor en alimentos líquidos y semisólidos con diferente concentración de azúcar y con 2 niveles de grasa, entre grupos de personas con y sin diabetes, utilizando una escala y una prueba de comparación pareada.
- Evaluar el efecto del ayuno sobre la percepción y el agrado por el dulzor en un alimento modelo, en grupos de personas con y sin diabetes.
- Establecer el estatus de PROP en las personas con y sin diabetes.

## Capítulo 3. Marco Teórico

### 3.1 La diabetes mellitus

#### 3.1.1 Generalidades

La diabetes mellitus (DM) es un síndrome caracterizado por una hiperglucemia (concentración elevada de glucosa en sangre) y alteración del metabolismo de lípidos, carbohidratos y proteínas, y que se asocia con un grupo de complicaciones tardías, entre las que se encuentran la retinopatía, la nefropatía, la arteriopatía aterosclerótica periférica coronaria, las neuropatías del sistema autónomo y periférico, y ulceración y gangrena de las extremidades. La DM tiene orígenes genéticos, ambientales y patogénicos diversos (Berkow, 1994; Davis y Granner, 1996). La diabetes o intolerancia a los carbohidratos también se relaciona con algunos otros padecimientos o síndromes, como obesidad, dislipidemias o la enfermedad cardiovascular (Davis y Granner, 1996; Moon y Kashyap, 2004; Kadowaki *et al.*, 2003; Ronderos, 2002).

Se considera que el 50% de los diabéticos en EEUU y en Costa Rica no están diagnosticados, y esto contribuye a que al momento del diagnóstico, se encuentre un alto número de pacientes con complicaciones microvasculares ya presentes, indicando una evolución de la enfermedad, de por lo menos siete a diez años (Jiménez, 2000; Ávalos, 2004).

La incidencia de cada tipo de diabetes varía mucho en todo el mundo. En Estados Unidos alrededor de 90% de los diabéticos son no insulino dependientes (NID) (Davis y Granner, 1996), en tanto que en Costa Rica este grupo abarca el 95% de los diabéticos (CCSS, 2002). En Costa Rica la DM2 tiene una prevalencia estimada de 8% en la población mayor de 20 años, 9,4% en mayores de 40 años y aumenta a 14% en individuos de 60 años y más (Costa Rica, 2004; CCSS, 2002; OPS/OMS, 2000). En cuanto al costo económico de la diabetes, se estima que el tratamiento de la diabetes le cuesta a la CCSS 15.000 millones de colones al año (Ávalos, 2004).

### 3.1.2 Homeostasis de la glucosa

La homeostasis de la glucosa puede ser considerada como una función de la velocidad con que la glucosa entra y sale de la circulación sanguínea, o su aparición y desaparición en la sangre, respectivamente. Tradicionalmente se describe un modelo de homeostasis bihormonal, en que la insulina, producida por las células  $\beta$  del páncreas, es el regulador clave de la desaparición de la glucosa, ejerciendo sus efectos durante el periodo posprandial, y el glucagón, secretado por las células  $\alpha$  del páncreas, es el regulador clave de la aparición de la glucosa, ejerciendo su efecto durante el periodo de ayuno. Aunque el glucagón y la insulina son las hormonas principales que mantienen la concentración de glucosa en un rango estrecho, otras hormonas también participan en este proceso (Triplitt *et al.*, 2006). Por otra parte, la insulina es la hormona primaria que se encarga de controlar la captación, la utilización y almacenamiento de nutrientes celulares, no solo de azúcares, por lo que sus acciones comprenden la estimulación del uso y almacenamiento de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos, en tanto que bloquea procesos catabólicos, como la hidrólisis del glucógeno, grasa y proteína (Davis y Granner, 1996).

Se ha observado que la administración oral de glucosa incrementa más la secreción de insulina que la administración intravenosa, a pesar de que se obtienen concentraciones sanguíneas similares. Este efecto, llamado efecto “incretina”, sugiere que factores derivados a nivel intestinal son importantes en regular la disposición de la glucosa. Dos hormonas gastrointestinales, el polipéptido insulínico dependiente de glucosa (GIP, por sus siglas en inglés) y el péptido-1 parecido al glucagón (GLP-1, por sus siglas en inglés), conocido como incretina, son responsables de la mayoría del efecto “incretina”. Ambas hormonas son secretadas en respuesta a la ingesta de carbohidratos o grasa. El GLP-1 es un potente insulínico que ayuda a regular la velocidad del vaciado gástrico y suprime la secreción de glucagón de una manera dependiente de glucosa. Por comparación, el GIP intensifica la secreción de insulina dependiente de glucosa y regula el metabolismo de la grasa, pero no inhibe la secreción de glucagón o el vaciado gástrico (Triplitt *et al.*, 2006).

Después de comer, la insulina promueve la desaparición de la glucosa plasmática, primariamente en el músculo pero también en el hígado y el tejido graso, e inhibe la

producción hepática de glucosa. Las concentraciones incrementadas de glucosa, insulina, amilina y el GLP-1 inhiben la secreción de glucagón por las células. El incremento resultante en la relación insulina: glucagón señala al hígado realizar el cambio de una producción neta de glucosa a la captación de glucosa, la cual es almacenada en forma de glucógeno (glucogénesis). Cuando los niveles de glucosa disminuyen en el estado de ayuno, el glucagón se vuelve importante al incrementar la producción hepática de glucosa para prevenir una disminución anormal en las concentraciones plasmáticas de este azúcar (Triplitt *et al.*, 2006).

### **3.1.3 Patogénesis de la diabetes**

La glucosa, un azúcar simple, es el principal combustible del cuerpo. En la diabetes mellitus, a pesar de que este azúcar está presente en la sangre, las células del cuerpo no pueden obtener el azúcar que necesitan (Barnard, s.f.), lo cual puede deberse a diferentes razones.

De manera general, se describen dos tipos de diabetes mellitus:

a. Diabetes mellitus tipo 1 (DM1), anteriormente denominada diabetes mellitus insulina dependiente: se debe a una destrucción de las células productoras de insulina, por lo que habrá un suministro inadecuado de insulina, sin la que las membranas celulares mantienen la glucosa fuera de las células, y requiere un tratamiento crónico con insulina; generalmente empieza en la niñez y se diagnostica por lo general antes de los 30 años, no está asociada con la obesidad, pero sí con factores ambientales, como virus o ciertos alimentos, y tiene un componente genético intermedio, relacionado con los genes que controlan la respuesta inmunitaria (Berkow, 1994; Davis y Granner, 1996; Barnard, s.f.).

b. Diabetes mellitus tipo 2 (DM2), otrora llamada diabetes mellitus no insulino dependiente: se caracteriza por un deterioro de la respuesta de secreción de insulina a la glucosa (deficiencia de insulina) debido a un defecto de las células pancreáticas  $\beta$ , y/o a una reducción de la efectividad de la insulina (resistencia a la insulina) causada por una disminución de la sensibilidad de los tejidos a esta hormona; por lo general no requiere tratamiento con insulina, se diagnostica después de los 30 años, tiene un componente genético muy alto y se asocia con factores ambientales, entre ellos la obesidad (Berkow, 1994; Davis y Granner, 1996).

En la clasificación de los tipos de diabetes se mencionan además la diabetes mellitus gestacional, que se refiere a la intolerancia a la glucosa que aparece durante el embarazo, y otros tipos específicos de diabetes que resultan consecuencia de síndromes genéticos específicos, enfermedades endocrinas, drogas, infecciones y otros factores (Meltzer *et al.*, 1998).

La DM2 es una enfermedad multifactorial cuya causa o causas no son claras. Se sabe que en los pacientes hay reducción de la masa de células  $\beta$  y defectos de la secreción de insulina, siendo la manifestación más temprana la pérdida de la periodicidad regular de la secreción de dicha hormona. Esas anormalidades de la célula  $\beta$  pueden depender de la desensibilización por hiperglucemia crónica. Mientras las personas con hiperglucemia leve presentan concentraciones de insulina similares a las de los testigos euglicémicos, aunque consideradas inapropiadamente bajas para el estímulo hiperglicémico existente, los individuos con hiperglicemia más grave muestran hipoinsulinemia manifiesta (Davis y Granner, 1996).

La influencia de la herencia en la DM2 es mayor que para la DM1, y se estima que representa de un 40 a 80% de la susceptibilidad total a la enfermedad. La DM2 es un desorden poligénico y aparentemente existen muchos genes involucrados en el control de la secreción y acción de la insulina y es probable que en conjunto tomen parte en el desarrollo de la DM2 (Holt, 2004).

Se señala que el 100% del incremento en la prevalencia de DM2 y obesidad en los Estados Unidos durante la segunda mitad del siglo XX puede atribuirse a un ambiente cambiante y a su interacción con los genes, puesto que un 0% del genoma humano ha cambiado durante este periodo (Roberts y Barnard, 2005). Los factores ambientales más importantes para la diabetes son la obesidad/dieta y la inactividad física (Holt, 2004; Van Dam *et al.* 2002; Roberts y Barnard, 2005). La masiva explosión de la obesidad es ampliamente responsable por el incremento en la diabetes. Se estima que el 80% de todos los casos nuevos de diabetes pueden ser atribuidos a la obesidad. El riesgo de desarrollar DM2 se incrementa a través del rango normal del índice de masa corporal (IMC), de manera que el riesgo de diabetes de una mujer en la edad madura, cuyo IMC está sobre 35 kg/m<sup>2</sup>, es 93,2 veces mayor que en una mujer cuyo IMC está por debajo de 22,5 kg/m<sup>2</sup>.

En adición a la adiposidad total, la distribución de la grasa es importante. Para cualquier nivel de obesidad, entre más grasa visceral tenga un individuo, mayor es el riesgo de desarrollar diabetes. La inactividad física está también relacionada con la diabetes, las personas que realizan más de 200 min/sem de ejercicio, tienen un riesgo 46% menor en comparación con aquellos que realizan menos de 20 min/sem de ejercicio (Holt, 2004).

Existe también evidencia que sugiere que factores dietéticos juegan un papel en el desarrollo de DM2. Van Dam *et al.* (2002) encontraron que la ingesta de grasa total y saturada está asociada con un alto riesgo de DM2, pero esta asociación no es independiente del IMC. Estos autores comentan que, en estudios con animales, el tipo de grasa en la dieta puede tener un efecto sobre la sensibilidad a la insulina, debido a los cambios en la composición de los ácidos grasos de los lípidos de la membrana celular. Una elevada proporción de grasa insaturada puede mejorar la señal de la insulina al incrementar la fluidez de la membrana. Además, el consumo frecuente de carnes procesadas puede incrementar el riesgo de DM2. Este hallazgo podría estar relacionado con la presencia de nitrosaminas, las cuales se sabe que son tóxicas para las células  $\beta$ .

En la literatura se mencionan los siguientes factores metabólicos como posiblemente involucrados en el desarrollo de la obesidad y la resistencia a la insulina que llevan a la DM2:

a. El aumento de las concentraciones de ácidos grasos libres (ácidos que se encuentran en la sangre procedentes de la ruptura de las grasas), los cuales desempeñan un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos al aumentar la producción y salida de glucosa del hígado (Milton S. Hershey Medical Center, 2006; Bergman, 2002; Elliott *et al.*, 2002). La exposición a concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados además puede reducir la resistencia a la insulina a través de un incremento en el contenido intramolecular de lípidos y, con el tiempo, puede tener un efecto deletéreo en la función de la célula  $\beta$  (Elliott *et al.*, 2002).

b. El aumento de las concentraciones de leptina, una hormona producida por las células grasas, que tiene efectos sobre la regulación del balance energético graso y sobre la secreción de insulina por el páncreas (Milton S. Hershey Medical Center, 2006;



Kirchgeßner *et al.*, 1997). En condiciones normales, la leptina actúa a nivel de hipotálamo inhibiendo la ingesta de alimentos e incrementando el gasto energético (Pi-Sunyer *et al.*, 1999). También se ha encontrado que la leptina suprime las respuestas sensoriales a las sustancias dulces a través de su acción sobre células específicas del gusto (Shigemura *et al.*, 2004). Pero las personas obesas tienen niveles muy altos de leptina, lo que supone una inhabilidad para entrar al Sistema Nervioso Central o un defecto postreceptor en la subsecuente cascada de señales de la leptina (Pi-Sunyer *et al.*, 1999). También existe evidencia de que la leptina puede inhibir de manera directa la secreción de insulina por parte de las células pancreáticas (Ceddia, 2002).

c. El aumento de las concentraciones de moléculas señalizadoras derivadas de los adipocitos, denominadas adipocitoquinas, especialmente el factor de necrosis tumoral (o TNF por sus siglas en inglés), un componente del sistema autoinmunitario que tiene efectos importantes en el metabolismo energético y el control del apetito, y que modula la producción de leptina (Milton S. Hershey Medical Center, 2006; Kirchgeßner *et al.*, 1997; Gong *et al.*, 2003). Hotamisligil *et al.* (1994) indican que el TNF participa en la resistencia sistémica a la insulina relacionada con la obesidad, al inhibir la actividad de tirosina cinasa del receptor de insulina en los dos tipos de tejidos principalmente responsables de la captación de glucosa estimulada por insulina: el músculo y el tejido adiposo.

Cualesquiera que sean las causas de la diabetes, las anomalías en las concentraciones de glucosa e insulina conducen a alteraciones del metabolismo de carbohidratos, lípidos, cetonas y aminoácidos. Por lo tanto, en un diabético hiperglicémico mal controlado se tendrá una velocidad aumentada de gluconeogénesis, un incremento de la producción y excreción de urea y amoníaco, producción de cuerpos cetónicos, hipertrigliceridemia e hipercolesteremia. Además, se presentará engrosamiento de la membrana basal capilar con el consecuente estrechamiento progresivo de la luz de los vasos, lo que causa perfusión inadecuada de regiones críticas de ciertos órganos. Sin embargo, el factor del cual depende la aparición de casi todas las complicaciones de la diabetes es la exposición prolongada de los tejidos a concentraciones altas de glucosa, ya sea por sus acciones sobre el metabolismo celular o por la acumulación de productos

glicosilados de manera no enzimática y de alcoholes derivados de azúcar osmóticamente activos, como el sorbitol, en los tejidos (Davis y Granner, 1996).

#### **3.1.4 La diabetes y el consumo de alimentos**

A pesar de que el consumo de azúcar no ha podido ser relacionado con la aparición de la DM, e inclusive estudios epidemiológicos han determinado que existe una relación inversa entre la ingesta de azúcar y la DM (Anderson, 1997), una vez diagnosticada, el control del consumo de carbohidratos es esencial para mantener niveles apropiados de glucosa en sangre, lo cual disminuye el riesgo de complicaciones debidas a la enfermedad. A pesar de que el azúcar (sacarosa) consumido con moderación es aceptado como un componente de la dieta de los diabéticos, debido a que posee un relativamente bajo índice glicémico, las asociaciones de diabetes proceden aún con cautela, y recomiendan para los individuos con diabetes una ingesta de azúcares más baja que la de la población general (Anderson, 1997).

Se ha encontrado que las personas recién diagnosticadas con diabetes tienen una torpe respuesta gustativa con un grado importante de especificidad a la glucosa, que se traduce en un incremento en el umbral de detección de la glucosa y en el umbral de reconocimiento de la glucosa y la sal, y en un deterioro de las curvas dosis-respuesta de glucosa. El tratamiento con dieta y drogas hipoglicemiantes orales por un periodo de 3 a 5 meses corrigen la hiperglicemia, lo que parcialmente repara los defectos en el gusto. Las anomalías halladas pueden influenciar la elección premórbida de nutrientes, con una preferencia por los alimentos de sabor dulce, exacerbando la hiperglicemia (Perros *et al.*, 1996).

Se cree que en algunos individuos hay una fuerza irresistible que los conduce a comer más de lo que necesitan, incrementando el riesgo de que se vuelvan obesos. En los sujetos obesos se encuentra particularmente elevada la actividad de algunas regiones del cerebro, especialmente aquellas relacionadas con la generación de emociones y el reconocimiento del sabor de los alimentos (Del Parigi *et al.*, 2004). Y es que existe una relación muy importante entre la aparición de la DM2 y la obesidad; de hecho, las personas que tienen un peso 20% mayor al peso ideal poseen mayor riesgo de padecer de diabetes. En Estados Unidos el 70% de las personas con DM2 son obesas (Davis y Granner, 1996). También

existe un componente metabólico en los perfiles lipídicos de las personas obesas que está relacionado con la diabetes; en un estudio realizado con adolescentes obesos en Puerto Rico, se encontró que la resistencia a la insulina, más que la adiposidad por sí misma, puede ser responsable de ciertas anormalidades de los lípidos (altos niveles de triglicéridos y bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad) (Suárez *et al.*, 2004).

Comparaciones realizadas entre dos grupos de mujeres embarazadas mostraron que la mujeres con diabetes millitus gestacional (DMG) gustaron significativamente más del dulzor, la cremosidad y el sabor de una leche con sabor a fresa endulzada con 10% de sacarosa que las mujeres embarazadas sin DMG, y que los valores de glucosa en sangre de las mujeres embarazadas con DMG correlacionaron con un incremento en el agrado por el sabor de la glucosa y con un elevado consumo de frutas y jugos de frutas. También se encontró que las mujeres embarazadas con o sin DMG tienden a otorgar valores menores de intensidad del dulzor de soluciones de glucosa que las mujeres no embarazadas, pero esta diferencia no fue significativa ( $p < 0,06$ ) (Tepper y Seldner, 1999). Tepper *et al.* (1996) hallaron que en sujetos con diabetes los valores pico de agrado por bebidas seleccionadas correlacionan en forma positiva con el dulzor de la dieta. Esto sugiere que en la diabetes las valoraciones hedónicas de bebidas endulzadas se relacionan más con el dulzor de los alimentos de la dieta que con un cambio en la percepción del sabor dulce.

Con el fin de determinar si en la diabetes existe un defecto generalizado en el reconocimiento de la glucosa, Lawson *et al.* (1979) midieron la detección del sabor y la preferencia en jóvenes y adultos diabéticos y en parientes sanos en primer grado de personas diabéticas. Los adultos diabéticos y los familiares de diabéticos presentaron un umbral para la glucosa significativamente más alto que los controles. Los adultos diabéticos además demostraron un umbral para la sacarosa mayor que los controles. No hubo diferencias en la detección de la sal en ninguno de los grupos. No se encontraron diferencias en la preferencia por la glucosa o la sacarosa, pero tanto los adultos diabéticos como los familiares de diabéticos prefirieron concentraciones más bajas de sal que los controles. Estos hallazgos indican que puede existir un deterioro extenso del reconocimiento celular de la glucosa en los adultos diabéticos, en tanto que se apoya la

idea generalizada de que los diabéticos jóvenes tienen un defecto específico de las células beta del páncreas.

### **3.2 Pruebas sensoriales**

#### **3.2.1 Pruebas de agrado**

Tanto en alimentos como en otros productos, se utilizan principalmente dos tipos de pruebas sensoriales con consumidores: la medida de preferencia y la medida de aceptación (Lawless y Heymann, 1999).

En la medida de preferencia, el consumidor tiene que escoger entre uno o más productos (Lawless y Heymann, 1999). La comparación pareada constituye probablemente la primera prueba sensorial formal desarrollada para valorar la preferencia. El sujeto debe indicar cuál producto prefiere entre dos productos codificados, haciendo una escogencia forzada; en este caso los datos se analizan con base en una distribución binomial.

Frecuentemente, en las pruebas de preferencia se incluye la opción “no prefiere” (o “agradan las dos”) como tercera opción y existe una cuarta opción, “desagradan ambas de igual manera” (Stone y Sidel, 2004; Lawless y Heymann, 1999). La inclusión de la opción “no prefiere” elimina la escogencia forzada entre los dos productos, permitiendo a los consumidores realizar una escogencia honesta. Sin embargo, complica el análisis de los datos pues, por no haber escogencia forzada, se invalida el uso de las pruebas estadísticas que se basan en el supuesto de una escogencia al azar cuando no se percibe la diferencia, disminuye la potencia de la prueba debido a que puede disminuir el número de sujetos utilizables en el análisis de datos, y podría dar a los consumidores una “salida fácil” ya que, al no tener que escoger, puede ser que no escojan (Lawless y Heymann, 1999).

En las medidas de aceptación o agrado generalmente los consumidores valoran su agrado por el producto utilizando una escala (Lawless y Heymann, 1999). Con este fin, la escala hedónica de nueve puntos es probablemente el método sensorial más utilizado, habiendo sido usado extensamente con considerable éxito en una amplia variedad de productos (Stone y Sidel, 2004). Esta escala supone que las preferencias del consumidor existen en un “continuum” y que la preferencia puede ser categorizada por medio de respuestas basadas en gustos y disgustos (Lawless y Heymann, 1999). Así la escala se

extiende desde “gusta extremadamente” hasta “disgusta extremadamente”, con un punto central etiquetado como “ni gusta ni disgusta”.

A pesar de la amplia difusión de su uso, la escala hedónica presenta problemas potenciales asociados con las escalas de categorías: se aplican métodos de análisis paramétricos a una escala que es bipolar, las categorías no están necesariamente igualmente espaciadas, la categoría neutral hace a la escala menos eficiente y el consumidor tiende a evitar las categorías extremas, lo que reduce la habilidad para diferenciar entre alimentos extremadamente agradables o entre aquellos extremadamente desagradables (Stone y Sidel, 2004; Lawless y Heymann, 1999; Schutz y Cardello, 2001). A veces se considera la reducción de la escala a 7 o aún a 5 puntos, dado que se supone que el consumidor no expresará reacciones extremas. En la reducción del número de puntos de la escala también se puede considerar eliminar el número de respuestas negativas, aplicándose la filosofía de que, cuando se desarrolla un producto que se quiere sacar al mercado, la compañía no hará ni probará ningún producto que sea realmente malo (Lawless y Heymann, 1999). Debido a los problemas asociados con las escalas hedónicas, se pueden utilizar otras escalas para medir el agrado, incluyendo las escalas lineales no estructuradas y la estimación de magnitud afectiva (Lawless y Heymann, 1999; Schutz y Cardello, 2001).

Una variación de las escalas utilizadas en aceptación lo constituye la escala de “apenas ideal” (o “justo-correcto”), la cual mide la “deseabilidad” de un atributo específico. Esta escala se utiliza a menudo para determinar los niveles óptimos de los atributos en un producto. Por ejemplo, la escala se anclaría con “insuficientemente salado” a la izquierda, “apenas ideal” en el centro y “demasiado salado” a la derecha para evaluar sopas. La evaluación de los resultados provee información direccional útil en la reformulación u optimización de un producto (Lawless y Heymann, 1999).

Adicionalmente a las pruebas de comparación y de escalas, cuando se requiere evaluar el agrado por un alimento o un componente de éste que otorga una característica en particular, resulta muy útil la utilización de pruebas ad libitum (o “al gusto”), las cuales miden el agrado ya sea a través de la cantidad consumida del alimento, o ya sea midiendo la concentración final de un ingrediente, por ejemplo sal o azúcar, que es añadido por el

panelista (Guinard *et al.*, 1996; Pokorný *et al.*, 1994; Raben *et al.*, 2003; Raben *et al.*, 2001; Tanimura y Mattes, 1993; Yeomans *et al.*, 2004). En una variación de esta última forma, la persona obtiene la intensidad deseada de una cierta característica en un producto a través de la mezcla “al gusto” de dos muestras del mismo producto con concentraciones baja y alta de dicha característica, como en el experimento realizado por Guinard *et al.* (1996) para relacionar el agrado por el contenido de alcohol en la cerveza con la percepción del sabor amargo.

Las pruebas ad libitum son muy utilizadas en estudios que pretenden estimar el consumo de alimentos o la ingesta energética de diferentes tipos de alimentos. Un ejemplo es el estudio de Raben *et al.* (2001) donde se obtuvo que tanto mujeres que nunca han sido obesas como mujeres posobesas tienden a realizar un consumo energético más bajo cuando consumen una dieta alta en almidón en comparación con dietas altas en sacarosa o en grasa. Además, las mujeres posobesas realizan un consumo energético mayor que las mujeres que nunca han sido obesas cuando se someten a una dieta alta en grasa. Otro ejemplo lo constituye el estudio de Raben *et al.* (2003), quienes, comparando alimentos con similar densidad calórica y contenido de fibra pero diferente aporte energético de la proteína, los carbohidratos, la grasa o alcohol, encontraron que la ingesta energética ad libitum y la saciedad no son significativamente diferentes entre los distintos alimentos.

### **3.2.2 Pruebas para la medición de la intensidad sensorial**

Para establecer la intensidad de una cierta propiedad en un conjunto de alimentos se pueden utilizar básicamente dos tipos de pruebas: las pruebas de discriminación o diferencia y las escalas.

Las pruebas de discriminación o de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir dos muestras entre sí, por medio de análisis sensorial. Estas pruebas se utilizan principalmente para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible en la apariencia, sabor o textura de un alimento, como resultado de su almacenamiento o si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración o alteración en algún ingrediente (Watts *et al.*, 1992), tal y como fueron aplicadas en los trabajos de Delwiche y Liggett (2004) y de Cros *et al.* (2004). Las pruebas de diferencia también son utilizadas en la determinación de umbrales, como en los estudios de Pangborn (1961) y de Wright *et al.* (2003), y en la selección de

evaluadores sensoriales, según reportan Hough *et al.* (1998) y Shirose y Mori (1984). También las pruebas de comparación permiten establecer cuál muestra posee más o menos de una cierta propiedad sensorial (O'Mahony, 1995).

Cuando se realiza una prueba de diferencia los dos alimentos deben ser muy similares entre sí, o sea, deben ser difíciles de distinguir (O'Mahony, 1990). Por esta razón, para poder llevar a cabo una prueba de diferencias respecto a una característica específica, las otras características de las muestras que se están comparando deben ser idénticas (Watts *et al.*, 1992). También es importante que todas las combinaciones posibles de las muestras se presenten de forma balanceada (un número similar de veces) y que la presentación de las muestras sea aleatoria.

Para la comparación de dos muestras se han diseñado varias pruebas, siendo una de las más sensibles la **comparación pareada** o **2-selección forzada alternativa** (2-AFC, por sus siglas en inglés) (Ennis, 1990; Ennis, 1993; O'Mahony, 1990), en que el panelista es forzado a indicar cuál entre dos muestras es más alta que otra en términos de un atributo específico, tal como dulzura, salinidad, etc. (Jiamyangyuen *et al.*, 2002).

Por otra parte, a pesar de que las escalas son usadas para una variedad de situaciones donde es deseable cuantificar sensaciones, actitudes o preferencias, históricamente las técnicas de escalas se utilizan como modelo psicofísico de las sensaciones de intensidad. La idea es que al incrementarse la energía o la concentración de un estímulo físico, se obtendrá un aumento en cuán fuerte algo se siente, se ve, huele o sabe (Lawless y Heymann, 1999).

Para obtener resultados valiosos, una escala debería (Stone y Sidel, 2004):

- *Tener sentido para las personas.* Las palabras utilizadas en las preguntas o en las escalas deben ser familiares, fáciles de entender y sin ambigüedades.
- *Ser fácil de utilizar*
- *Ser imparcial.* Los resultados no deben ser un artefacto de la escala, por lo que esta debe constituir un instrumento “nulo” que no influya la respuesta de los panelistas.
- *Ser relevante.* La escala debe ser válida, o sea, debe ser capaz de medir el atributo, característica o actitud que se intenta medir.
- *Ser sensible a las diferencias.* No todas las escalas son igualmente sensibles al medir diferencias. Las variables que tienen un mayor efecto en la sensibilidad

(capacidad para detectar diferencias) de una escala son la longitud de la escala y el número de categorías de la escala.

- *Ser flexible*, para que los resultados puedan ser analizados por una variedad de métodos estadísticos. Esto permite aplicar estadísticas más potentes e incrementar la oportunidad de identificar eventos significativos.

Según Jeon *et al.* (2004), en un experimento psicofísico bien diseñado que utilice escalas, los estímulos deberían ser distinguibles y no deberían darse distorsiones debido a la adaptación. Para estímulos que sean discriminables, donde la medición con escalas fuera apropiada, es posible que diferentes tipos de escalas puedan inducir diferentes estrategias cognitivas o reglas de decisión, las cuales podrían resultar en diferencias en la capacidad discriminadora de las escalas (Jeon *et al.*, 2004). Por ejemplo, está bien documentado que los datos obtenidos de experimentos de categorías y escalas de proporción, como la estimación de magnitud<sup>1</sup>, son diferentes. Se ha sugerido que la discriminación es la base de las valoraciones realizadas con escalas de categorías y, debido a que la discriminación cambia con la magnitud de la diferencia entre los estímulos, podría esperarse que los datos de la escala de categorías se desvíen de los datos de la escala de magnitud. Sin embargo, entre estas dos escalas existe una relación, pero que no es lineal. Se podría pensar que una escala se deriva de la otra, pero también existe otra corriente que afirma que se trata de dos escalas diferentes: una escala de magnitud y una escala de disimilaridad (Stone y Sidel, 2004).

La capacidad discriminadora también podría depender de otros factores como el olvido o la memoria, la adaptación, pérdida de atención, falta de interés, no poder reevaluar las muestras o ajustar las calificaciones de las muestras ya valoradas, y el hecho de que los estímulos no sean fácilmente distinguibles (Jeon *et al.*, 2004; Kim y O'Mahony, 1998).

Entre los diferentes tipos de escalas, se destaca la **escala de intervalos**, aquella en la que el intervalo o distancia entre los puntos de la escala se supone que son equivalentes y la escala posee un punto “cero” arbitrario, de modo que no se pretende realizar una medida

---

<sup>1</sup> La estimación de magnitud es un tipo de escala de proporción en que el evaluador es llevado a asignar números positivos que reflejen la proporción de las magnitudes de sensación que ha experimentado (Lawless y Heymann, 1999).



“absoluta” del atributo medido (Stone y Sidel, 2004). La **escala de categorías** y la **escala lineal** son utilizadas comúnmente como escalas de intervalos. La escala de categorías está dividida en intervalos o categorías de idénticas magnitudes, identificándose las categorías con términos descriptivos y/o números; se pueden identificar todas las categorías o algunas de ellas (extremos y/o punto medio) y por lo general se utilizan de 5 a 9 categorías (Watts *et al.*, 1992). En las escalas lineales o gráficas la idea es que el panelista haga una marca en una línea para indicar la intensidad o cantidad de alguna característica sensorial. Hay escalas lineales de varias longitudes, pero lo más común es la escala de 15 cm. Se acostumbra etiquetar los extremos y, a veces, el punto medio de la escala (Lawless y Heymann, 1999; Watts *et al.*, 1992). Se pueden utilizar “anclas” para ayudar a evitar los efectos asociados con la reticencia de los sujetos a utilizar el fin de la escala (Lawless y Heymann, 1999). Además, el uso de estándares clarifica la interpretación de términos y ayuda a vencer las barreras de comunicación originadas en el diferente significado que los términos pueden tener para los panelistas (Murray y Delahunty, 2000).

Las escalas de intervalos se consideran escalas verdaderamente cuantitativas, y la mayoría de los procedimientos estadísticos pueden ser utilizados para su análisis; esto incluye, promedios, desviación estándar, prueba t, análisis de varianza, pruebas de comparación múltiple, regresión, análisis factorial, etc. Los valores numéricos también pueden convertirse en rangos para ser analizados con estadística para datos ordenados (Stone y Sidel, 2004).

Según Green *et al.* (1993), la forma más directa para estudiar diferencias perceptuales entre sujetos y obtener datos sobre la fuerza absoluta de las sensaciones es el uso de la escala de categorías. Sin embargo, cuando se usan descriptores espaciados linealmente, tanto las funciones psicofísicas como la información semántica acerca de la intensidad perceptual resultan alteradas. De ahí que el autor construyó una escala de sensaciones orales, denominada escala rotulada de magnitud oral (LMS, por sus siglas en inglés), en que las personas evalúan las magnitudes perceptuales en el contexto de sensaciones gustativas imaginarias y somestéticas. Esta escala posee una distribución no-lineal (cuasilogarítmica) entre los descriptores verbales, y produce funciones psicofísicas comparables a las producidas por la estimación de magnitud (Green *et al.*, 1993), escala

que ha sido ampliamente utilizada en la comparación de poblaciones (Lawless y Malone, 1986). Posteriormente, Bartoshuk (2003) señaló que la variación genética y las patologías causan variación en el mundo de los sabores de los individuos y también Bartoshuk *et al.* (2002) encontraron que los resultados en el uso de la LMS varían entre individuos por las diferencias en experiencia y en su fisiología. Una solución es preguntar a los sujetos por la intensidad del sabor relativa a un estándar (por ejemplo el sonido) no relacionado con el sabor. Suponiendo que el sabor y el oído no están relacionados, las valoraciones de sonido serán, en promedio, las mismas entre todos los grupos (Bartoshuk, 2003).

En el año 2002, Bartoshuk *et al.* propusieron la utilización de una escala rotulada de magnitud general (LMSg), no solo de sensaciones orales de sabor, para evaluar la intensidad de los sabores, en la que se recomienda usar como estándar la sensación más fuerte que cada persona específicamente haya experimentado, utilizándose sensaciones tales como el dolor o la quemadura oral, la luz o el sonido para etiquetar la escala. Estos autores recomiendan la etiqueta “luz más brillante que usted haya visto jamás” como estándar máximo de la escala cuando se quiere establecer diferencias entre personas con diferente sensibilidad al compuesto amargo propiltiouracilo (PROP). Esta observación debe ser considerada cuando se realizan estudios sobre diabéticos pues Cubero y González (2005) encontraron que entre las personas diabéticas existe un mayor porcentaje de superprobadores de PROP que entre las personas no diabéticas, con o sin ascendencia.

## **Capítulo 4.**

### **Agrado por el sabor dulce de diabéticos y no diabéticos, utilizando dos metodologías de medición**

#### **4.1 Resumen**

La diabetes se ha asociado con alteraciones de las respuestas hedónicas al dulzor y a la grasa de los alimentos. Cerca del 80% de los casos de diabetes pueden ser atribuidos a la obesidad, en tanto que un elevado consumo de grasa se ha relacionado con alteraciones del metabolismo de la grasa y de la insulina.

El objetivo de este estudio fue comparar el agrado por el dulzor de diferentes alimentos entre diabéticos y no diabéticos, utilizando dos metodologías.

El agrado fue evaluado por tres grupos de personas con índices similares de masa muscular (IMC) y edad en cada uno. El primer grupo estuvo compuesto por 24 diabéticos, el segundo grupo por 28 no diabéticos con ascendencia diabética y el tercer grupo por 28 no diabéticos sin ascendencia diabética; cada grupo con proporciones similares de hombres y mujeres. El agrado fue medido usando una escala hedónica lineal de 10 cm y una prueba ad libitum. Con la escala se evaluaron una bebida láctea de arroz (líquido) y un arroz con leche (semisólido) preparados con dos concentraciones de grasa de la leche (0,1% y 3-3,3%) y endulzados con tres concentraciones de sacarosa (5, 9 y 14% para la bebida; 7, 11 y 17% para el arroz con leche). Para la prueba ad libitum cada sujeto adicionó azúcar al gusto a cada uno de los cuatro productos y se determinó los grados Brix de los productos endulzados.

En la prueba de escala hedónica a los diabéticos les agradó el dulzor de cada producto más que a los no diabéticos. A los diabéticos les gustó más el dulzor de los productos bajos en grasa que a los no diabéticos. No hubo diferencias entre grupos en el agrado por el dulzor de los productos altos en grasa. El dulzor de la bebida fue más agradable que el del arroz con leche para los diabéticos y las personas con ascendencia.

Las personas sin ascendencia agregaron cantidades de azúcar similares a los cuatro productos evaluados, las personas con ascendencia añadieron menos azúcar que los otros

grupos de personas a todos los productos con excepción de la bebida alta en grasa y los diabéticos agregaron diferentes cantidades de azúcar a cada uno de los productos.

Usando la escala hedónica, una bebida con bajo contenido de grasa permitió una mejor diferenciación entre diabéticos y no diabéticos (con o sin ascendencia). En la prueba ad libitum el arroz con leche alto en grasa permitió diferenciar mejor las personas sin ascendencia de las personas con ascendencia y de los diabéticos.

## **4.2 Introducción**

La diabetes mellitus es considerada en Estados Unidos una enfermedad en expansión, la cual tiene una prevalencia a nivel mundial superior a 6,5% (Geiss *et al.*, 2007; IDF, 2006). Específicamente en Costa Rica, la prevalencia de la diabetes mellitus en la población mayor de 20 años o más es del 8% (Costa Rica, 2004) y, dentro de la población de 45 años y más, la diabetes es considerada una de las principales causas de consulta del sistema de salud (Jiménez, 2000). La diabetes ha sido ampliamente asociada con cambios en la percepción del sabor dulce y con la obesidad, y esta, a su vez, se ha relacionado con cambios en la percepción del dulzor y del contenido de grasa en los alimentos y con trastornos del metabolismo de los lípidos y de la insulina (Salbe *et al.*, 2004; Perros *et al.*, 1996; Tepper *et al.*, 1996; Tepper y Seldner, 1999; Davis y Graner, 1996; Holt, 2004; Van Dam *et al.* 2002; Drewnowski, 1987; Suárez *et al.*, 2004; Roche, 2003; Ceddia *et al.*, 2002; Boden y Laakso, 2004).

Se presentan contradicciones entre los estudios que se han llevado a cabo para la valoración hedónica del dulzor de los alimentos, las cuales se derivan, principalmente, de las diferencias en los métodos utilizados para medir el agrado de los alimentos, y a las características de las matrices utilizadas (soluciones acuosas, bebidas, alimentos sólidos o semisólidos) y de su composición, así como de las diferencias entre los sujetos estudiados (Pangborn y Giovanni, 1984; Harper *et al.*, 2007; Raben *et al.*, 2003; Drewnoski *et al.*, 1989).

Se ha establecido que la respuesta hedónica al dulzor está claramente influenciada por varios atributos sensoriales del alimento, incluyendo la sensación en la boca, la viscosidad o la percepción de la densidad calórica del estímulo (Drewnowski, 1987) y que, por lo

tanto, la medición de la percepción del dulzor en una simple solución de sacarosa en agua es poco relevante para establecer lo que ocurriría en la “vida real”, dentro de alimentos más complejos (Mojet *et al.*, 2003; Guinard *et al.*, 1996). Adicionalmente, el efecto sobre la saciedad y la supresión de la ingesta de alimentos fluidos es menor que el de los alimentos sólidos (Mattes, 2005; DiMeglio y Mattes, 2000; Saris, 2003).

Por otro lado, se ha encontrado que los pacientes obesos presentan una respuesta diferente al sabor dulce dependiendo del contenido de grasa del estímulo Drewnowski (1987) y que en la Diabetes Mellitus tipo 2 se alteran las respuestas hedónicas a los alimentos dulces y grasos (Salbe *et al.*, 2004). Por lo tanto, es posible que las personas prefieran niveles distintos de dulzor en cada tipo de alimento y que los resultados comparativos entre grupos obtenidos con un alimento difieran al utilizar una matriz diferente. La gran influencia que las características del alimento tienen sobre la percepción de un atributo sensorial lleva a suponer que la elección de una matriz de prueba errónea puede ser una de las razones por las que no se encuentran diferencias entre grupos que se supone tienen diferentes sensibilidades.

Con el fin de predecir el consumo de alimentos, la aceptación o agrado que los consumidores tienen por un producto se miden utilizando escalas (Lawless y Heymann, 1999; Hoyer, 2003). La escala hedónica de nueve puntos es probablemente el método sensorial más utilizado, habiendo sido usado extensamente con considerable éxito en una amplia variedad de productos (Stone y Sidel, 2004). Esta escala supone que las preferencias del consumidor existen en un “continuum” y que la preferencia puede ser categorizada por medio de respuestas basadas en gustos y disgustos (Lawless y Heymann, 1999).

A pesar de la amplia difusión de su uso, la escala hedónica presenta problemas potenciales asociados con las escalas de categorías: se aplican métodos de análisis paramétricos a una escala que es bipolar, las categorías no están necesariamente igualmente espaciadas, la categoría neutral hace a la escala menos eficiente y el consumidor tiende a evitar las categorías extremas, lo que reduce la habilidad para diferenciar entre alimentos extremadamente agradables o entre aquellos extremadamente desagradables (Stone y Sidel, 2004; Lawless y Heymann, 1999; Schutz y Cardello, 2001).

El valor predictivo de los resultados obtenidos en el laboratorio con la escala hedónica presenta otras limitaciones: 1) falta el contexto de la vida real, por ejemplo el producto en prueba no está integrado en una comida, 2) solo se produce una corta confrontación con el producto en el laboratorio, en contraste con la larga exposición en la vida real. Por lo tanto, se requieren otros métodos que den una estimación más real de la preferencia y el consumo de alimentos (Hoyer, 2003).

Una forma más cercana a la realidad para evaluar el agrado por un alimento o un componente de éste que otorga una característica en particular, es la utilización de pruebas ad libitum (o “al gusto”), las cuales miden el agrado, ya sea a través de la cantidad consumida del alimento, o ya sea midiendo la concentración final de un ingrediente, por ejemplo sal o azúcar, que es añadido por el panelista (Hoyer, 2003; Kozłowska *et al.*, 2003; Guinard *et al.*, 1996; Pokorný *et al.*, 1994; Raben *et al.*, 2003; Raben *et al.*, 2001; Tanimura y Mattes, 1993; Yeomans *et al.*, 2004). Las pruebas ad libitum son muy utilizadas en estudios que pretenden estimar el consumo de alimentos o la ingesta calórica de diferentes tipos de alimentos, como en los estudios de Raben *et al.* (2001) y Raben *et al.* (2003).

El objetivo de esta investigación fue comparar el agrado por el dulzor entre las personas diabéticas y no diabéticas en dos alimentos (uno líquido y el otro semisólido) con dos concentraciones de grasa, utilizando dos metodologías sensoriales diferentes: una escala hedónica y una prueba ad libitum.

### **4.3 Materiales y Métodos**

#### **4.3.1 Individuos**

Todas las evaluaciones fueron realizadas por tres grupos de personas:

- a. 24 personas con diagnóstico médico de diabetes mellitus tipo 2.
- b. 28 personas no diabéticas con ascendencia diabética. Cada persona tenía al menos un familiar (abuelos, padres, tíos consanguíneos o hermanos) con diagnóstico de diabetes.
- c. 28 personas no diabéticas sin ascendencia diabética. No tenían ningún familiar de los antes mencionados con diagnóstico de diabetes.

Los participantes de la investigación tenían características similares de edad e IMC (Cuadro 4.1), las cuales se establecieron tomando en consideración que no fácilmente se encuentran personas muy jóvenes con diabetes y, además, que es común que los diabéticos tiendan a la obesidad.

**Cuadro 4.1** Características de los individuos que participaron en el estudio.

	Sin ascendencia	Con ascendencia	Diabéticos
Hombres [n (%)]	16 (20,0%)	15 (18,8%)	15 (18,8%)
Mujeres [n (%)]	12 (15,0%)	13 (16,2%)	9 (11,2%)
Edad (años)	44,9±3,2 <sup>1</sup>	44,3±4,5	47,9±4,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,3±2,9	28,6±2,7	28,8±4,1

<sup>1</sup>  $\bar{X} \pm$  D.E. (desviación estándar).

### 4.3.2 Productos

Se evaluaron dos alimentos modelo, uno líquido (bebida de arroz) y otro semisólido (arroz con leche), con dos contenidos de grasa diferentes cada uno (alto y bajo), en cuya formulación se utilizaron los ingredientes que se presentan en los Cuadros 4.2 y 4.3.

**Cuadro 4.2** Formulación de los productos bajos en grasa

Ingrediente	Bebida de Arroz	Arroz con leche
Leche 0,1% de grasa	94,71%	53,36%
Canela en astilla	0,47%	0,27%
Clavo de olor	0,19%	0,11%
Arroz	1,44%	14,37%
Agua	3,19%	31,90%

**Cuadro 4.3** Formulación de los productos altos en grasa

Ingrediente	Bebida de Arroz	Arroz con leche
Leche (3,3% de grasa)	94,71%	-----
Leche (2,0 % de grasa)	-----	51,76%
Crema (35% de grasa)	-----	1,60%
Canela en astilla	0,47%	0,27%
Clavo de olor	0,19%	0,11%
Arroz	1,44%	14,37%
Agua	3,19%	31,90%

Los productos formulados se prepararon a partir de leche con concentraciones distintas de grasa (0,1%, 2,0% y 3,3%) y con crema dulce (35% de grasa). Durante la cocción de los productos se estandarizó una pérdida de peso del 10%. Posteriormente, para endulzar los alimentos se utilizó sacarosa en cristales.

En las pruebas en las que se usó una escala, se utilizaron tres concentraciones de azúcar (baja, media y alta) con una diferencia grande y obvia (perceptible por todos los panelistas) entre ellas, según recomiendan Lawless y Heymann (1999) y Koo *et al.* (2002) para este tipo de pruebas. La concentración ideal de azúcar para cada tipo de producto se determinó en pruebas justo-correcto (“just-right”, en inglés) realizadas con personas no diabéticas. La concentración ideal correspondió a la concentración “media” y a partir de ella se disminuyó y aumentó la cantidad de azúcar para establecer las concentraciones “baja” y “alta”. Las concentraciones de sacarosa utilizadas fueron 5%, 9% y 14% para la bebida de arroz y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche. Las cantidades de azúcar se adicionaron con base en el 100% del peso de cada producto. Los productos que se utilizaron para la prueba ad libitum fueron preparados en forma idéntica, excepto que no se les agregó azúcar. Las muestras se sirvieron a temperaturas de refrigeración (2-5°C).

#### **4.3.3 Pruebas para medir el agrado**

El agrado por el dulzor en cada uno de los cuatro productos fue evaluado utilizando dos metodologías sensoriales: una medición del agrado utilizando una escala hedónica y una prueba ad libitum.

Para la medición del agrado con escala se utilizó la escala híbrida descrita por Villanueva *et al.* (2002) y Villanueva *et al.* (2005). Las muestras se evaluaron en dos sesiones; en cada sesión se evaluaron las tres concentraciones de azúcar de un producto líquido y otro semisólido. Para servir los productos se utilizaron vasos de vidrio transparentes de 30 mL que contenían 10 mL, en el caso de la bebida, y 11 g, en el caso del arroz con leche. Las evaluaciones se realizaron en cabinas aisladas iluminadas con luz blanca y con aire acondicionado a una temperatura de 23°C. Las muestras se presentaron de manera aleatorizada y balanceada, y codificadas con números de tres cifras. Se realizaron enjuagues con agua entre muestras, según lo recomienda O'Mahony (1986), para disminuir los efectos de adaptación y acarreamiento.



La prueba ad libitum se realizó en dos sesiones. En cada sesión los participantes recibieron de manera independiente una muestra líquida y otra semisólida y se les pidió que las endulzaran con sacarosa, según su gusto (Mattes y Lawless, 1985). Las muestras (35-40 g) fueron presentadas en vasos de vidrio transparente. Luego la concentración de sólidos solubles m/m (grados Brix) en cada muestra fue determinada utilizando un refractómetro manual.

#### **4.3.4 Diseño estadístico y análisis de datos**

En la prueba para medición del dulzor por medio de una escala se utilizó un diseño de bloques con un arreglo  $2^2 \times 3^2$ . Las variables independientes (factores) fueron el grupo de personas (no diabéticos sin ascendencia diabética, no diabéticos con ascendencia diabética y diabéticos), el tipo de producto (bebida de arroz y arroz con leche), los dos niveles de grasa (baja y alta) y las tres concentraciones de azúcar (baja, media y alta). La edad y el IMC se utilizaron como covariables y el género como bloque. La variable dependiente fue el valor de agrado registrado en la escala híbrida.

Para la prueba ad libitum se utilizó un diseño de bloques con un arreglo  $2^2 \times 3$ , donde los factores fueron el grupo de personas, el tipo de producto y el nivel de grasa. La edad y el IMC se utilizaron como covariables y el género como bloque. La variable respuesta fue la concentración de sólidos solubles en el producto, según el gusto de cada persona.

Los resultados de ambas pruebas se evaluaron por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), con evaluación de las interacciones entre factores. Los resultados de cada ANCOVA se pulieron, de manera que todos los efectos, a excepción de los efectos simples de los factores, fueron devueltos al error cuando no resultaron significativos. Un  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo, a menos que se especifique otra cosa.

### **4.4 Resultados y Discusión**

#### **4.4.1 Medición del agrado por el dulzor utilizando una escala hedónica**

En el cuadro 4.4 se muestra el análisis de covarianza (donde se eliminó el cofactor edad por no ser significativo) de los datos obtenidos por medio de escalas para determinar el agrado por el sabor dulce. Únicamente los efectos simples Grupo de personas y Nivel de

azúcar y las interacciones Grupo de personas\*Grasa y Grupo de personas\*IMC resultaron significativas a una  $p < 0,05$ .

**Cuadro 4.4** Análisis de covarianza de la evaluación del agrado por el sabor dulce utilizando una escala.

<b>Efecto</b>	<b>g.l.<sup>1</sup></b>	<b>Valor F</b>	<b>Probabilidad asociada</b>
Grupo de personas (GP)	2	10,6695	<0,0001
Nivel de azúcar (A)	2	29,3936	<0,0001
Producto (P)	1	1,1269	0,2889
Grasa (G)	1	0,2444	0,6213
GP*P	2	2,4161	0,0900
GP*G	2	3,7673	0,0235
Género	1	3,4810	0,0440
IMC	1	1,7191	0,0858
GP*IMC	2	7,7910	<0,0001

<sup>1</sup> grados de libertad.

Se presentaron diferencias en el agrado percibido debidas al género, pues los valores de agrado obtenidos de los hombres (5,74) fueron, en promedio, más altos que los de las mujeres (5,57). Esta relación entre el género y el agrado por el dulzor fue reportado previamente por Monneuse *et al.* (1991), quienes hallaron que los hombres prefieren concentraciones de sacarosa mucho más altas que las mujeres en mezclas semisólidas de queso blanco suave y crema. También en el estudio de Stokols *et al.* (2005), en que se evaluó el agrado por varios atributos en un helado de vainilla regular y un helado de vainilla libre de azúcar, para los hombres (estudiantes y adultos) resultó más agradable el helado de sabor más dulce, en contraposición con las mujeres, quienes prefirieron el helado menos dulce. Se debe mencionar que, en el estudio mencionado, el dulzor fue la única característica física que resultó significativamente diferente entre los dos productos. De igual manera, Salbe *et al.* (2004) determinaron que los hombres preferían mezclas de leche y crema (0 a 37,5% de grasa) más dulces que las mujeres.

En un estudio realizado con estudiantes universitarios, Davy *et al.* (2006) encontraron que un número significativamente mayor de mujeres que de hombres han probado dietas bajas en grasa y dietas bajas en carbohidratos, y han obtenido conocimientos de nutrición

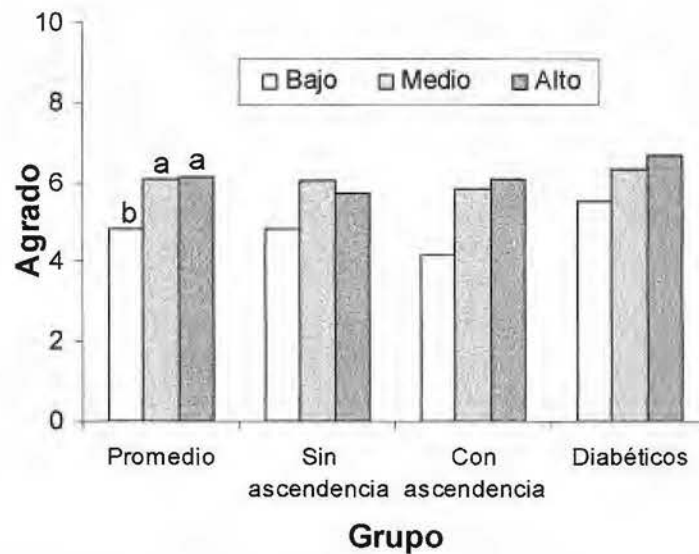
de sus familias, revistas y periódicos; además, admitieron que tenían una alimentación muy alta en azúcar, que es importante limitar el consumo de carbohidratos, que es importante limitar la cantidad de grasa consumida para bajar de peso, y admitieron que necesitaban perder peso. Todas estas variantes nutricionales entre hombres y mujeres podrían generar un menor consumo de alimentos dulces en las mujeres costarricenses, lo que disminuiría su valoración hedónica por el dulzor.

En el presente estudio, el efecto del IMC fue diferente en cada grupo de personas. El agrado no varió mucho con el IMC en los diabéticos y en los no diabéticos con ascendencia diabética; sin embargo, en los no diabéticos sin ascendencia diabética el agrado disminuyó significativamente ( $p < 0,0001$ ) al aumentar el IMC. También Thompson *et al.* (1976) encontraron una correlación negativa entre el agrado por el dulzor de soluciones de sacarosa y el índice de obesidad en personas sin diabetes.

Según Bartoshuk *et al.* (2006), por cerca de 50 años ha prevalecido la idea de que no existen diferencias hedónicas o sensoriales para el dulzor entre individuos obesos y no obesos. Sin embargo, encontraron que los obesos experimentan una reducción en la intensidad del dulzor cuando las experiencias sensoriales/hedónicas fueron evaluadas en contextos que no están relacionados con la experiencia específica de interés, lo cual probablemente intensifica las sensaciones grasosas, y gustan tanto el dulzor como la grasa más que las personas no obesas. Estas observaciones contrastantes con los resultados del presente estudio sugieren que la metodología influye grandemente cuando se evalúan las percepciones sensoriales/hedónicas de las personas obesas y ponen de manifiesto la importancia que tiene la evaluación de diferentes métodos para medir la percepción humana de los sabores.

El nivel de azúcar afectó el agrado por el dulzor de los productos, de manera que la concentración baja resultó menos agradable que las concentraciones media y alta (Figura 4.1). Moskowitz (1999) afirma que, aunque convencionalmente se supone que el agrado es una función lineal del nivel de un atributo sensorial, en la realidad no existe una relación lineal entre el nivel de un atributo sensorial y el agrado por ese atributo. De hecho, se ha sugerido que la relación fundamental entre el agrado y el nivel de un atributo sensorial comprende una curva con la forma de una U invertida, lo cual implica la existencia de un

pico máximo de agrado; sin embargo, para cada persona esta relación adopta diferentes formas, lo que permitiría dividir a los consumidores en segmentos (Moskowitz, 1999; Moskowitz, 2002). En el caso aquí estudiado no se presentó la forma de U invertida, lo que hace suponer que se trabajó en un rango de concentraciones por debajo del nivel de dulzor más agradable para la mayoría de los participantes, ya que no existió un punto máximo sino una zona de agrado máximo, la cual abarca un amplio ámbito de concentraciones de azúcar.



Nota: entre niveles promedio con diferente letra existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4.1** Efecto del nivel de azúcar (bajo, medio y alto) sobre el agrado por el dulzor de todos los productos en los diferentes grupos de personas, y resultados de la prueba de Tukey para el promedio de los tres grupos.

A pesar de que el efecto del nivel de azúcar no se vio afectado de manera significativa ( $p > 0,05$ ) por el grupo de personas, el tipo de producto o el nivel de grasa, se observa en la Figura 4.1 que, en promedio, las personas sin ascendencia dieron valores más altos de agrado por el dulzor a los productos con niveles intermedios de azúcar (concentraciones consideradas originalmente en el estudio como ideales) mientras que los otros grupos valoraron como más agradables los productos con el nivel alto de azúcar. Esto sugiere una relación entre la ascendencia o la presencia de diabetes con un mayor agrado por los

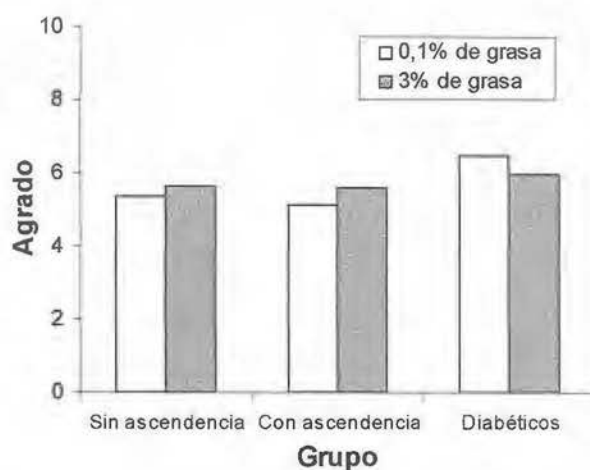
alimentos muy dulces, lo que podría estar asociado con un alto dulzor de la dieta o, como sugieren Tepper *et al.* (1996), con un elevado consumo de edulcorantes artificiales.

Lawson *et al.* (1979) no hallaron diferencias significativas en la preferencia por la glucosa o la sacarosa entre adultos con diabetes, personas con diabetes juvenil, personas sanas con parientes diabéticos en primer grado y no diabéticos sin familiares diabéticos en primer grado. Tepper *et al.* (1996) tampoco encontraron diferencias en la percepción o en el agrado por el sabor dulce de bebidas endulzadas con sacarosa, fructosa o aspartame, entre diabéticos y no diabéticos. Sin embargo, determinaron que los diabéticos, a pesar de consumir menos sacarosa, ingieren 3,5 veces más edulcorantes alternativos que los no diabéticos, y que en los diabéticos los valores de agrado por las bebidas estuvieron positivamente correlacionados con el dulzor de la dieta. En el presente estudio se halló que los diabéticos otorgaron valoraciones más altas de agrado en todos los niveles de azúcar utilizados (Figura 4.1), lo que podría estar asociado con un alto nivel de dulzor en la dieta, debido a un elevado consumo de edulcorantes artificiales, como se determinó en la investigación de Tepper *et al.* (1996).

Pangborn y Giovanni (1984) también encontraron correlaciones significativas entre la ingesta de alimentos dulces y la preferencia por las alternativas dulces dentro de una lista de alimentos. Sin embargo, mientras la elección de alimentos dulces de una lista correlacionó con las respuestas hedónicas por el sabor dulce de bebidas de limón, la misma relación no se obtuvo entre las respuestas hedónicas y la ingesta de alimentos dulces de la dieta. Kozłowska *et al.* (2003) también observaron que los resultados de las valoraciones hedónicas tienen un limitado valor como predictores del consumo de jugos de frutas en el hogar y concluyeron que factores diferentes al agrado pueden afectar la ingesta de alimentos.

El análisis gráfico de la interacción Grupo de personas\*Grasa (Figura 4.2) demuestra que no existió diferencia en el agrado por el dulzor entre las personas sin diabetes, con y sin ascendencia diabética, y que estos grupos presentaron mayor agrado por el dulzor de los productos altos en grasa que por los bajos en grasa, independientemente del tipo de producto (líquido o semisólido). Drewnowski y Greenwood (1983) también reportaron un aumento de las valoraciones hedónicas del dulzor cuando se incrementa el contenido de

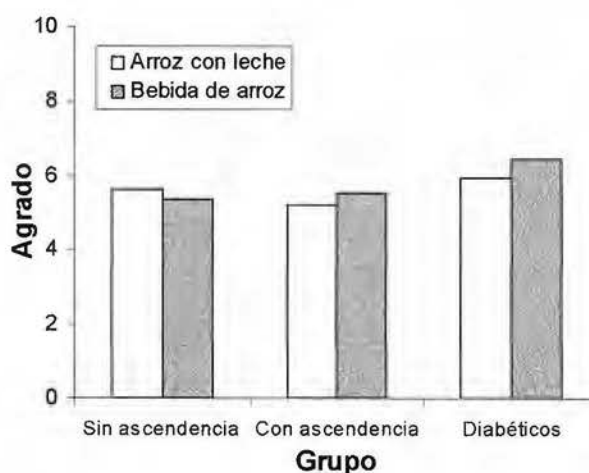
grasa. Los diabéticos no fueron diferentes a los otros grupos en el agrado por los alimentos altos en grasa, pero cuando los alimentos eran bajos en grasa la valoración del agrado fue mucho mayor en el grupo de diabéticos. Estos resultados están relacionados con los hallazgos de Laitinen *et al.* (1991), quienes observaron un menor agrado por el dulzor y la sensación grasosa en personas diabéticas sometidas a regímenes dietarios bajos en grasa y en azúcar.



**Figura 4.2** Comparación del agrado por el dulzor de los productos con dos contenidos de grasa entre los diferentes grupos de personas.

Finalmente, se observó una tendencia que relacionó el grupo de personas y el tipo de producto evaluado (Figura 4.3) que da indicios de que los diabéticos y las personas con ascendencia asignaron valores mayores de agrado por el dulzor en las bebidas que en los productos semisólidos, independientemente del contenido de grasa. Al contrario, las personas sin ascendencia presentaron mayor agrado por el dulzor en los productos semisólidos. Según DiMeglio y Mattes (2000) y Benton (2005), los carbohidratos ingeridos en medios líquidos producen una ingesta energética mayor que los carbohidratos presentes en los alimentos sólidos, lo que puede conllevar a un aumento de peso. Esto se debe a que los carbohidratos utilizados como endulzantes en bebidas estarían evadiendo los sistemas regulatorios del cuerpo y podrían exacerbar el hambre (Anderson y Woodend, 2003b; Benton, 2005). A partir de los resultados aquí obtenidos, este efecto podría tener como consecuencia un aumento por el agrado del dulzor de las bebidas en los diabéticos y

en las personas con ascendencia. Según los resultados del Capítulo 5, para los diabéticos la bebida baja en grasa resultó el producto más dulce, lo que lleva a especular que los diabéticos podrían tener una mayor preferencia por los productos líquidos altos en dulzor. Varios autores (Mattes, 2005; DiMeglio y Mattes, 2000; Saris, 2003) afirman que el efecto sobre la saciedad y la supresión de la ingesta de alimentos fluidos, en general, y de las bebidas, en particular, es menor que el de los alimentos sólidos. Esto también podría justificar un mayor agrado por productos líquidos muy dulces.



**Figura 4.3** Comparación del agrado por el arroz con leche y la bebida de arroz entre los diferentes grupos de personas.

Se debe aclarar que las intensidades del dulzor de los productos no necesariamente eran equivalentes, aunque el contenido de azúcar óptimo de ambos productos se definió con pruebas de justo-correcto y éste se utilizó como el nivel de azúcar medio en las pruebas con escalas. Sin embargo, es interesante observar una predilección de las personas diabéticas y con ascendencia diabética por el dulzor de la bebida, posiblemente porque en este producto la intensidad del dulzor fue mayor que en el arroz con leche (ver Capítulo 5). Como se mencionó, este mayor agrado por los alimentos más dulces podría explicarse, al menos para los diabéticos, por un elevado dulzor de la dieta conformada por alimentos posiblemente endulzados excesivamente con edulcorantes artificiales (Tepper *et al.*, 1996).

Adicionalmente, mientras Perros *et al.* (1996) encontraron que la apreciación gustativa ya se encuentra alterada en las personas con diagnóstico reciente de DM2, Tepper y

Seldner (1999) hallaron que la glucosa plasmática en mujeres con diabetes mellitus gestacional estaba relacionada con una alta preferencia por el sabor dulce de la glucosa y una dieta caracterizada por una elevada ingesta de alimentos dulces (frutas y jugos de frutas), y Tepper *et al.* (1996) sugieren que, en los diabéticos, las valoraciones hedónicas por las bebidas dulces están más relacionadas con el dulzor de la dieta que con cambios en la percepción del sabor dulce. Esta idea está también reforzada por el estudio de Laitinen *et al.* (1991), quienes encontraron que, después de tres meses de utilizar una terapia dietética en personas recientemente diagnosticadas con DM2, los diabéticos gustaron menos y consumieron menos frecuentemente alimentos grasosos y dulces.

#### 4.4.2 Determinación del agrado por el dulzor ad libitum

No se encontró diferencia significativa entre los grupos de personas, entre los alimentos líquidos y sólidos o entre los alimentos con diferente contenido de grasa, en la adición de azúcar a los productos (Cuadro 4.5). Solamente las interacciones Producto\*Grasa y Edad\*Grupo de personas fueron significativas en este experimento con un  $p < 0,05$ . El IMC y el género se eliminaron del análisis de covarianza porque su efecto no fue significativo.

**Cuadro 4.5** Análisis de covarianza de la adición de azúcar ad libitum a los productos.

Efecto	g.l. <sup>1</sup>	Valor F	Probabilidad asociada
Grupo de personas (GP)	2	1,0704	0,3441
Producto (P)	1	2,1061	0,1477
Grasa (G)	1	1,0892	0,2975
P*G	1	4,9001	0,0276
GP*P*G	2	2,4388	0,0889
Edad (E)	1	10,1621	0,0016
E*GP	2	9,6793	<0,0001

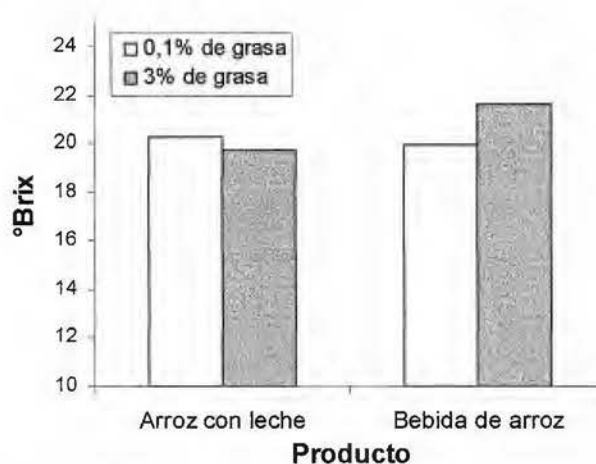
<sup>1</sup> grados de libertad.

Se encontró un aumento significativo del azúcar adicionado a los productos conforme aumenta la edad de los diabéticos ( $p=0,0009$ ) y de las personas con ascendencia ( $p < 0,0001$ ), además de una disminución ( $p=0,0571$ ) del azúcar adicionado en función de la edad en las personas sin ascendencia. Kälviäinen (2002) refiere cambios en las preferencias de los consumidores debidos a la edad. Por ejemplo, los adultos jóvenes y los



consumidores de mayor edad tienden a aceptar un menor rango de productos dulces que los adolescentes. También se afirma que las personas mayores prefieren más elevados niveles de dulzor que las personas jóvenes. Aunque los estudios indican que la habilidad para detectar estímulos dulces no se debilita con la edad, es posible que las personas mayores presten mayor atención al dulzor que a otras cualidades del gusto, cuya percepción se debilita con la edad, y juzguen los productos basados en el dulzor. Estas tendencias en el agrado por concentraciones más altas de azúcar en función de la edad se observaron en el presente estudio en los diabéticos y en las personas con ascendencia.

Los valores finales de grados Brix en los productos estuvieron alrededor de 20. Sin embargo, el tipo de producto y el contenido de grasa afectaron la cantidad de azúcar adicionada a los productos, de manera que la bebida alta en grasa fue preferida con niveles mayores de grados Brix que los otros productos (Figura 4.4).



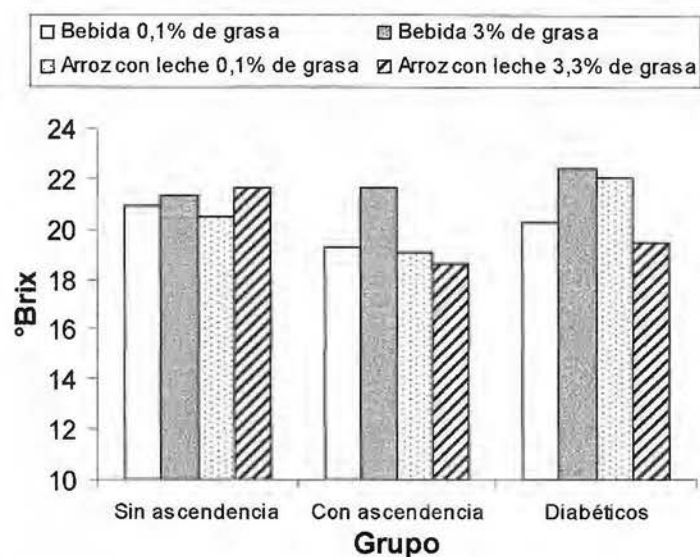
**Figura 4.4** Comparación del azúcar adicionado (°Brix) a la bebida de arroz y al arroz con leche, ambos con dos niveles de grasa.

Se debe aclarar que valores similares de grados Brix no necesariamente implican un mismo dulzor, puesto que un producto rico en leche o más alto en grasa se percibiría menos dulce. Esto se debe a las diferencias en las formulaciones. Según la composición de los productos, la lactosa estaría aportando 4,9 y 5,1 de los grados Brix de la bebida de arroz alta y baja en grasa, respectivamente, y 2,5 y 2,9 de los grados Brix del arroz con leche alto y bajo en grasa, respectivamente. Sabiendo que la lactosa posee

aproximadamente un 40% del dulzor de la sacarosa, para un mismo nivel de grados Brix, la bebida de arroz debería percibirse menos dulce que el arroz con leche, ya que tenía más lactosa. Esto justificaría una adición mayor de azúcar a la bebida que al arroz con leche, sin embargo, no fue así de manera general, ya que esto solo se observó en el caso de los productos altos en grasa. Adicionalmente, la grasa también contribuye al valor de grados Brix, así que para una misma lectura de sólidos solubles, los productos grasosos se deberían percibir ligeramente menos dulces que los productos sin grasa. Por lo tanto, es posible estimar que la bebida de arroz baja en grasa, utilizando el método *ad libitum*, teóricamente fue preferida menos dulce que la bebida de arroz alta en grasa y que el arroz con leche alto o bajo en grasa.

Adicionalmente se detectó una interacción ( $p=0,0899$ ) entre el grupo de personas, el tipo de producto y el nivel de grasa (Figura 4.5). Las personas sin ascendencia, en general, utilizaron de manera consistente cantidades de azúcar mayores para los cuatro productos que los otros dos grupos. Esto señala que en los no diabéticos sin ascendencia diabética no existen factores internos o externos que limiten la cantidad de azúcar que añaden para endulzar los alimentos. En contraste, con excepción de la bebida alta en grasa, las personas con ascendencia endulzaron menos los productos que los otros grupos de personas, lo cual podría evidenciar la costumbre y preocupación que adquieren los diabéticos o sus familiares de usar menos azúcar. Por su parte, los diabéticos fueron muy variables en la cantidad de azúcar empleada para endulzar los productos, no encontrándose una tendencia, como en los grupos de no diabéticos.

Drewnoski *et al.* (1989) encontraron que las personas óptimamente prefieren niveles equivalentes de azúcar en alimentos líquidos y sólidos, pero seleccionan niveles más altos de grasa en los sólidos que en los líquidos. Así, los niveles de grasa preferidos en un estímulo líquido no siempre son un indicativo de los niveles de grasa deseados en alimentos sólidos. En el presente estudio se observó que las personas sin ascendencia utilizaron niveles similares de grados Brix en cada producto, en tanto que los individuos con ascendencia y los diabéticos fueron más variables y los niveles de dulzor que utilizaron se ven más influenciados por la grasa y el tipo de producto (líquido o semisólido).

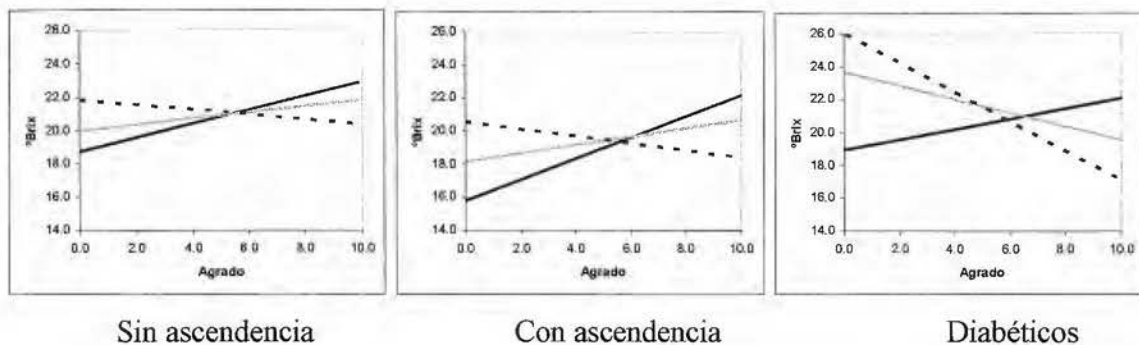


**Figura 4.5** Nivel promedio de sacarosa adicionada (sólidos solubles) por cada grupo de personas al arroz con leche y la bebida de arroz con diferentes niveles de grasa.

#### 4.4.3 Correlación entre los métodos para medir el agrado

Se encontraron correlaciones significativas entre los grados Brix medidos a los productos y el agrado por el dulzor evaluado con la escala hedónica (Figura 4.6) para la concentración alta de azúcar en los no diabéticos, con y sin ascendencia diabética ( $p=0,0002$  y  $p=0,007$ , respectivamente), y para la concentración baja de azúcar en los diabéticos ( $p=0,0006$ ). Las personas sin diabetes a las que les agradó más el nivel alto de sacarosa tendieron a añadir más azúcar a los productos, en tanto que a los diabéticos que les agradó menos el nivel bajo de azúcar tendieron a añadir más azúcar a los productos. Este comportamiento implica varios hallazgos. Primero, que la medición con escala hedónica de una concentración individual de azúcar no necesariamente va a ser indicativa del consumo de azúcar en la vida real. Segundo, las pruebas ad libitum representan una buena medición del agrado por el dulzor, puesto que, usando la concentración de azúcar correcta, correlacionan con las mediciones hedónicas en escala. Tercero, las personas diabéticas difieren de los no diabéticos en cuanto a las relaciones entre las evaluaciones hedónicas por el dulzor y el consumo ad libitum de sacarosa en alimentos. Lo anterior revela que el uso de niveles fijos de dulzor en las pruebas hedónicas permite a los diabéticos manipular sus respuestas, ya que, al sentirse evaluados, tratan de dar la

respuesta que se espera de ellos, la cual es gustar de los alimentos con poca azúcar, pero la prueba ad libitum pone en evidencia el consumo cotidiano de alimentos con niveles altos de dulzor, endulzados con azúcar o con edulcorantes alternativos.



**Figura 4.6** Relación entre el azúcar adicionado a los productos (°Brix) y el agrado por el dulzor de los productos con niveles de sacarosa alto (línea negra), medio (línea gris) y bajo (línea punteada) en cada grupo de personas.

#### 4.4.4 Comparación de los métodos de agrado

Aunque no se pudo realizar una diferenciación absoluta entre los tres grupos de personas con los métodos y productos ensayados para medir el agrado por el sabor dulce, la metodología utilizada permitió separar parcialmente estos grupos de personas. Adicionalmente, la edad, el IMC y el género presentaron interesantes interacciones con los grupos de personas.

En la prueba con escalas, cada grupo de personas valoró el agrado por los productos bajos y altos en grasa en forma diferente. A los diabéticos les agradó más el dulzor de los productos bajos en grasa que a los otros grupos, lo que no necesariamente implica que ambos tipos de productos (líquido y semisólido) bajos en grasa se percibieran como más dulces. Además, la bebida baja en grasa sería el producto que diferenciaría mejor a los diabéticos de los dos grupos de personas no diabéticas con la prueba de escala. Por otro lado, en la prueba ad libitum, las personas diabéticas estarían añadiendo mayores cantidades de azúcar al arroz con leche con bajo contenido de grasa que los otros grupos de personas. Sin embargo, el arroz con leche alto en grasa, al que los no diabéticos sin

ascendencia diabética añadieron más azúcar, permitiría diferenciar este grupo de los no diabéticos con ascendencia diabética y de los diabéticos.

Un aspecto que se evidenció con esta investigación es que el grado de dulzor preferido por los diabéticos parece depender mucho más del tipo de producto y de su contenido de grasa que en el caso de las personas no diabéticas.

Todas estas observaciones reflejan que los resultados de las pruebas para medición del agrado varían dependiendo de la consistencia del alimento (líquido o semisólido) y de su contenido de grasa. Por lo tanto, cuando se quiere establecer diferencias sensoriales entre distintos tipos de personas es importante considerar la matriz evaluada. Estas variaciones en los resultados obtenidos con distintos productos también demostraron que los efectos observados cuando se usan soluciones acuosas para medir el agrado por los sabores básicos no serán, necesariamente, un reflejo de lo que se puede obtener cuando se evalúan alimentos más complejos. Asimismo, la metodología utilizada para medir el agrado puede afectar el grado de discriminación entre tipos de personas. En este caso, la prueba ad libitum permitió diferenciar a los diabéticos y no diabéticos con ascendencia diabética de los no diabéticos sin ascendencia diabética, utilizando el arroz con leche de alto contenido de grasa. La capacidad de la prueba ad libitum para separar los grupos evaluados de esta manera en particular, podría residir en el hecho de que esta prueba se acerca más a la forma en que los productos son manejados en la vida cotidiana, donde la persona agrega la cantidad de edulcorante. De ahí que, dependiendo de los objetivos del estudio, para medir el agrado puede ser relevante el uso de pruebas en donde el ambiente de medición no sea tan controlado, como es el caso de la prueba ad libitum.

Las discrepancias en la valoración del agrado por el sabor dulce con otros estudios como el de Tepper *et al.* (1996), pueden deberse probablemente, según Raben *et al.* (2003), a los diferentes métodos, por ejemplo, el uso de fluidos preferentemente sobre alimentos sólidos, diferencias en las cantidades de energía ingeridas, el estado de saciedad (“preload vs. test meal”, en inglés), diferentes periodos de medición, y diferencias en las características de los sujetos (sexo, edad e índice de masa corporal). El presente estudio posee un gran valor desde el punto de vista metodológico porque considera muchas de las

variables mencionadas anteriormente, y, por lo tanto, evalúa el agrado por el sabor dulce en una gama amplia de situaciones.

#### **4.5 Referencias**

- Anderson, G.H., y Woodend, D.M. 2003a. Consumption of sugars and the regulation of short-term satiety and food intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl)(4): 843S-849S.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Hayes, J.E., Moskowitz, H.R. y Snyder, D.J. 2006. Psychophysics of sweet and fat perception in obesity: problems, solutions and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Appetite* 361: 1137-1148.
- Benton, D. 2005. Can artificial sweeteners help control body weight and prevent obesity? *Nutrition Research Reviews* 18: 63-76.
- Boden, G. y Laakso, M. 2004. Lipids and Glucose in Type 2 Diabetes. What is the cause and effect? *Diabetes Care* 27(9): 2253-2259.
- Ceddia, R.B., Koistinen, H.A., Zierath, J.R. y Sweeney, G. 2002. Analysis of paradoxical observations on the association between leptin and insulin resistance. *The FASEB Journal* 16: 1163-1176.
- Costa Rica. Ministerio de Salud. 2004. Encuesta multinacional de diabetes mellitus, hipertensión arterial y factores de riesgo asociados. Área Metropolitana. Ministerio de Salud de Costa Rica. San José.
- Davis, S.N. y Graner, D.K. 1996. Insulina, fármacos hipoglucemiantes orales y propiedades farmacológicas del páncreas endocrino. *In: Hardman, J.G., Limbird, L.E., Molinoff, P.B., Ruddon, R.W. y Gilman, A.G., eds. Goodman & Gilman - Las bases farmacológicas de la terapéutica. 9 ed. McGraw Hill, México, D.F. v.2.*
- Davy, S.R., Benes, B.A. y Driskell, J.A. 2006. Abstract: Sex differences in dieting trends, eating habits, and nutrition beliefs of a group of midwestern college students. *Journal of the American Dietetic Association* 106(10): 1673-1677.
- DiMeglio, D.P. y Mattes, R.D. 2000. Abstract: Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *International Journal of Obesity: Related Metabolism Disorders* 24(6): 794-800.
- Drewnowski, A. 1987. Sweetness and obesity. *In: Dobling, J. ed. Human Nutrition Reviews: Sweetness. Srigner-Verlag, Gran Bretaña.*
- Drewnowski, A., Shrager, E.E., Lipsky, C., Stellar, E., y Greenwood, M.R. 1989. Abstract: Sugar and fat: sensory and hedonic evaluation of liquid and solid foods. *Physiology & Behavior* 45(1): 177-83.
- Drewnowski, A., y Greenwood, M.R. 1983. Abstract: Cream and sugar: human preferences for high-fat foods. *Physiology & Behavior* 30(4): 629-633.

- Geiss, L.S., Wang, J. y Gregg, E.W. 2007. Long-term trends in the prevalence and incidence of diagnosed diabetes. American Diabetes Association 2007 Scientific Sessions; June 23, 2007; Chicago, IL. Abstract 125-OR.
- Guinard, J.-X., Zoumas-Morse, C., Dietz, J., Goldberg, S., Holz, M., Heck, E. y Amoros, A. 1996. Does consumption of beer, alcohol, and bitter substances affect bitterness perception? *Physiology & Behavior* 59(4/5): 625-934.
- Harper, A., James, A., Flint, A. y Astrup, A. 2007. Increased satiety after intake of a chocolate milk drink compared with a carbonated beverage, but no difference in subsequent ad libitum lunch intake. *British Journal of Nutrition* 97: 579-583.
- Holt, R.I.G. 2004. Diagnosis, epidemiology and pathogenesis of diabetes mellitus: an update for psychiatrists. *British Journal of Psychiatry* 184(suppl.47): S55-S63.
- Hoyer, S.W. 2003. Prädiktiver Wert sensorischer Laboruntersuchungen für den Getränkekonsum älterer Menschen unter Alltagsbedingungen (Predictive value of laboratory hedonic ratings for the long-term consumption of soft drinks by elderly people). Thesis Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.). Universität Potsdam, Institut für Ernährungswissenschaft der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Potsdam.
- IDF. 2006. Diabetes Atlas. 3 ed. International Diabetes Federation, Brussels.
- Jiménez, M.F. 2000. Diabetes mellitus: actualización. *Acta Médica Costarricense* 42(2): 53-65.
- Kälviäinen, N. 2002. Texture modifications in semisolid and solid foods: Sensory characterization and acceptance in different age groups. EKT series 1313. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Food Technology. Helsinki.
- Koo, T.-Y., Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 2002. Effects of forgetting on performance on various intensity scaling protocols: magnitude estimation and labeled magnitude scale (Green scale). *Journal of Sensory Studies* 17(2): 177-192.
- Kozłowska, K., Jeruszka, M., Matuszewska, I., Roszkowski, W., Barylko-Pikielna, N. y Brzozowska, A. 2003. Hedonic tests in different locations as predictors of apple juice consumption at home in elderly and young subjects. *Food Quality and Preference* 14(8): 653-661.
- Laitinen, J.H., Tuorila, H.M. y Uusitupa, M.I. 1991. Abstract: Changes in hedonic responses to sweet and fat in recently diagnosed non-insulin-dependent diabetic patients during diet therapy. *European Journal of Clinical Nutrition* 45(8): 393-400.
- Lawless, H.T. y Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food: principles and practices. Aspen, Gaithersburg, Maryland.
- Lawson, W.B., Zeidler, A., y Rubenstein, A. 1979. Taste Detection and Preferences in Diabetics and their Relatives. *Psychosomatic Medicine* 41(3): 219-227.

- Listov-Saabye, F., Wienberg, L. y Martens, M. 2002. Consumer segmentation based on hedonic test and sensory profiling of Aquavit. The 6th Sensometrics Meeting: The Sixth Sense. July 31st to August 2nd, 2002. Dortmund, Germany.
- Mattes, R. 2005. Soup and satiety. *Physiology & Behavior* 83: 739-747.
- Mattes, R. y Lawless, H. 1985. An adjustment error in optimization of taste intensity. *Appetite* 6: 103-114.
- Mojet, J., Heidema, J. y Christ-Hazelhof, E. 2003. Abstract: Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Supra-threshold Intensities of Five Taste Qualities? *Chemical Senses* 28: 397-413.
- Monneuse, M.O., Bellisle, F., y Louis-Sylvestre, J. 1991. Abstract: Impact of sex and age on sensory evaluation of sugar and fat in dairy products. *Physiology & Behavior* 50(6): 1111-1117.
- Moskowitz, H.R. 1999. Improving the "actionability" of product tests: understanding & using relations among liking, sensory and directional attributes. *Canadian Journal of Market Research* 18: 31-45.
- Moskowitz, H.R. 2002. Abstract: Sensory drivers of liking and sensory preference segmentation. *In: Chemistry of taste: mechanisms, behaviors, and mimics.* American Chemical Society, Washington. ACS Symposium series 825: 214-226.
- O'Mahony, M. 1986. Sensory adaptation. *Journal of Sensory Studies* 1: 237-258.
- Pangborn, R.M. y Giovanni, M.E. 1984. Abstract: Dietary intake of sweet foods and of dairy fats and resultant gustatory responses to sugar in lemonade and to fat in milk. *Appetite* 5(4): 317-327.
- Perros, P., MacFarlane, T.W, Counsell, C. y Frier, B.M. 1996. Abstract: Altered taste sensation in newly-diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 19(7): 768-770.
- Pokorný, J., Kalinová, L. y Čepička, J. 1994. Effect of the amount of ingested beer on the perceived bitterness. *Die Nahrung* 38: 339-340.
- Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J.J. y Astrup, A. 2003. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 77(1): 91-100.
- Raben, A., Holst, J.J., Madsen, J. y Astrup, A. 2001. Diurnal metabolic profiles after 14 d of an ad libitum high-starch, high-sucrose, or high-fat diet in normal-weight never-obese and postobese women. *American Journal of Clinical Nutrition* 73(2): 177-189.
- Roche, E. 2003. Type 2 diabetes: gluco-lipo-toxicity and pancreatic  $\beta$ -cell dysfunction. *Ars Pharmaceutica* 44(4): 313-332.



- Salbe, A.D., Del Parigi, A., Pratley, R.E., Drewnowski, A. y Tataranni, P.A. 2004. Taste preferences and body weight changes in an obesity-prone population. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(3): 372-378.
- Saris, W.H.M. 2003. Sugars, energy metabolism, and body weight control. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl): 850S-857S.
- Schutz, H.G. y Cardello, A.V. 2001. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. *Journal of Sensory Studies* 16(2): 117-160.
- Stokols, J., Bordi, P., Palchak, T. y Lee, H. 2005. Profiling of sensory evaluation of a no-sugar-added vanilla ice cream among specific age and gender populations. *Foodservice Research International* 16(3-4): 86.
- Stone, H. y Sidel, J.L. 2004. *Sensory evaluation practices*. 3 ed. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Suárez, E., Dever, M., Healey, M. y De Luca, F. 2004. Abstract: Glucose and Lipid Abnormalities in Puerto Rican Adolescents with Obesity. 86th Annual Meeting of the Endocrine Society. New Orleans. June 16-19, 2004.
- Tanimura, S. y Mattes, R.D. 1993. Relationships between bitter taste sensitivity and consumption of bitter substances. *Journal of Sensory Studies* 8: 31-41.
- Tepper, B.J. y Seldner A.C. 1999. Sweet taste and intake of sweet foods in normal pregnancy and pregnancy complicated by gestational diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(2): 277-84.
- Tepper, B.J., Hartfield, L.M. y Schneider, S.H. 1996. Abstract: Sweet taste and diet in type II diabetes. *Physiology and Behavior* 60(1): 13-18.
- Thompson, D.A., Moskowitz, H.R. y Campbell, R.G. 1976. Effects of body weight and food intake on pleasantness ratings for a sweet stimulus. *Journal of Applied Physiology* 41(1): 77-83.
- Van Dam, R.M., Willett, W.C., Rimm, E.B., Stampfer, M.J. y Hu, F.B. 2002. Dietary Fat and Meat Intake in Relation to Risk of Type 2 Diabetes in Men. *Diabetes Care* 25(3): 417-424.
- Villanueva, N.D.M., Da Silva, M.A.A.P. y Petenate, A.J. 2002. Performance of the hybrid and self-adjusting hedonic scales in the generation of internal preference maps. 2002 IFT Annual Meeting, July 15-19, 2002. Anaheim, California.
- Villanueva, N.D.M., Petenate, A.J. y Da Silva, M.A.A.P. 2005. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference* 16: 691-703.
- Yeomans, M.R., Blundell, J.E. y Leshem, M. 2004. Palatability: response to nutritional need or need-free stimulation of appetite? *British Journal of Nutrition* 92(Suppl. 1): S3-S14.

## **Capítulo 5.**

### **Percepción de la intensidad del sabor dulce en diabéticos y no diabéticos por medio de dos metodologías**

#### **5.1 Resumen**

Se ha reportado que los diabéticos experimentan una reducción en la percepción del sabor dulce, que puede verse alterada además por la naturaleza de un alimento y el contenido de grasa. Una elevada ingesta de grasa se ha relacionado con alteraciones del metabolismo de las grasas y de la insulina, y a la obesidad se atribuye un elevado porcentaje de los casos de diabetes.

El objetivo de esta investigación fue medir las diferencias en la capacidad para discriminar la intensidad del dulzor entre personas diabéticas y no diabéticas tomando en cuenta si el contenido de grasa y el tipo de alimento, así como la metodología empleada para medirla, influyen en las diferencias.

La intensidad del dulzor fue evaluada por tres grupos de personas, las que tenían índices de masa corporal (IMC) y edad similares. El primer grupo estuvo compuesto por 24 diabéticos, el segundo grupo por 25 no diabéticos con ascendencia diabética y el tercer grupo por 26 no diabéticos sin ascendencia diabética; cada grupo con proporciones más o menos similares de hombres y mujeres. La intensidad fue medida usando la escala rotulada de magnitud general de 16 cm y con una prueba de comparación pareada. Con esta escala se evaluaron una bebida láctea de arroz (líquido) y un arroz con leche (semisólido) preparados con dos concentraciones de grasa de la leche (0,1% y 3-3,3%) y endulzados con tres concentraciones de sacarosa (5%, 9% y 14% para la bebida; 7%, 11% y 17% para el arroz con leche). Para la prueba de comparación se utilizaron los mismos productos endulzados con dos concentraciones de sacarosa (9 y 11% para la bebida y 11 y 14% para el arroz con leche).

En la prueba de medida de la intensidad, los diabéticos y las personas sin ascendencia otorgaron valores significativamente superiores que los individuos con ascendencia. Además, el dulzor percibido aumentó con el IMC en el grupo de diabéticos. Los tres diferentes niveles de azúcar usados en cada tipo de producto fueron diferenciados por los

tres grupos de personas. Los hombres dieron calificaciones de intensidad más altas que las mujeres. La bebida fue considerada más dulce, a pesar del mayor contenido de azúcar del arroz con leche, y el arroz con leche alto en grasa resultó más dulce que el bajo en grasa, lo que evidencia cambios en la percepción del dulzor debidos a la consistencia y/o a la composición de los alimentos.

En las pruebas de comparación pareada, los dos grupos de personas sin diabetes pudieron discriminar las diferencias en dulzor en los dos productos con bajo contenido de grasa, en tanto que el grupo de diabéticos solamente discriminó las diferencias de dulzor en el arroz con leche de alto contenido de grasa. El grupo con ascendencia también discriminó el dulzor en este producto.

La prueba de comparación pareada permitió una mejor discriminación en la sensibilidad al dulzor de la sacarosa entre diabéticos y no diabéticos.

## **5.2 Introducción**

La diabetes mellitus es una enfermedad en expansión y en Estados Unidos la incidencia y la prevalencia de esta enfermedad se han acelerado desde 1990 (Geiss *et al.*, 2007). Para el año 2007 se estimó una prevalencia de la diabetes mellitus a nivel mundial superior a 6,5%, calculándose, además, que a finales del 2006 había 246 millones de personas diabéticas y que esta enfermedad causó 3,8 millones de muertes ese año (IDF, 2006). Específicamente en Costa Rica, la prevalencia de la diabetes mellitus en la población mayor de 20 años o más es del 8% (Costa Rica, 2004) y es considerada una de las principales causas de consulta del sistema de salud costarricense entre individuos de 45 años y más (Jiménez, 2000).

La diabetes mellitus está catalogada entre las condiciones asociadas con disfunción o pérdida de los sentidos del olfato y del gusto (por ejemplo, el dulzor) y con la obesidad. La obesidad también ha sido relacionada con modificaciones en la percepción del dulzor y de la cremosidad de los alimentos y con trastornos del metabolismo de los lípidos y de la insulina (Doty *et al.*, 1992; Mann, 2002; Salbe *et al.*, 2004; Perros *et al.*, 1996; Tepper, *et al.* 1996; Tepper y Seldner, 1999; Davis y Graner, 1996; Holt, 2004; Van Dam *et al.*,

2002; Drewnowski, 1987; Suárez *et al.*, 2004; Roche, 2003; Ceddia *et al.*, 2002; Boden y Laakso, 2004).

Una serie de factores pueden afectar las mediciones de la percepción de las características sensoriales de los alimentos. El procedimiento de medición (incluyendo el método) es uno de ellos, lo mismo que el tipo de matriz utilizada y su contenido de grasa, y las características intrínsecas de los sujetos estudiados (Kim y O'Mahony, 1998; Köster *et al.*, 2004; Pangborn y Giovanni, 1984; Raben *et al.*, 2003; Drewnoski *et al.*, 1989). Inclusive, Raben *et al.* (2003) mencionan estos factores entre los causante de contradicciones entre estudios que valoran el agrado por el sabor dulce de los alimentos.

Se ha establecido que varios atributos sensoriales del alimento como la viscosidad, la sensación en la boca o la percepción de la densidad calórica influyen la respuesta hedónica al dulzor (Drewnowski, 1987) y, por lo tanto, la medición de la percepción del dulzor en una simple solución de sacarosa en agua es poco relevante para establecer lo que ocurriría en la "vida real", dentro de alimentos más complejos (Mojet *et al.*, 2003; Guinard *et al.*, 1996). También se ha observado que el efecto sobre la saciedad y la supresión de la ingesta de alimentos fluidos es menor que el de los alimentos sólidos (Mattes, 2005; DiMeglio y Mattes, 2000; Saris, 2003). Aún más, los azúcares utilizados como endulzantes calóricos de bebidas contribuyen al exceso de ingesta energética al evadir los sistemas regulatorios y por una exacerbación del hambre (Anderson y Woodend, 2003; Benton, 2005).

Por otro lado, se ha encontrado que los pacientes obesos presentan una respuesta diferente al sabor dulce dependiendo del contenido de grasa del estímulo (Drewnowski, 1987) y que en la Diabetes Mellitus tipo 2 se alteran las respuestas hedónicas a los alimentos dulces y grasos (Salbe *et al.*, 2004). Es posible, por lo tanto, que las personas perciban intensidades distintas de dulzor en cada tipo de alimento y que los resultados comparativos entre grupos obtenidos con un alimento difieran al utilizar una matriz diferente. También es posible suponer que, dada la gran influencia que las características del alimento tienen sobre la percepción de un atributo sensorial, podría no encontrarse diferencias entre grupos que se supone tienen diferentes sensibilidades si se hace una elección errónea de la matriz que se va a utilizar para llevar a cabo los experimentos.

Para establecer la intensidad de una cierta propiedad en un conjunto de alimentos se pueden utilizar básicamente dos tipos de pruebas: las pruebas de discriminación y las pruebas de escalas, con las que se realiza una determinación numérica de la intensidad (Kim y O'Mahony, 1998; Stone y Sidel, 2004).

Tradicionalmente se utilizan escalas psicofísicas cuando se desean comparar las intensidades sensoriales o hedónicas percibidas por los individuos. En esta metodología la persona indica qué tan intenso percibe un estímulo de acuerdo con los descriptores y niveles de intensidad de una escala. Para poder establecer diferencias entre grupos, se debe identificar algún tipo de estándar que sea igualmente intenso para cada grupo que, en el caso de las escalas, corresponden a los mismos descriptores. Sin embargo, a menudo los descriptores de intensidad fallan al reflejar las equivalencias percibidas en las intensidades, pues las intensidades absolutas asociadas con un descriptor dado pueden variar entre individuos dependiendo de las diferencias que estos presentan en cuanto a la experiencia o a nivel fisiológico (Bartoshuk *et al.*, 2002). Además, las escalas son relativas y las personas deben percibir diferencias muy obvias para poder localizarlas en una escala, lo que lo hace un método poco sensible (Yao *et al.*, 2003). Dado que Köster *et al.* (2004) indican que las diferencias en los procedimientos de las pruebas sensoriales pueden generar discrepancias en los resultados, es importante comparar la capacidad para establecer diferencias entre las personas con y sin diabetes con varios métodos, como lo constituyen las escalas sensoriales y las pruebas de diferencia, estas últimas consideradas más sensibles por Kim y O'Mahony (1998) porque los productos son comparados juntos de una manera más cercana en el tiempo, así que los efectos de la memoria, aunque presentes, son relativamente pequeños.

Las pruebas de discriminación o de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir dos muestras entre sí y con ello establecer, por ejemplo, si ha ocurrido un cambio perceptible en la apariencia, sabor o textura de un alimento, como resultado de su almacenamiento o si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración o alteración en algún ingrediente, en la determinación de umbrales, en la selección de evaluadores sensoriales y para hallar cuál muestra entre varias posee más o menos de una cierta propiedad sensorial (Watts *et al.*, 1992; Delwiche y Liggett, 2004; Cros *et al.*, 2004;

Pangborn, 1961; Wright *et al.*, 2003; Hough *et al.*, 1998; Shirose y Mori, 1984; O'Mahony, 1995).

Cuando se realiza una prueba de diferencia los dos alimentos deben ser muy similares entre sí, o sea, deben ser difíciles de distinguir (O'Mahony, 1990). Por esta razón, para poder llevar a cabo una prueba de diferencias respecto a una característica específica, las otras características de las muestras que se están comparando deben ser idénticas (Watts *et al.*, 1992). Para comparar dos muestras se han diseñado varias pruebas, siendo una de las más sensibles la **comparación pareada** o **2-selección forzada alternativa** (2-AFC, por sus siglas en inglés) (Ennis, 1990; Ennis, 1993; O'Mahony, 1990), en que el panelista es forzado a indicar, entre dos muestras, cuál es más alta que otra en términos de un atributo específico, tal como dulzura, salinidad, etc. (Jiamyangyuen *et al.*, 2002).

Los individuos varían dramáticamente en su sensibilidad al amargor de compuestos que contienen un grupo tiourea, como el 6-*n*-propiltiouracilo (PROP) (Prescott y Tepper, 2004). El estatus de PROP (percibir o no el amargor de este compuesto) ha sido asociado con varios tipos de condiciones, como la obesidad (Tepper, 2004), y el riesgo de enfermedades crónicas, como la enfermedad cardiovascular (Duffy *et al.*, 2004), neoplasma colónico (Basson *et al.*, 2005) y diabetes (Cubero y González, 2005).

El objetivo de esta investigación fue medir las diferencias en la capacidad para discriminar la intensidad del dulzor entre personas diabéticas y no diabéticas utilizando dos metodologías y comparando dos alimentos (uno líquido y el otro semisólido) con dos niveles de grasa.

## **5.3 Materiales y Métodos**

### **5.3.1 Individuos**

Todas las evaluaciones fueron realizadas por tres grupos de personas:

- a. 24 personas con diagnóstico médico de diabetes mellitus tipo 2, la mayoría de ellos no insulino dependientes.
- b. 25 personas no diabéticas con ascendencia diabética. Cada persona tenía al menos un familiar (abuelos, padres, tíos consanguíneos o hermanos) con diagnóstico de diabetes.

- c. 26 personas no diabéticas sin ascendencia diabética. No tenían ningún familiar de los antes mencionados con diagnóstico de diabetes.

Las personas que participaron en el estudio debían tener características similares de edad e IMC (Cuadro 5.1), las cuales se establecieron tomando en consideración que no es fácil encontrar personas muy jóvenes con diabetes y que es común que los diabéticos tiendan a la obesidad. Estas personas son las mismas que participaron en el estudio del capítulo 4, con excepción de 5 personas no diabéticas que no pudieron llevar a cabo esta etapa de la investigación.

**Cuadro 5.1** Características de los individuos que participaron en el estudio.

	Sin ascendencia	Con ascendencia	Diabéticos
Hombres [n (%)]	15 (20,0%)	12 (16,0%)	15 (20,0%)
Mujeres [n (%)]	11 (14,7%)	13 (17,3%)	9 (12,0%)
Edad (años)	44,7±3,2 <sup>1</sup>	44,5±4,6	47,9±4,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,1±2,7	28,6±2,7	28,8±4,1

<sup>1</sup>  $\bar{X} \pm D.E.$  (desviación estándar).

### 5.3.2 Productos

Se evaluaron dos alimentos modelo, uno líquido (bebida de arroz) y otro semisólido (arroz con leche), cada uno preparado con dos concentraciones diferentes de grasa láctea (0,1% y 3,3%, para la bebida de arroz, y 0,1% y 3%, para el arroz con leche). Las formulaciones de los productos se describen en el Capítulo 4.

En la prueba de escala se evaluaron tres concentraciones de sacarosa (baja, media y alta) en cada producto: 5%, 9% y 14% para la bebida de arroz y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche. Las cantidades de azúcar se adicionaron sobre el 100% de la masa de cada producto. La concentración ideal de azúcar de cada producto fue escogida por medio de pruebas justo-correcto realizadas con personas no diabéticas. Esta concentración fue designada como la concentración media de azúcar y a partir de esta se definieron las concentraciones alta y baja evaluadas en el estudio. Entre las concentraciones existió una diferencia grande y obvia (perceptible por todos los panelistas) entre ellas, según recomiendan Lawless y Heymann (1999), Koo *et al.* (2002) y Kim y O'Mahony (1998)

para este tipo de pruebas, puesto que las escalas permiten indicar la magnitud exacta de las diferencias entre las muestras. En la prueba de discriminación se utilizaron concentraciones de 9% y 11% para la bebida de arroz y de 11% y 14% para el arroz con leche, las cuales también fueron establecidas en pruebas preliminares realizadas con personas no diabéticas. Las muestras se sirvieron a temperaturas de refrigeración (2-5°C).

### 5.3.3 Pruebas

La capacidad de los diferentes grupos de personas para medir la intensidad del dulzor en cada uno de los cuatro productos fue evaluada utilizando dos metodologías sensoriales: una medición de la intensidad utilizando una escala y una prueba de discriminación.

La escala utilizada fue la escala rotulada de magnitud general (LMSg, por sus siglas en inglés) descrita por Bartoshuk *et al.* (2002) y que se basa en la escala rotulada de magnitud oral (LMS, por sus siglas en inglés) (Green *et al.*, 1993), también conocida como “escala de Green.”. La LMSg presenta la ventaja de estar diseñada para todo tipo de cualidades sensoriales, no solo orales -como lo sería el dulzor-, y, por lo tanto, las personas utilizan como referencia la sensación más fuerte de cualquier tipo que hayan experimentado, lo que uniforma las respuestas y evita cualquier efecto de techo que poseen otras escalas y, según Bartoshuk *et al.* (2002), permite una mejor comparación entre diferentes grupos de personas.

La escala consistió de una línea vertical de 16 cm de longitud. Se utilizaron las ubicaciones relativas de 1,4%, 6,0%, 17,0%, 35,0%, 53,0% y 100% para los descriptores “Apenas detectable”, “Débil”, “Moderado”, “Fuerte”, “Muy fuerte” y “Lo más fuerte imaginable”, respectivamente, ubicados de abajo hacia arriba.

Cada persona evaluó simultáneamente las tres concentraciones de azúcar en cada producto por duplicado, para un total de 24 muestras evaluadas en tres sesiones. En una primera sesión se utilizó un cuestionario para que los panelistas practicasen el uso de la escala de intensidad. El cuestionario consistió en una lista de sensaciones cuyas intensidades fueron calificadas en una escala horizontal de 11,5 cm que tenía los mismos descriptores y posiciones relativas de la LMSg. En esa misma sesión los individuos evaluaron seis muestras de dos de los productos. Las restantes muestras se evaluaron en dos sesiones adicionales de 9 muestras cada una. Para servir los productos se utilizaron



frascos transparentes de 30 mL que contenían 10 mL, en el caso de la bebida, y 11 g, en el caso del arroz con leche. Las muestras se presentaron codificadas con números de tres cifras, aleatorizadas y balanceadas. Las muestras se expectoraron para disminuir el efecto de la saciedad y se realizaron dos enjuagues con agua entre muestras para disminuir los efectos de adaptación y acarreamiento, según lo recomienda O'Mahony (1986).

En la prueba de comparación pareada (2-AFC) cada persona evaluó en una sesión 8 pares de muestras del mismo producto con dos concentraciones de azúcar diferentes. Se realizaron cuatro sesiones en total. Las dos muestras de cada par tenían concentraciones muy similares de azúcar, o sea, la diferencia era pequeña y sutil entre ellas, como lo sugieren O'Mahony (1990), Kim y O'Mahony (1998), Lawless y Heymann (1999) y Delwiche (2004a). Los participantes recibieron los 8 pares de cada producto en una sola sesión y debieron indicar cuál de los dos alimentos de cada par era más dulce. Al igual que en la prueba de escala, las muestras fueron expectoradas y se realizaron dos enjuagues con agua entre cada par de muestras.

Para establecer el estatus de probador de PROP cada participante del estudio probó un papel impregnado con el compuesto. Se prepararon tiras de papel filtro de 10x1,5 cm, cuyo extremo fue sumergido en una solución saturada de PROP. Estas tiras se dejaron secar una noche y se guardaron en un sobre de papel para su posterior utilización. A cada persona se le solicitó que colocara sobre su lengua el extremo impregnado de la tira de papel e indicara, después de 20 segundos (Goldstein, 2005), la intensidad del sabor amargo percibido, utilizando para ello una escala horizontal de 11,5 cm con los mismos descriptores y posiciones relativas indicados para la LMSg.

Todas las evaluaciones se realizaron en cabinas aisladas iluminadas con luz blanca y con aire acondicionado a una temperatura de 23°C.

#### **5.3.4 Diseño estadístico y análisis de datos**

En la prueba de medición de la intensidad del dulzor utilizando una escala se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo  $2^2 \times 3^2$ . Las variables independientes (factores) fueron los dos productos (bebida de arroz y arroz con leche), los dos niveles de grasa (baja y alta), los tres grupos de personas (no diabéticos sin ascendencia diabética, no diabéticos con ascendencia diabética y diabéticos) y las tres concentraciones de azúcar

(baja, media y alta). Se hicieron dos repeticiones del diseño experimental. La edad y el IMC se utilizaron como covariables y el género y las repeticiones como bloques. La variable dependiente fue el valor de intensidad registrado en la escala. Los resultados se evaluaron por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), con evaluación de las interacciones entre factores. Los resultados del ANCOVA se pulieron, de manera que los efectos que no resultaron significativos fueron devueltos al error, a excepción de los efectos simples de los factores del diseño, los que se mantuvieron en el ANCOVA aunque no fueran significativos. Un  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo, a menos que se especifique otra cosa.

Para la prueba de percepción de la intensidad del dulzor con una comparación pareada se utilizó un diseño irrestricto aleatorio, donde la variable independiente fue el tipo de personas (diabéticos, no diabéticos con ascendencia diabética y no diabéticos sin ascendencia diabética). La variable evaluada fue una expresión nominal que podía asumir dos valores: “percibe” y “no percibe” la diferencia en intensidad de dulzor entre dos muestras con diferente concentración de azúcar. Se hicieron 8 repeticiones del diseño experimental. Las pruebas se aplicaron y se evaluaron de forma independiente para cada producto con dos concentraciones de grasa (4 productos diferentes en total). Para considerar que una persona percibió las diferencias en el dulzor de un producto con un  $p < 0,05$ , se requirió que acertara la concentración más alta en 7 de los 8 pares de muestras evaluados, según las tablas de Roessler *et al.* (1978).

Se aplicaron dos tipos de análisis estadísticos. En primer lugar, a los resultados de cada producto se les aplicó una prueba de chi cuadrado, en donde se compararon los tres grupos de personas. Las variables evaluadas con la prueba fueron el número de personas de cada grupo que perciben y el número de personas que no perciben la diferencia en intensidad de dulzor de cada uno de los productos. Se utilizó un  $p < 0,05$  para establecer diferencias significativas en la proporción de discriminadores del dulzor entre los grupos de personas.

En el segundo análisis, los resultados de cada producto y grupo de personas se evaluaron por medio de una prueba binomial para establecer dos cosas: primero, si cada individuo era o no un discriminador del dulzor y, luego, si cada grupo de personas podía discriminar o no la diferencia de dulzor en cada producto. En este caso la variable

evaluada fue el número de personas de cada grupo que percibió las diferencias en dulzor para cierto producto. Debido a que cada grupo tenía un número diferente de personas, según las tablas de Roessler *et al.* (1978), para un  $p < 0,05$ , era necesario que, en los dos grupos de no diabéticos, 18 personas percibieran las diferencias entre las dos concentraciones para considerar que esos grupos eran discriminadores, en tanto que, en el caso del grupo de diabéticos, se requirió que solamente 17 personas percibieran las diferencias para considerar que el grupo era discriminador.

Finalmente, con la aplicación para análisis de clusters del programa SAS 9.0 se seleccionaron tres categorías, las cuales correspondían a cada grupo del estatus de probador del PROP. Se consideraron no probadores a aquellas personas que indicaron no sentir ninguna sensación amarga, mismo razonamiento utilizado por Keller y Tepper (2004) para establecer el status de PROP en niños con el uso de soluciones de PROP. Se clasificaron como probadores a los participantes que dieron calificaciones entre apenas detecta y moderado, y super-probadores a aquellos cuyas calificaciones se ubicaron entre moderado y lo más fuerte imaginable.

## **5.4 Resultados y Discusión**

### **5.4.1 Medición de la intensidad del dulzor utilizando una escala**

En el análisis de varianza se encontró que todos los efectos simples resultaron significativos, lo mismo que algunas de las interacciones dobles (Cuadro 5.2). El género no fue significativo, mientras que la edad y el IMC resultaron significativos y las interacciones Edad\*Grupo de personas e IMC\*Grupo de personas, es decir, las covariables afectaron los resultados.

El IMC influyó en la forma en que los diferentes tipos de personas percibieron la intensidad del dulzor. Aunque de manera general la intensidad percibida del dulzor aumentó con el IMC ( $p=0,0028$ ), esta tendencia solo resultó significativa para el grupo de diabéticos ( $p < 0,0001$ ), en tanto que no hubo diferencias significativas en los dos grupos de personas sin diabetes. Sin embargo, según Bartoshuk *et al.* (2006), las personas obesas experimentan una reducción en la percepción de intensidad del dulzor y proponen explicaciones basadas en la variación genética y patologías para este fenómeno. Estos

autores sugieren que la reducción en la percepción del sabor dulce podría contribuir a incrementar la preferencia por la grasa en individuos obesos no diabéticos.

**Cuadro 5.2** Análisis de covarianza de la evaluación de la intensidad del sabor dulce utilizando una escala.

<b>Efecto</b>	<b>g.l.<sup>1</sup></b>	<b>Valor F</b>	<b>Probabilidad asociada</b>
Grupo de personas (GP)	2	9,8553	<0,0001
Nivel de azúcar (A)	2	397,3734	<0,0001
Producto (P)	1	42,9213	<0,0001
Grasa (G)	1	9,3917	0,0022
A*P	2	4,3902	0,0125
P*G	1	4,5212	0,0336
Genero	1	3,0524	0,0808
Edad (E)	1	4,8218	0,0282
E*GP	2	5,3004	0,0051
IMC	1	4,1784	0,0411
IMC*GP	2	10,7479	<0,0001

<sup>1</sup> Grados de libertad.

La intensidad del dulzor varió con la edad de manera diferente en cada grupo de personas. Con un análisis de correlación se determinó un aumento de la intensidad del sabor dulce con la edad en las personas no diabéticas sin ascendencia diabética ( $p=0,086$ ), pero no hubo correlación con las edades de las personas de los otros grupos ( $p>0,05$ ). Kälviäinen (2002) señala que la habilidad para detectar estímulos dulces no se debilita con la edad, pero es posible que las personas mayores presten mayor atención al dulzor que a otras cualidades del gusto, cuya percepción se debilita con la edad, y juzguen los productos basados en el dulzor. En este sentido, Mattes (1985) afirma que factores tales como las experiencias pasadas y presentes con los alimentos pueden modificar las respuestas gustativas. Además, según las observaciones de Mennella *et al.* (2006), se puede inferir que en los adultos la experiencia y los factores cognitivos influyen las preferencias gustativas y el consumo de alimentos dulces.

Se encontró diferencias significativas entre los tres grupos de personas examinados, de manera que los no diabéticos con ascendencia diabética evaluaron las muestras como menos dulces ( $\bar{X} = 3,31$ ) que las personas diabéticas ( $\bar{X} = 3,88$ ) y las no diabéticas sin

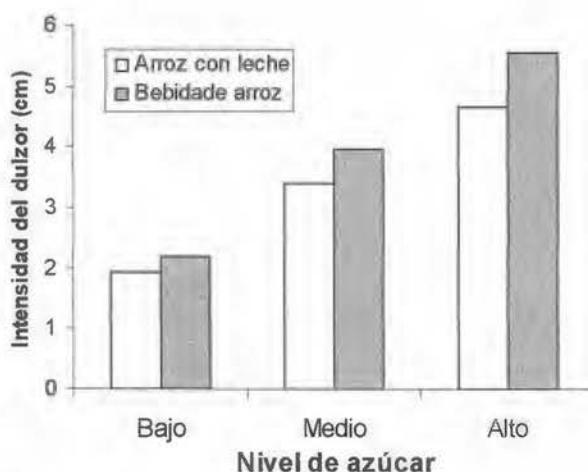
ascendencia diabética ( $\bar{X} = 3,69$ ). Varios estudios (Salbe *et al.*, 2004; Perros *et al.*, 1996; Tepper y Seldner, 1999) han relacionado la diabetes con cambios en la percepción del sabor dulce. Adicionalmente, se ha detectado un aumento del umbral para la glucosa y sacarosa en los diabéticos y un umbral mayor para la glucosa en los familiares de diabéticos (Perros *et al.*, 1996; Lawson *et al.*, 1979). Sin embargo, Tepper *et al.* (1996) no encontraron cambios en la percepción de la intensidad del sabor dulce de soluciones de diferentes edulcorantes, incluyendo la sacarosa, entre diabéticos y no diabéticos. Aunque se reconocen cambios en la percepción del dulzor en los diabéticos, es posible, por el rango de edad utilizado en el estudio, que para la mayoría de las personas diabéticas evaluadas la enfermedad tuviera un curso corto, a lo que se debe sumar que la mayoría de ellos tenían control de su enfermedad a través de revisiones periódicas del nivel sanguíneo, uso de medicamentos, una alimentación adecuada e, inclusive, algunos de ellos refirieron que hacían ejercicio.

Las diferencias encontradas entre grupos en el presente estudio, aunque significativas, son muy pequeñas, lo que en principio llevaría a concluir que a niveles supraumbrales las diferencias en la percepción del dulzor entre diabéticos y no diabéticos no fueron extremadamente altas cuando se utilizaron escalas para su medición.

En la Figura 5.1 se muestra la interacción entre el nivel de azúcar y el tipo de producto, donde la intensidad percibida del dulzor aumenta con el nivel de azúcar en los productos. Monneuse *et al.* (1991) encontraron que el dulzor es una función directa de la concentración de sacarosa en mezclas semisólidas de queso blanco suave y crema. Esta relación entre concentración de azúcar y dulzor también ha sido probada previamente en muestras de yogurt y en un producto fermentado a base de salvado de avena (Kälviäinen, 2002). Según Pangborn y Giovanni (1984), en general, la intensidad percibida de un sabor es una función lineal positiva de la concentración del aditivo que produce el sabor.

En la Figura 5.1 también se observa que el dulzor de las bebidas fue más intenso que el del arroz con leche y que el aumento en la intensidad del dulzor percibido a causa del nivel de azúcar fue mayor en las bebidas que en el arroz con leche, a pesar de que las bebidas fueron preparadas con concentraciones de azúcar un poco inferiores a las del arroz con leche. Se debe tener en cuenta que la lactosa de la leche utilizada en la preparación de los

productos aportó algo al dulzor de los productos, sobretodo a las bebidas, las cuales contenían más leche que el arroz con leche (ver Capítulo 4). Sin embargo, esto no compensó las diferencias en dulzor que debería producir la mayor adición de azúcar al arroz con leche, lo que permite deducir que el dulzor realmente fue percibido como más intenso en las bebidas.

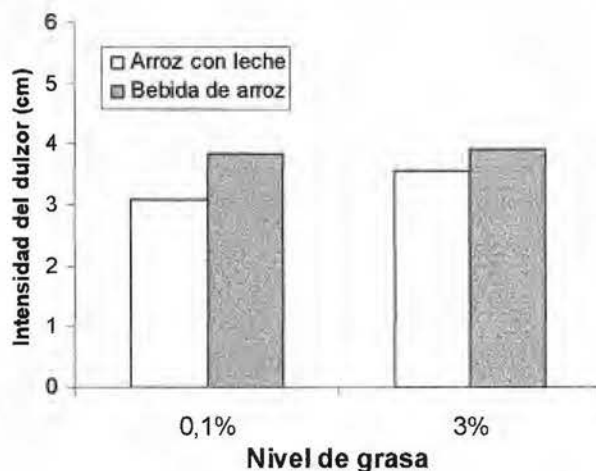


**Figura 5.1** Comparación de la intensidad del dulzor de los productos según el nivel de azúcar.

Delwiche (2004b) afirma que un aumento en la viscosidad de una solución puede generar una disminución de la intensidad tanto del sabor como del aroma. Específicamente Kälviäinen (2002) refiere una disminución del dulzor percibido de los azúcares (como la sacarosa y fructosa) al aumentar la viscosidad. Esta reducción causada por el incremento de la viscosidad está basada en el hecho fisiológico de que, para ser percibido, el compuesto dulce debe difundir hasta la superficie de los botones gustativos en la lengua, y, a partir de las observaciones de Stone y Oliver (1966), podría concluirse que este proceso puede ser retardado por la viscosidad, al demorar la liberación de la sacarosa en la saliva. También se debe considerar un efecto de halo, el cual se presenta cuando la evaluación de una característica tiene influencia en las respuestas subsiguientes (Stone y Sidel, 2004). En este caso, aunque no era parte del experimento, es posible que los participantes evaluaran

la consistencia de forma visual o en la boca antes de caracterizar el dulzor, y esto afectara la percepción del dulzor.

La percepción del dulzor varió de un producto a otro dependiendo del nivel de grasa (interacción Producto\*Grasa, Figura 5.2). Nuevamente se observa que el dulzor de las bebidas fue percibido como más intenso que el del arroz con leche. Sin embargo, el dulzor de las bebidas fue afectado por el contenido de grasa en menor grado que en el caso del arroz con leche, donde el dulzor resultó mayor cuando el contenido de grasa era alto. Por lo tanto, en los alimentos semisólidos la presencia de grasa provocó un aumento en la percepción del dulzor, no así en los alimentos líquidos.



**Figura 5.2** Comparación de la intensidad del dulzor de los productos según el nivel de grasa.

Salbe *et al.* (2004) han reconocido diferencias en las valoraciones hedónicas del dulzor de la sacarosa de personas obesas entre leche descremada y crema. Estos autores mencionan que, dado que la percepción de la grasa en un estímulo líquido es ampliamente atribuible a las propiedades texturales que la grasa imparte, la preferencia sensorial por la grasa en los estímulos líquidos no puede ser equivalente a la de los alimentos sólidos. A partir de los resultados del presente estudio se puede presumir que tales efectos no se deben a un cambio en la intensidad del dulzor sino a la interacción entre la grasa y el

azúcar que vuelven más palatable el alimento. De hecho, utilizando concentraciones de grasa entre 0 y 37,5%, Salbe *et al.* (2004) encontraron que existe una relación entre los contenidos de grasa y azúcar y la percepción de los sabores de los alimentos. Estos investigadores hallaron que las calificaciones de cremosidad de la leche se incrementan al aumentar la cantidad de grasa y la cantidad de azúcar. Igualmente, Drewnowski *et al.* (1989) hallaron que las valoraciones para los atributos dulzor, cremosidad y contenido de grasa difieren entre los líquidos y los sólidos.

#### 5.4.2 Prueba de comparación pareada

Para determinar si las sensibilidades al dulzor en cada producto eran significativamente diferentes entre los grupos de personas, se aplicó la prueba de chi-cuadrado, la que evidenció que los grupos de personas eran diferentes en cuanto a la proporción de discriminadores para 3 de los 4 productos evaluados (Cuadro 5.3). Si se analizan estos resultados con la Figura 5.3, se observa que, para cada producto con diferente contenido de grasa, los tres grupos de personas evaluadas presentaron diferentes sensibilidades. Hubo mayor porcentaje de discriminadores en los dos grupos de no diabéticos cuando se compararon los dos niveles de sacarosa en los dos alimentos bajos en grasa, y mayor porcentaje de discriminadores del dulzor en el arroz con leche alto en grasa entre los diabéticos y las personas con ascendencia. Este último grupo de personas también tuvo un mayor porcentaje de discriminadores del dulzor en la bebida de arroz alta en grasa, pero el efecto no fue significativo ( $p=0,3753$ ).

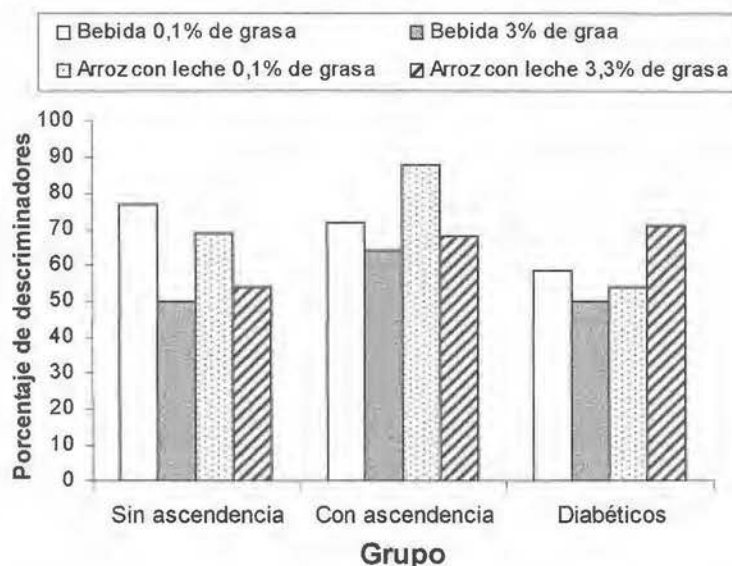
**Cuadro 5.3** Resultados de la prueba chi cuadrado ( $X^2$ ) aplicada para establecer diferencias en la capacidad discriminadora de los grupos de personas en los diferentes productos.

Producto	Cont. grasa	Probabilidad asociada
Bebida	Bajo	0,0015
Bebida	Alto	0,3753
Arroz con leche	Bajo	<0,0001
Arroz con leche	Alto	0,0228

Estadísticamente, a través de la prueba binomial ( $p<0,05$ ) se determinó que la diferencia de dulzor en los dos tipos de alimentos con bajo contenido de grasa fue



discriminado por los dos grupos de personas sin diabetes y que la diferencia de dulzor en el arroz con leche con alto contenido de grasa fue discriminado por los diabéticos y por las personas con ascendencia (Cuadro 5.4).



**Figura 5.3** Porcentaje de discriminadores en cada grupo de personas para cada uno de los productos evaluados.

**Cuadro 5.4** Resultados de la prueba binomial aplicada para establecer si los grupos de personas discriminan o no el sabor dulce en los diferentes productos.

Producto	Contenido de grasa	Grupo <sup>1</sup>		
		Sin ascendencia	Con ascendencia	Diabéticos
Arroz con leche	Bajo	<b>Discrimina</b>	<b>Discrimina</b>	No discrimina
Arroz con leche	Alto	No discrimina	<b>Discrimina</b> <sup>2</sup>	<b>Discrimina</b>
Bebida	Bajo	<b>Discrimina</b>	<b>Discrimina</b>	No discrimina
Bebida	Alto	No discrimina	No discrimina	No discrimina

<sup>1</sup> Se requiere que 18 personas de los grupos de personas sin diabetes y 17 personas del grupo de diabéticos diferencien las dos concentraciones de azúcar para considerar que el grupo de personas discrimina, con un  $p < 0,05$ .

<sup>2</sup>  $p = 0,054$ .

El caso del arroz con leche alto en grasa es interesante pues fue un producto mucho más complejo que la bebida de arroz y, sin embargo, los diabéticos y las personas con ascendencia pudieron discriminar las dos concentraciones de azúcar comparadas. Se debe observar que con la prueba de escala se determinó que, para todos los grupos de personas, la intensidad del dulzor fue mayor en el arroz con leche alto en grasa que en el bajo en grasa. En este caso, es posible que la presencia de grasa causara sensaciones diferentes en los diabéticos y en las personas con ascendencia que les permitieron discriminar diferentes concentraciones de azúcar en este producto que no fueron discernibles por las personas sin ascendencia.

Perros *et al.* (1996) reportaron incrementos en los umbrales de detección y reconocimiento de la glucosa en pacientes recién diagnosticados con DM2, que podrían influenciar la elección premórbida de nutrientes, con preferencia hacia los alimentos de sabor dulce, exacerbando, por lo tanto, la hiperglicemia. Estas anomalías podrían extenderse también a los umbrales de diferencia de otros edulcorantes, como la sacarosa evaluada en el presente estudio, y explicar la poca discriminación del sabor dulce observada en los diabéticos.

#### 5.4.3 Estatus de probador de PROP

Los tres grupos de personas evaluados presentaron distribuciones diferentes en cuanto a su estatus de probador de PROP (Figura 5.4).



Figura 5.4 Estatus de probador de PROP de los diferentes grupos de personas.

Al igual que en el trabajo de Cubero y Gonzáles (2005), se comprobó una mayor presencia de superprobadores y menor proporción de no probadores en el grupo de diabéticos, a la vez que en el grupo de no diabéticos sin ascendencia diabética la mayor parte de las personas se distribuyeron entre probadores medios y no probadores. En el grupo de no diabéticos con ascendencia diabética hubo más superprobadores, pero menos probadores medios, lo que contrasta con los hallazgos de Cubero y Gonzáles (2005), quienes encontraron un número mayor de probadores medios en este grupo. Estos resultados son altamente contrastantes con las afirmaciones de Tepper (2004), quien señala que algunos estudios han reportado una prevalencia de no probadores en diabéticos 1 y 2. Diferencias genéticas pueden explicar los contrastes en los hallazgos. Sin embargo, Tepper (2004) también especula que, considerando que el estatus de probador de PROP es un marcador para la obesidad, y esta condición está relacionada con la DM2, entonces el estatus de PROP podría servir como un marcador predictivo del futuro desarrollo de DM2.

Por otra parte, según Keller y Tepper (2004), la relación entre el estatus de probador y la preferencia por el sabor dulce es difícil de establecer. Estos autores señalan que, en pruebas realizadas con adultos usando soluciones de sacarosa, los probadores de PROP perciben la sacarosa más dulce y les desagrada más que a los no probadores. Tales relaciones también son referidas por Duffy (2004), y son primariamente observadas en mujeres. A partir de estos hallazgos y, considerando que un porcentaje alto de diabéticos tienden a ser probadores o superprobadores de PROP, podría esperarse en los diabéticos una mayor sensibilidad por el dulzor, pero eso no se observó en el presente estudio. Otros estudios que examinan alimentos o disoluciones dulces no replicaron los hallazgos antes mencionados y no pudieron establecer que la sensibilidad genética al PROP fuera un predictor de las calificaciones de intensidad del dulzor (Keller y Tepper, 2004; Yackinous y Guinard, 2001).

Tepper *et al.* (1997) encontraron que los probadores y superprobadores pueden discriminar diferencias de grasa que no son discriminables por los no probadores. Esto podría tener relación con la mejor capacidad discriminadora de diferentes concentraciones de dulzor en el arroz con leche alto en grasa de los diabéticos y las personas con

ascendencia, que se caracterizan por la tendencia a ser probadores o superprobadores de PROP.

#### **5.4.4 Comparación de métodos**

Los resultados del presente estudio demuestran que la capacidad de los diabéticos para evaluar la intensidad del dulzor de la sacarosa difiere mucho si las evaluaciones se realizan con pruebas de discriminación o utilizando escalas de intensidad. En la prueba de comparación pareada los diabéticos tuvieron más dificultad que los no diabéticos para diferenciar las concentraciones de azúcar en alimentos líquidos y en alimentos bajos en grasa, y su capacidad de discriminación del dulzor fue mejor cuando evaluaron un producto semisólido alto en grasa. En la prueba de medición de la intensidad con escala los diabéticos prácticamente no presentaron diferencias con los individuos sanos en su capacidad para evaluar la intensidad del sabor dulce, independientemente de que el producto fuera líquido o semisólido o que tuviera un contenido alto o bajo de grasa. Esta menor capacidad de la prueba de medición de la intensidad con una escala para diferenciar entre grupos de personas pudo deberse a una reducción en la sensibilidad de la prueba, ya sea, debido a las pérdidas de memoria que se dan en el transcurso de la prueba, las que se presentan porque se olvida la intensidad del estímulo anterior o se olvida la calificación que se le dio (Kim y O'Mahony, 1998), o por el uso idiosincrásico de la escala (Stone y Sidel, 2004; Lawless y Heymann, 1999).

El presente estudio examinó la percepción de la intensidad del dulzor de la sacarosa en una variedad de situaciones: matrices de diferente naturaleza (líquido y semilíquido) con diferente concentración de grasa y diferentes métodos de medición (escala y discriminación). La capacidad de cada método y producto para establecer diferencias entre diferentes grupos de personas fue evidente. Esta gama de posibilidades explorada permitió corroborar las afirmaciones de Raben *et al.* (2003) en cuanto a que se pueden encontrar discrepancias entre estudios debido a factores como el método aplicado o el tipo de producto utilizado, y permite afirmar que las observaciones sobre una propiedad sensorial medida bajo circunstancias específicas no deberían generalizarse a todo tipo de matrices y a diferentes técnicas de medición.

## 5.5 Referencias

- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Fast, K., Green, B.G., Prutkin, J. y Snyder, D.J. 2002. Labeled scales (e.g., category, Likert, VAS) and invalid across-group comparisons: what we have learned from genetic variation in test. *Food Quality and Preference* 14: 125-138.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Hayes, J.E., Moskowitz, H.R. y Snyder, D.J. 2006. Psychophysics of sweet and fat perception in obesity: problems, solutions and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Appetite* 361: 1137-1148.
- Basson, M.D., Bartoshuk, L.M., Dichello, S.Z., Panzini, L., Weiffenbach, J.M., y Duffy, V.B. 2005. Association Between 6-n-Propylthiouracil (PROP) Bitterness and Colonic Neoplasms. *Digestive Diseases and Sciences* 50(3): 483-489.
- Boden, G. y Laakso, M. 2004. Lipids and Glucose in Type 2 Diabetes. What is the cause and effect? *Diabetes Care* 27(9): 2253-2259.
- Ceddia, R.B., Koistinen, H.A., Zierath, J.R. y Sweeney, G. 2002. Analysis of paradoxical observations on the association between leptin and insulin resistance. *The FASEB Journal* 16: 1163-1176.
- Costa Rica. Ministerio de Salud. 2004. Encuesta multinacional de diabetes mellitus, hipertensión arterial y factores de riesgo asociados. Área Metropolitana, Ministerio de Salud de Costa Rica. San José.
- Cros, S., Lignot, B., Razafintsalama, C., Jaouen, P. y Baourseau, P. 2004. Electrodialysis desalination and reverse osmosis concentration of an industrial mussel cooking juice: process impact on pollution reduction and on aroma quality. *Journal of Food Science* 69(6): C435-442.
- Cubero, E. y González, L. 2005. Relationship between PROP perception and diabetes in Costa Rica. 2005 IFT Annual Meeting, July 15-20, 2005. New Orleans.
- Davis, S.N. y Graner, D.K. 1996. Insulina, fármacos hipoglucemiantes orales y propiedades farmacológicas del páncreas endocrino. *In: Hardman, J.G., Limbird, L.E., Molinoff, P.B., Ruddon, R.W. y Gilman, A.G., eds. Goodman & Gilman - Las bases farmacológicas de la terapéutica. 9 ed. McGraw Hill, México, D.F. v.2.*
- Delwiche, J.F. 2004a. Role of Sensory Analysis in Flavor Chemistry. *Proceedings of the Ohio Grape-Wine Short Course. Horticulture and Crop Science Department Series* 739. Pp.29-32.
- Delwiche, J.F. 2004b. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Quality and Preference* 15: 137-146.
- Delwiche, J.F. y Liggett, R.E. 2004. Sensory preference and discrimination of wind-caught and culture yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Food Science* 69(4): S144-147.

- DiMiglio, D.P. y Mattes, R.D. 2000. Abstract: Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *International Journal of Obesity Related Metabolism Disorders* 24(6): 794-800.
- Doty, R.L., Kimmelman, C.P. y Lesser, R.P. 1992. Smell and taste and their disorders. *In: Asbury, A.K., McKhann, G.M. y McDonald, W.I., eds., Diseases of the Nervous System.* 2 ed. W.B. Saunders, Philadelphia. pp.390-403.
- Drewnowski, A. 1987. Sweetness and obesity. *In: Dobling, J. ed. Human Nutrition Reviews: Sweetness.* Srigner-Verlag, Gran Bretaña.
- Drewnowski, A., Shrager, E.E., Lipsky, C., Stellar, E. y Greenwood, M.R.C. 1989. Sugar and Fat: Sensory and Hedonic Evaluation of Liquid and Solid Foods. *Physiology & Behavior* 45: 177-183.
- Duffy, V.B. 2004. Associations between oral sensation, dietary behaviors and risk of cardiovascular disease (CVD). *Appetite* 43: 5-9.
- Duffy, V.B., Lucchina, L.A. y Bartoshuk, L.M. 2004. Genetic variation in taste: potential biomarker for cardiovascular disease risk? *In: Genetic variation in taste sensitivity,* Prescott, J. y Tepper, B.J., eds. Marcel Dekker, New York.
- Ennis, D.M. 1990. Relative power of difference testing methods in sensory evaluation. *Food Technology*
- Ennis, D.M. 1993. The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies* 8: 353-370.
- Geiss, L.S., Wang, J. y Gregg, E.W. 2007. Long-term trends in the prevalence and incidence of diagnosed diabetes. *American Diabetes Association 2007 Scientific Sessions; June 23, 2007; Chicago, IL.* Abstract 125-OR.
- Goldstein, G.L., Daun, H. y Tepper, B.J. 2005. Adiposity in Middle-aged Women is Associated with Genetic Taste Blindness to 6-n-Propylthiouracil. *Obesity Research* 13(6): 1017-1023.
- Green, B.G., Shaffer, G.S. y Gilmore, M.M. 1993. Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent ratio properties. *Chemical Senses* 18(6): 683-702.
- Guinard, J.-X., Zoumas-Morse, C., Dietz, J., Goldberg, S., Holz, M., Heck, E. y Amoros, A. 1996. Does consumption of beer, alcohol, and bitter substances affect bitterness perception? *Physiology & Behavior* 59(4/5): 625-934.
- Holt, R.I.G. 2004. Diagnosis, epidemiology and pathogenesis of diabetes mellitus: an update for psychiatrists. *British Journal of Psychiatry* 184(suppl.47): S55-S63.
- Hough, G. Martínez, E., Contarini, A., Barbieri, T., Vega, M.J. y Sánchez, R. 1998. Diseño y uso de pruebas de triángulo secuenciales para la selección de evaluadores sensoriales. *La Alimentación Latinoamericana* no.226: 51-56.
- IDF. 2006. *Diabetes Atlas.* 3 ed. International Diabetes Federation, Brussels.

- Jiamyangyuen, S., Delwiche, J.F. y Harper, W.J. 2002. The impact of wood ice cream sticks' origin on the aroma of exposed ice cream mixes. *Journal of Dairy Science* 85(2): 355-359.
- Jiménez, M.F. 2000. Diabetes mellitus: actualización. *Acta Médica Costarricense* 42(2): 53-65.
- Keller, K.L. y Tepper, B.J. 2004. Inherited Taste Sensitivity to 6-n-Propylthiouracil in Diet and Body Weight in Children. *Obesity Research* 12(6): 904-912.
- Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 1998. A new approach to category scales of intensity I: traditional versus rank-rating. *J. Sensory Studies* 13: 241-249.
- Koo, T.-Y., Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 2002. Effects of forgetting on performance on various intensity scaling protocols: magnitude estimation and labeled magnitude scale (Green scale). *Journal of Sensory Studies* 17(2): 177-192.
- Kälviäinen, N. 2002. Texture modifications in semisolid and solid foods: Sensory characterization and acceptance in different age groups. EKT series 1313. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Food Technology. Helsinki.
- Köster, M.A., Prescott, J. y Köster, E.P. 2004. Incidental learning and memory for three basic tastes in food. *Chemical Senses* 29(5): 441-453.
- Lawless, H.T. y Heymann, H. 1999. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Aspen, Gaithersburg, Maryland.
- Lawson, W.B., Zeidler, A., y Rubenstein, A. 1979. Taste Detection and Preferences in Diabetics and their Relatives. *Psychosomatic Medicine* 41(3): 219-227.
- Mann, N.M. 2002. Management of smell and taste problems. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 69(4): 329-339.
- Mattes, R.D. 1985. Gustation as a determinant of ingestion: methodological issues. *The American Journal of Clinical Nutrition* 41: 672-683.
- Mattes, R.D. 2005. Soup and satiety. *Physiology & Behavior* 83: 739-747.
- Mennella, J.A., Pepino, M.Y. y Reed, D.R. 2006. Genetic and Environmental Determinants of Bitter Perception and Sweet Preferences. *Pediatrics* 115: 216-222.
- Mojet, J., Christ-Hazelhof, E. y Heidema, J. 2001. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chemical Senses* 26: 845-860.
- Monneuse, M.O., Bellisle, F., y Louis-Sylvestre, J. 1991. Abstract: Impact of sex and age on sensory evaluation of sugar and fat in dairy products. *Physiology & Behavior* 50(6): 1111-1117.
- O'Mahony, M. 1986. Sensory adaptation. *Journal of Sensory Studies* 1: 237-258.

- O'Mahony, M. 1990. Cognitive aspects of difference testing and descriptive analysis: criterion variation and concept formation. *In*: McBride, R.L. y MacFie, H.J.H., eds. Psychological basis of sensory evaluation. Elsevier Applied Science, London. Pp. 117-129.
- O'Mahony, M. 1995. Who told you the triangle test was simple? *Food Quality and Preference* 6: 227-238.
- Pangborn, R.M. 1961. Taste interrelationships. II. Suprathreshold solutions of sucrose and citric acid. *Journal of Food Science* 26(6): 648-655.
- Pangborn, R.M. y Giovanni, M.E. 1984. Abstract: Dietary intake of sweet foods and of dairy fats and resultant gustatory responses to sugar in lemonade and to fat in milk. *Appetite* 5(4): 317-327.
- Perros, P., MacFarlane, T.W, Counsell, C. y Frier, B.M. 1996. Abstract: Altered taste sensation in newly-diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 19(7): 768-770.
- Prescott, J. y Tepper, B.J. 2004. Genetic variation in taste sensitivity. Marcel Dekker, New York.
- Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J.J. y Astrup, A. 2003. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 77(1): 91-100.
- Roche, E. 2003. Type 2 diabetes: gluco-lipo-toxicity and pancreatic  $\beta$ -cell dysfunction. *Ars Pharmaceutica* 44(4): 313-332.
- Roessler, E.B., Pangborn, R.M., Sidel, J.L. y Stone, H. 1978. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle test. *Journal of Food Science* 43: 940-947.
- Salbe, A.D., Del Parigi, A., Pratley, R.E., Drewnowski, A. y Tataranni, P.A. 2004. Taste preferences and body weight changes in an obesity-prone population. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(3): 372-378.
- Saris, W.H.M. 2003. Sugars, energy metabolism, and body weight control. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl): 850S-857S.
- Shirose, I. y Mori, E.E.M. 1984. Aplicação da análise seqüencial à seleção de provadores pelo teste triangular. *Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 14: 39-55.
- Stone, H. y Oliver, S. 1966. Effect of viscosity on the detection of relative sweetness intensity of sucrose solutions. *Journal of Food Science* 31: 129-134.
- Stone, H. y Sidel, J.L. 2004. Sensory evaluation practices. 3 ed. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Suárez, E., Dever, M., Healey, M. y De Luca, F. 2004. Abstract: Glucose and Lipid Abnormalities in Puerto Rican Adolescents with Obesity. 86th Annual Meeting of the Endocrine Society. New Orleans. June 16-19, 2004.



- Tepper, B.J. 2004. 6-*n*-propylthiouracil as a genetic taste marker for fat intake, obesity, and chronic disease risk. Current evidence and future promise. *In*: Genetic variation in taste sensitivity, Prescott, J. y Tepper, B.J., eds. Marcel Dekker, New York.
- Tepper, B.J. y Nurse, R.J. 1997. Fat perception is related to PROP taster status. *Physiology & Behavior* 61(6): 949-954.
- Tepper, B.J. y Seldner A.C. 1999. Sweet taste and intake of sweet foods in normal pregnancy and pregnancy complicated by gestational diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(2): 277-84.
- Tepper, B.J., Hartfield, L.M. y Schneider, S.H. 1996. Abstract: Sweet taste and diet in type II diabetes. *Physiology and Behavior* 60(1): 13-18.
- Van Dam, R.M., Willett, W.C., Rimm, E.B., Stampfer, M.J. y Hu, F.B. 2002. Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men. *Diabetes Care* 25(3): 417-424.
- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. y Elías, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa.
- Wright, A.O., Orden, L.V. y Eggett, D.L. 2003. Determination of carbonation threshold in yogurt. *Journal of Food Science* 68(1): 378-381.
- Yackinos, C. y Guinard, J-X. 2001. Relation between PROP taster status and fat perception, touch, and olfaction. *Physiology & Behavior* 72: 427-437.
- Yao, E., Lim, J., Tamaki, K., Ischii., R., Kim, K.O. y O'Mahony, M. 2003. Structured and unstructured 9-point hedonic scales: a cross cultural study with American, Japanese and Korean consumers. *Journal of Sensory Studies* 18: 115-139.

## **Capítulo 6.**

### **Comparación entre diabéticos y no diabéticos del efecto del ayuno sobre la percepción de la intensidad y el agrado por el dulzor**

#### **6.1 Resumen**

Se ha propuesto que la saciedad puede modificar las evaluaciones sensoriales. Además, la hiperglicemia inducida por la glucosa se ha relacionado con una reducción de la percepción del dulzor y se ha encontrado que el agrado por el dulzor está alterado en algunos diabéticos.

El objetivo del estudio fue comparar el efecto del ayuno sobre la percepción del agrado y la intensidad del dulzor entre diabéticos y no diabéticos.

El agrado y la intensidad del dulzor fueron evaluados por tres grupos: 24 diabéticos, 25 no diabéticos con ascendencia diabética y 26 no diabéticos sin ascendencia diabética. El agrado fue medido con una prueba ad libitum donde los sujetos adicionaron la sacarosa que desearon a un arroz con leche al 3,3% de grasa, al que luego se le midieron los grados Brix. Se utilizó la escala de Green para medir la intensidad del dulzor en una bebida láctea de arroz preparada con leche al 0,1% de grasa y con tres concentraciones de sacarosa (5%, 9% y 14%). El agrado y la intensidad del dulzor se midieron antes y después de tomar un desayuno. La glucosa sanguínea fue medida en ayunas. El desayuno, que tardó 10 minutos, consistió en un vaso de jugo de frutas endulzado y un bocadillo salado.

El ayuno afectó el agrado ( $^{\circ}$ Brix ad libitum) y la intensidad del dulzor percibido. Antes del desayuno se adicionó más azúcar que después del desayuno. Los diabéticos y las personas con ascendencia gustaron del producto con menos azúcar que los individuos sin ascendencia. Las personas con ascendencia añadieron más azúcar al arroz con leche conforme el nivel de glucosa sanguínea era mayor. Después de desayunar las mujeres añadieron más azúcar que los hombres. A niveles bajos (5%) y medios (9%) de azúcar en la bebida la intensidad del dulzor fue mayor antes de desayunar que después, en tanto que la bebida con el nivel alto de sacarosa (14%) fue calificada, en general, más dulce en el estado posprandial. La intensidad del dulzor percibido después de desayunar disminuyó

con la glucosa en los dos grupos de personas sin diabetes y aumentó con el IMC en los diabéticos. La intensidad percibida del dulzor fue mayor en los hombres que en las mujeres.

## **6.2 Introducción**

Triplitt *et al.* (2006) afirman que existe un deficiente control de la diabetes en la población americana, lo cual implica que en el tratamiento de la diabetes son necesarias intervenciones en el estilo de vida de las personas en combinación con uno o múltiples agentes terapéuticos cuando sean necesarios.

La obesidad y la falta de ejercicio, independientemente de la carga genética, se mencionan como las dos principales causas de riesgo para la diabetes mellitus tipo 2 (Holt, 2004; Van Dam *et al.* 2002; Roberts y Barnard, 2005). En este sentido, la reducción en la ingesta alimentaria se perfila como uno de los recursos más importantes para el control de la glucosa sanguínea y los defectos fisiopatológicos que la diabetes conlleva.

Dado que se reconoce una asociación entre la diabetes mellitus y la obesidad (Holt, 2004; Van Dam *et al.*, 2002), y la obesidad a su vez está asociada con diferencias en las preferencias por el sabor y con respuestas anormales del cerebro al sabor de los alimentos después de un ayuno prolongado (Gautier *et al.*, 1999; Del Parigi *et al.*, 2004), se intuye que también es posible encontrar cambios en la percepción de la intensidad y del agrado por el sabor dulce debidos al ayuno entre las personas diabéticas.

El nivel de glucosa sanguínea es controlado, principalmente, por un modelo bihormonal, en el que la insulina regula la desaparición de la glucosa en el periodo posprandial, en tanto que el glucagón regula su aparición durante el ayuno. Sin embargo, otras hormonas también participan en este proceso (Triplitt *et al.*, 2006). En la diabetes mellitus tipo 2 este equilibrio es roto por un deterioro de la respuesta de secreción de insulina a la glucosa (deficiencia de insulina) debido a un defecto de las células pancreáticas  $\beta$ , y/o a una reducción de la efectividad de la insulina (resistencia a la insulina) causada por una disminución de la sensibilidad de los tejidos a esta hormona (Berkow, 1994; Davis y Granner, 1996), lo que provoca un aumento de la glucosa en sangre.

La ingestión en ayunas de alimentos ricos en sacarosa, carbohidratos, proteínas o grasa elevan la concentración plasmática de glucosa y la saciedad dentro de la media hora posterior al consumo de los alimentos (Raben *et al.*, 2001; Raben *et al.*, 2003). Asimismo, los azúcares producen periodos de saciedad más largos que los carbohidratos de bajo índice glicémico, aunque es débil la evidencia de que la elevación de la glicemia luego de la ingesta de alimentos sea la responsable directa de la saciedad que estos generan (Anderson y Woodend, 2003; Benton, 2005; De Graaf *et al.*, 2004).

En los Capítulos 4 y 5 se hace mención a pruebas sensoriales de percepción de la intensidad y el agrado por el sabor dulce y alimentos con características específicas que podrían ayudar a diferenciar entre personas diabéticas y no diabéticas, y en la presente investigación se retoma esa información con el fin de evaluar el efecto del ayuno sobre la percepción del dulzor de la sacarosa.

### **6.3 Materiales y Métodos**

#### **6.3.1 Individuos**

Se trabajó con tres tipos de personas: diabéticos tipo 2 diagnosticados médicamente, no diabéticos con ascendencia diabética (cada persona tenía al menos un familiar -abuelos, padres, tíos consanguíneos o hermanos- con diagnóstico de diabetes) y no diabéticos sin ascendencia diabética (estos individuos no tenían ningún familiar de los antes mencionados con diagnóstico de diabetes). Estas personas fueron las mismas que participaron en el estudio del capítulo 5.

Las personas que participaron en el estudio tenían características similares de edad e IMC (Cuadro 6.1). Los rangos de estas variables se establecieron en función de que no fácilmente se encuentran personas muy jóvenes con diabetes y, además, que es común que los diabéticos tiendan a la obesidad.

#### **6.3.2 Productos**

Se utilizó una bebida láctea de arroz preparada con leche 0,1% de grasa y un arroz con leche preparado con leche 2% de grasa y crema 35% de grasa, según se describe en el Capítulo 4. Los productos más adecuados para cada prueba fueron escogidos con base en

los resultados ahí discutidos, de modo que contribuyeran a diferenciar la intensidad y el agrado del dulzor percibido entre diabéticos y no diabéticos.

**Cuadro 6.1** Características de los individuos que participaron en el estudio.

	<b>Sin ascendencia</b>	<b>Con ascendencia</b>	<b>Diabéticos</b>
Hombres [n (%)]	15 (20,0%)	12 (16,0%)	15 (20,0%)
Mujeres [n (%)]	11 (14,7%)	13 (17,3%)	9 (12,0%)
Edad (años)	44,7±3,2 <sup>1</sup>	44,5±4,6	47,9±4,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,1±2,7	28,6±2,7	28,8±4,1

<sup>1</sup>  $\bar{X} \pm$  D.E. (desviación estándar).

### 6.3.3 Pruebas

Las pruebas se realizaron en una sola sesión. A las personas se les pidió que se presentaran entre las 7 y 9 de la mañana con un ayuno de al menos 8 horas. Al arribar, se les determinó la glucosa sanguínea con el glucómetro AccuCheck Advantage de Roche®; Aziz y Hsiang (1983) evaluaron varios dispositivos para el monitoreo de la glucosa sanguínea en el hogar, incluyendo un modelo AccuCheck, y encontraron que, aunque los dispositivos tienden a dar valores más bajos que el método de laboratorio, son suficientemente exactos para tener uso clínico en el monitoreo de la glucosa sanguínea en el hogar. Por lo tanto, se considera que el sistema AccuCheck Advantage permite una medición exacta de este parámetro. Luego los participantes realizaron una evaluación de la intensidad y una prueba de agrado por el dulzor. A continuación tomaron un desayuno estandarizado que consistió en un refresco de frutas (aprox. 150-200 mL) endulzado con una mezcla de sacarosa al 3%, Aspartame® y acesulfame-K, y un bocadillo salado de 30-35 g preparado a base de harina de trigo. Finalmente, repitieron la evaluación de la intensidad y del agrado.

El agrado por el dulzor se evaluó por medio de una prueba ad libitum en la que cada persona recibió un vaso de vidrio con 35-40 g de arroz con leche sin azúcar y se le pidió que lo endulzara con sacarosa, según su gusto. Luego la concentración de sólidos solubles m/m (grados Brix) en cada muestra fue determinada utilizando un refractómetro manual.

La intensidad del dulzor fue evaluada en la bebida de arroz endulzada con tres concentraciones de sacarosa (5, 9 y 14%) que se identificaron como categorías baja, media

y alta de sacarosa (Capítulo 5). En vista de que con las escalas se puede indicar la magnitud exacta de las diferencias entre las muestras, entre las concentraciones existió una diferencia grande y obvia (perceptible por todos los panelistas) entre ellas, según recomiendan Lawless y Heymann (1999), Koo *et al.* (2002) y Kim y O'Mahony (1998) para este tipo de pruebas. La intensidad del dulzor se determinó con la escala rotulada de magnitud general (LMSg, por sus siglas en inglés) descrita por Bartoshuk *et al.* (2002) y que se basa en la escala rotulada de magnitud oral (LMS, por sus siglas en inglés) (Green *et al.*, 1993), también conocida como “escala de Green.” La escala consistió de una línea vertical de 16 cm de longitud. Los descriptores, ubicados de abajo hacia arriba, “Apenas detectable”, “Débil”, “Moderado”, “Fuerte”, “Muy fuerte” y “Lo más fuerte imaginable” se colocaron en las posiciones relativas de 1,4%, 6,0%, 17,0%, 35,0%, 53,0% y 100%, respectivamente. Para servir los productos se utilizaron frascos transparentes de 30 mL que contenían 10 mL de la bebida. Las muestras se presentaron codificadas con números de tres cifras, aleatorizadas y balanceadas. Las muestras se expectoraron para disminuir el efecto de la saciedad y se realizaron dos enjuagues con agua entre muestras para disminuir los efectos de adaptación y acarreamiento, según lo recomienda O'Mahony (1986).

#### **6.3.4 Diseño experimental y análisis de datos**

Para medir la intensidad del dulzor se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo  $2 \times 3^2$ . Las variables independientes (factores) fueron los tres grupos de personas (no diabéticos sin ascendencia diabética, no diabéticos con ascendencia diabética y diabéticos), las tres concentraciones de azúcar (baja, media y alta) y el estado fisiológico (antes y después de desayunar). La variable dependiente fue el valor de intensidad registrado en la escala de magnitud.

En la prueba ad libitum se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo  $2 \times 3$ , donde los factores fueron el grupo de personas y el estado fisiológico. La variable respuesta fue la concentración de sólidos solubles en el producto, según el gusto de cada persona.

Los resultados de ambas pruebas se evaluaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas (el estado fisiológico). Como también era de interés conocer el efecto de las variables demográficas, y sus respectivas interacciones con el

grupo de personas, sobre la percepción del agrado y la intensidad del dulzor, estas variables se evaluaron con un análisis de covarianza (ANCOVA) aplicado a los datos antes y después de desayunar, independientemente. Se consideró un  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo, a menos que se indique otra cosa.

#### **6.4 Resultados y Discusión**

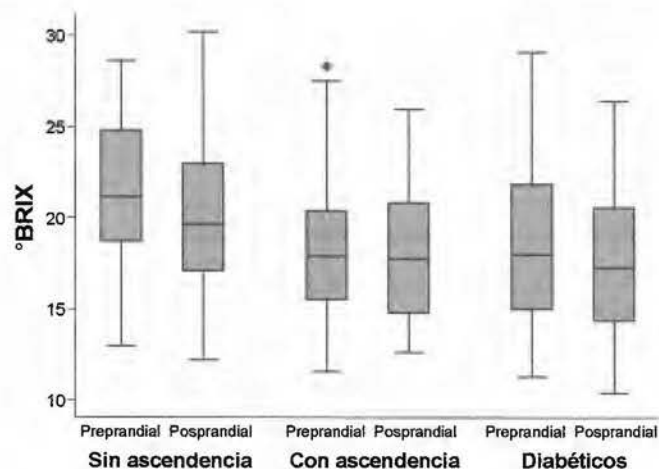
En el presente estudio, el tiempo transcurrido entre el inicio de la ingestión de la comida y las evaluaciones finales fue de aproximadamente 10 minutos. Un tiempo de espera adicional no se consideró necesario porque, según los hallazgos de Smeets *et al.* (2005), tan solo 2 a 5 minutos después de la ingestión en ayunas de 75 g de glucosa disueltos en 300 mL de agua, se empieza a dar una disminución en las respuestas (nivel de oxígeno sanguíneo) de dos zonas del cerebro (hipotálamo superior anterior e hipotálamo superior posterior) que se sabe son sensibles a la glucosa. Estos mismos autores encontraron que, tanto la solución de glucosa como una solución equicalórica de maltodextrina, incrementan las concentraciones de glucosa e insulina en sangre tan solo 5 a 10 minutos después de su ingestión. Por otro lado, Benton (2005) señala que los edulcorantes artificiales pueden jugar un papel en el control de la ingesta calórica en el corto plazo, lo que en el presente estudio pudo contribuir al efecto saciante que se esperaba del desayuno.

##### **6.4.1 Efecto del ayuno sobre el agrado por el dulzor**

Se encontró que tanto el grupo de personas como el estado fisiológico afectaron la cantidad de azúcar que se añadió al arroz con leche para endulzarlo ( $p=0,032$  y  $p=0,019$ , respectivamente), pero la interacción Estado fisiológico\*Grupo de personas no fue significativa ( $p=0,79$ ), lo que implica que el efecto del estado fisiológico no fue significativamente diferente entre los grupos de personas.

Hubo diferencia entre antes y después del desayuno en la cantidad de azúcar añadida. En general, las personas tendieron a añadir más azúcar al arroz con leche antes de desayunar (Figura 6.1), lo que supone una menor sensibilidad al dulzor o una mayor necesidad de carbohidratos cuando están en ayunas. Este comportamiento fue evidente especialmente en los no diabéticos sin ascendencia diabética, y también en los diabéticos.

En el estudio de Monneuse *et al.* (1991) se evaluaron mezclas de queso suave blanco y crema, con diferentes concentraciones de azúcar, y se halló que algunas veces los valores de agrado por el sabor disminuyeron después de comer. Por su parte, Raben *et al.* (2003) encontraron que en el estado posprandial los sujetos tienen un menor deseo de algo dulce luego de haber ingerido una comida alta en carbohidratos y un alto deseo por algo dulce después de una comida alta en proteína. Los autores indican que este fenómeno probablemente refleja una saciedad con especificidad sensorial (sensory-specific satiety, en inglés) y que una dieta rica en carbohidratos puede, por lo tanto, disminuir la urgencia por bocadillos dulces entre comidas. En el presente estudio la saciedad específica implicó que el agrado por el dulzor y el deseo de comer alimentos dulces disminuyó significativamente después de ingerir un refresco dulce acompañado de un bocadillo salado a base de harina de trigo, ambos alimentos ricos en carbohidratos de alto índice glicémico.



**Figura 6.1** Concentración de sacarosa preferida en el arroz con leche por los diferentes grupos de personas antes y después de desayunar.

Las personas no diabéticas sin ascendencia diabética añadieron más azúcar que los otros grupos. Este efecto es similar al reportado anteriormente en el Capítulo 4 en el que, utilizando un conjunto casi idéntico de individuos, se demostró que los diabéticos y los no diabéticos con ascendencia diabética agregaron menos azúcar al mismo producto (arroz con leche alto en grasa) que los no diabéticos sin ascendencia diabética. En el presente



estudio la elección del producto y su contenido de grasa fue esencial para encontrar diferencias entre los individuos, como se demostró en el Capítulo 4.

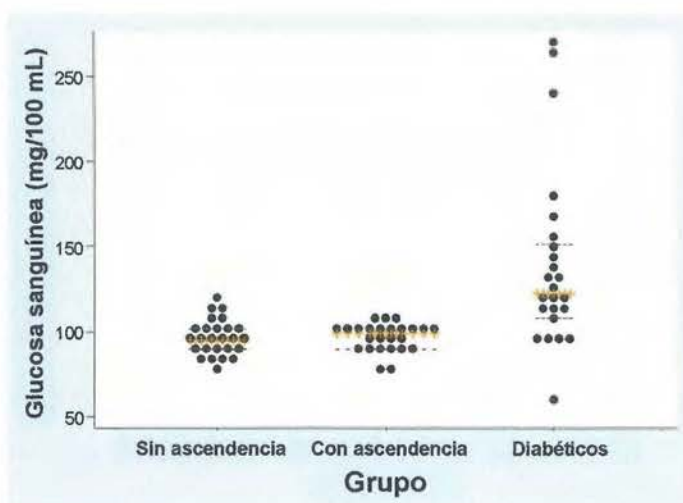
Los cambios en la percepción del sabor dulce en los diabéticos, los cuales han sido descritos por varios autores (Salbe *et al.*, 2004; Perros *et al.*, 1996; Tepper y Seldner, 1999), podrían también manifestarse en las personas sin diabetes con ascendencia diabética, y es posible que expliquen las diferencias con las personas no diabéticas sin ascendencia diabética. Por otro lado, estas diferencias también podrían depender de la costumbre que adquieren las personas diabéticas y sus familiares a utilizar menos sacarosa en sus alimentos, como parte del tratamiento para controlar la enfermedad, lo cual se relaciona con los hallazgos de Laitinen *et al.* (1991), quienes observaron un menor agrado por el dulzor y la sensación grasosa en personas diabéticas sometidas a regímenes dietarios bajos en grasa y en azúcar.

Se ha observado que los carbohidratos de alto y bajo índice glicémico tienen un impacto sobre la saciedad y promueven la sensación de “llenura”, pero estos efectos tienen un curso más largo en el caso de los azúcares (Anderson y Woodend, 2003; Benton, 2005). Según Anderson y Woodend (2003), no hay evidencia de que un incremento en la glucosa sanguínea sea el determinante primario de los efectos en el consumo de alimentos y la saciedad. Existen muchas otras señales pre y postabsortivas de la saciedad que podrían ser los factores determinantes, por ejemplo, las hormonas incretinas, la estimulación vagal y otros procesos metabólicos que median la respuesta de la glucosa sanguínea a los alimentos (De Graaf *et al.*, 2004).

En relación con lo anterior, se encontró que el grupo de no diabéticos con ascendencia diabética presentó correlaciones positivas entre el azúcar añadido al arroz con leche y el nivel de glucosa sanguínea en ayunas, tanto antes como después de desayunar ( $p=0,047$  y  $p=0,022$ , respectivamente), es decir, entre mayor fue la glucosa sanguínea, mayor resultó la cantidad de azúcar que agregaron al arroz con leche. Igualmente, Tepper y Seldner (1999) hallaron que la glucosa plasmática en mujeres con diabetes mellitus gestacional se relaciona con un incremento en el agrado por el sabor dulce de la glucosa y con una elevada ingesta de alimentos dulces (frutas y jugos de frutas).

Según De Graaf *et al.* (2004), existe alguna evidencia de que altas concentraciones de glucosa en sangre están asociadas con una disminución del apetito, aunque esta relación es débil, pero que la glucosa sanguínea puede ser utilizada como un bioindicador de la saciedad en ciertas condiciones. Adicionalmente, Vozzo *et al.* (2002) demostraron que tanto la glucosa como la fructosa tienen propiedades equivalentes para saciar en el corto término en diabéticos tipo 2 y en no diabéticos. Dado que el consumo de azúcares debería tener un efecto supresor del apetito, el hecho de que los no diabéticos con ascendencia diabética utilicen más azúcar conforme más alto sea su nivel de glucosa, podría funcionar como un indicador de que, cuando su nivel de glucosa se encuentra en niveles que reflejan intolerancia a la glucosa (110-125 mg/dl) es porque las células no están obteniendo suficiente glucosa y de ahí la necesidad de endulzar más los alimentos, lo cual podría ser un indicativo de un malfuncionamiento fisiológico. En las personas no diabéticas sin ascendencia diabética parece no haber relación entre el nivel de sacarosa utilizado en el arroz con leche y la glucosa sanguínea, mientras que en las personas diabéticas participantes en el estudio el uso de medicamentos para controlar los niveles de glucosa y la restricción en el uso de la sacarosa podrían ser las razones por las que tampoco se presentó una relación entre la glicemia y el uso de la sacarosa.

Se observó que el grupo de diabéticos, a pesar de haber sido diagnosticados por un médico y ser conscientes de su enfermedad, tenía deficientemente controlada su glicemia en ayunas, pues más del 42% de ellos presentó valores de glucosa en sangre superiores a 125 mg/dl (Figura 6.2); inclusive tres de ellos presentaron glicemias excesivamente elevadas, superiores a los 200mg/mL. Aparentemente esta condición es corriente en este tipo de pacientes pues Holmström y Rosenqvist (2005) mencionan una encuesta realizada en Suecia que demostró que sólo un 34% de las personas con diabetes tipo 2 tenían un buen control metabólico. Estos autores afirman que, a pesar de la educación y soporte intensivo que se brinda a estos pacientes, son comunes en ellos la falta de entendimiento de la enfermedad y su tratamiento.



**Figura 6.2** Distribución de los valores de glucosa sanguínea en los grupos de personas participantes en el estudio.

Por otro lado, al analizar los factores demográficos de los participantes se observó que después de desayunar las mujeres añadieron más azúcar al arroz con leche (19,5°Brix) que los hombres (17,8°Brix) ( $p=0,0031$ ). En la investigación previa realizada con estas personas (Capítulo 4) no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la adición de azúcar tanto a un arroz con leche como a una bebida de arroz. El hecho de que en el presente estudio las mujeres añadieran más azúcar sugiere que, al familiarizarse con el producto, las mujeres decidieron endulzarlo más. Esto apoya las afirmaciones de otros autores (Hoyer, 2003; Kozłowska *et al.*, 2003) en cuanto a que es con el uso continuo del producto que se puede determinar el grado de consumo y la preferencia y, posiblemente, el agrado por los atributos sensoriales de los alimentos.

Se encontró una interacción significativa entre la edad y el grupo de personas sobre el azúcar añadido al arroz con leche, tanto antes como después del desayuno ( $p=0,060$  y  $p=0,0065$ ). El análisis de correlación entre el azúcar añadida (°Brix) y la edad de los participantes para cada grupo señaló correlaciones negativas entre el azúcar añadido al arroz con leche y la edad de las personas no diabéticas sin ascendencia diabética, tanto antes como después de desayunar ( $p=0,08$  y  $p=0,045$ ); es decir, las personas con más edad añadieron menos azúcar que las más jóvenes. De manera contrastante, los diabéticos y los

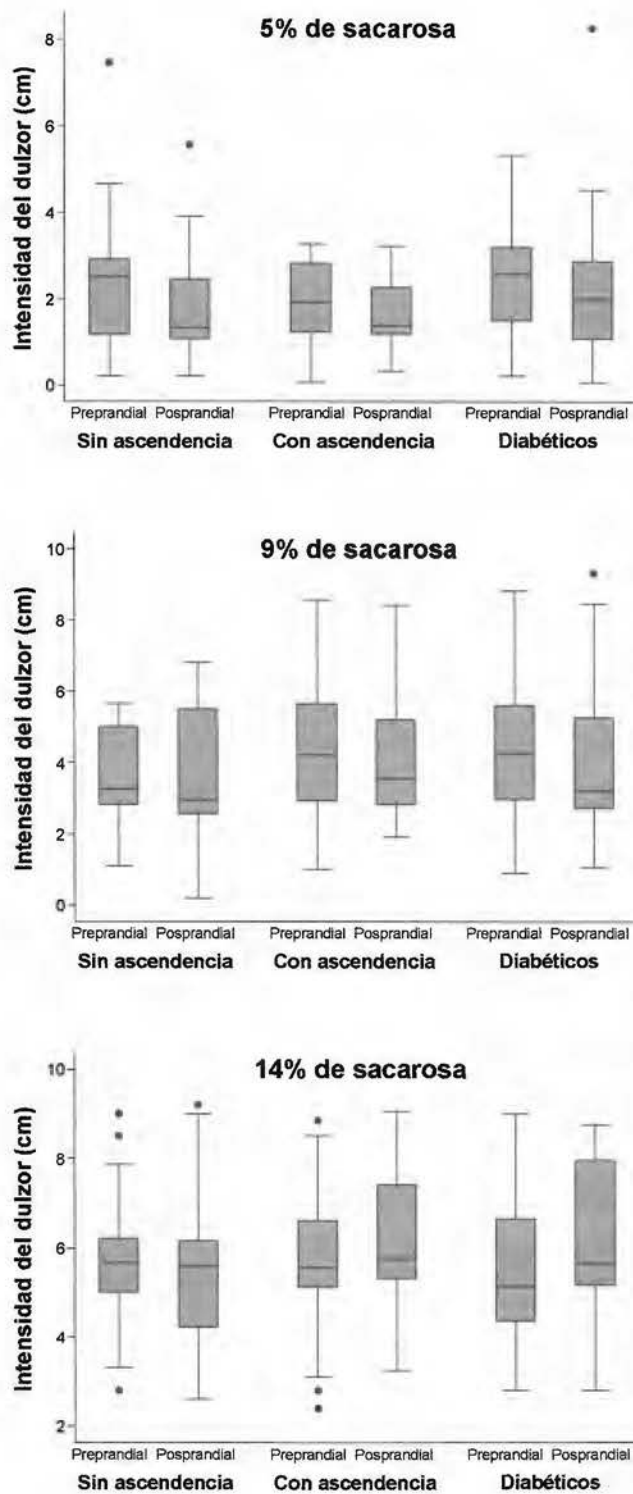
no diabéticos con ascendencia diabética añadieron más azúcar al producto al aumentar la edad (Antes:  $p=0,055$  y  $p=0,078$  para los diabéticos y personas con ascendencia, respectivamente; después:  $p=0,025$  y  $p=0,060$  para los diabéticos y personas con ascendencia, respectivamente). Se sabe que con la edad se modifica el agrado por el dulzor y que las personas mayores prefieren más elevados niveles de dulzor que las personas jóvenes (Kälviäinen, 2002). Al igual que en el Capítulo 4, estas tendencias se manifestaron en los diabéticos y en los no diabéticos con ascendencia diabética, y podrían ser un indicativo del progreso de la enfermedad, en el primer caso, y del deterioro de la respuesta a la glucosa en ambos grupos en función de la edad.

La cantidad de azúcar adicionada al producto después de desayunar varió con el IMC de manera diferente entre los distintos grupos de personas ( $p=0,047$ ). El grado de correlación entre estas variables no resultó estadísticamente significativa ( $p>0,05$ ) en ninguno de los grupos. Sin embargo, el análisis gráfico de la información sugiere una disminución del azúcar agregado al aumentar el IMC, pero, esta relación parece ser menor en los diabéticos que en los individuos no diabéticos. Tanto la disminución en el agrado por el dulzor en función del IMC en sujetos no diabéticos, como el poco efecto del IMC sobre el agrado por el dulzor en los diabéticos, han sido reportados por Thompson *et al.* (1976) y en el Capítulo 4, respectivamente.

#### **6.4.2 Efecto del ayuno sobre la percepción de la intensidad del dulzor**

Tanto la concentración de azúcar de la bebida de arroz como el estado fisiológico ( $p<0,0001$  en ambos casos) y la interacción de ambos factores ( $p=0,011$ ) afectaron significativamente la intensidad del dulzor percibido. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ( $p=0,50$ ) entre los grupos de personas en la intensidad del dulzor percibida.

De manera general, las bebidas de arroz fueron percibidas más dulces en ayunas. Sin embargo, esto se observó sólo en las concentraciones baja y media de sacarosa (Figura 6.3). También en el estudio de Monneuse *et al.* (1991), antes de tomar un almuerzo los estímulos fueron catalogados leve pero significativamente como más grasosos y más dulces que después de comer. En relación con lo anterior, Bustos *et al.* (2002) indican que la hiperglicemia inducida con glucosa se relaciona con una disminución de la percepción del sabor dulce.



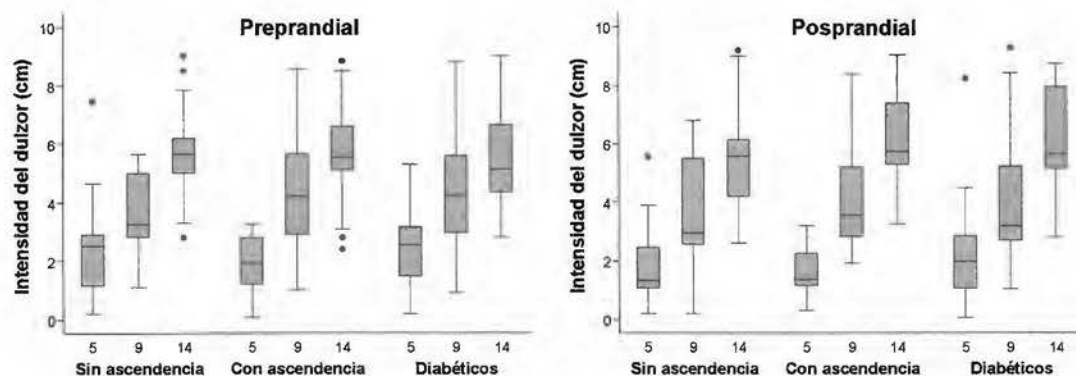
**Figura 6.3** Relación entre el dulzor percibido y el estado fisiológico (pre y posprandial) en los diferentes grupos de personas estudiados, para tres concentraciones de sacarosa.

La bebida de arroz con concentración alta de sacarosa fue calificada, en general, como más dulce en el estado posprandial. En la Figura 6.3 se observa, para la concentración alta de sacarosa, que los diabéticos y las personas con ascendencia diabética percibieron como más dulce el nivel alto de sacarosa después del desayuno, en comparación con las valoraciones obtenidas en ayunas, en tanto que no hubo efecto del estado fisiológico sobre la percepción de la intensidad del dulzor en las personas sin ascendencia diabética. En el estudio de Looy y Weingarten (1991) los cambios en el estado fisiológico de individuos no diabéticos tampoco alteraron la intensidad del dulzor percibido en soluciones con diferente concentración de sacarosa. Esto apoya los hallazgos de cambios en la percepción del sabor dulce en los diabéticos (Salbe *et al.*, 2004; Perros *et al.*, 1996; Tepper y Seldner, 1999) y sugiere que tales cambios también pueden presentarse en las personas no diabéticas con ascendencia diabética. También se pone en evidencia que la elección de la prueba y el producto adecuados (Capítulos 4 y 5) permite determinar diferencias entre grupos de personas que otras metodologías, como el estudio de Tepper *et al.* (1996), no lograron evidenciar.

Se encontró que la intensidad del dulzor de las bebidas de arroz aumentó al incrementarse el contenido de azúcar tanto antes como después de desayunar, en los tres grupos de personas (Figura 6.4). Este comportamiento era de esperarse e implica que las tres concentraciones de azúcar utilizadas eran suficientemente diferentes entre sí como para ser discriminadas con el uso de una escala de intensidad. Varios estudios (Monneuse *et al.*, 1991; Kälviäinen, 2002; Pangborn y Giovanni, 1984) refieren esta relación entre la concentración de azúcar de diversos alimentos y la percepción de la intensidad del dulzor.

Al analizar las variables demográficas se observó que el género de los participantes también influyó en la intensidad del dulzor percibida, tanto antes como después del ayuno ( $p=0,0070$  y  $p=0,0045$ ). En promedio, las mujeres sintieron las bebidas menos dulces (antes: 3,60; después: 3,56) que los hombres (antes: 4,21; después: 4,13). Estos resultados divergen de lo reportado en los estudios de Salbe *et al.* (2004) y Mojet *et al.* (2001), en que las mujeres resultaron más sensibles al dulzor que los hombres. Estas diferencias pueden explicarse por la influencia que el tipo de producto y la metodología sensorial empleada tienen sobre los resultados de los estudios sensoriales (Pangborn y Giovanni,

1984; Raben *et al.*, 2003). Es interesante observar que esta menor sensibilidad al dulzor de las mujeres determinada en el presente estudio podría explicar la mayor adición de azúcar al producto en la prueba ad libitum.



**Figura 6.4** Intensidad del dulzor de la bebida de arroz con tres concentraciones de sacarosa (5%, 9% y 14%) percibida por los diferentes grupos de personas estudiados, antes y después de desayunar.

En el estado posprandial, el IMC afectó la intensidad del dulzor percibido, el cual varió entre los grupos de personas ( $p=0,053$ ), pero no hubo efecto antes de desayunar. El análisis de correlación entre intensidad e IMC demostró que la intensidad del dulzor después de desayunar no cambió con el IMC en los dos grupos de personas no diabéticas ( $p>0,05$  en ambos casos), pero aumentó con el IMC en los diabéticos ( $p=0,038$ ), es decir, a mayor IMC mayor dulzor percibieron los diabéticos en las bebidas, lo que contrasta con lo expuesto por Bartoshuk *et al.* (2006), quienes afirman que la variación genética y patologías ocasionan que las personas obesas experimenten una reducción en la percepción de la intensidad del dulzor. En una prueba anterior (Capítulo 5), las mismas tendencias fueron observadas utilizando la misma población sin encontrarse en ayunas. La consistencia de las personas que participaron en el estudio al ser sometidos a una misma prueba en diferentes ocasiones, pone en evidencia que la metodología y la matriz utilizadas tienen gran ingerencia en los resultados de los estudios sensoriales (Pangborn y Giovanni, 1984; Raben *et al.*, 2003). La metodología aplicada permitió una clara

diferenciación entre el comportamiento de las personas diabéticas y no diabéticas en función del IMC en el estado posprandial.

La intensidad del dulzor percibido en la bebida después de desayunar varió con la glicemia ( $p=0,060$ ) en promedio para los tres grupos de panelistas. No obstante, para cada grupo de personas independientemente no se presentó correlación entre estas variables ( $p>0,05$ ). Aún así, se hizo el análisis gráfico de la información porque se encontraron tendencias interesantes que sugieren una disminución de la intensidad del dulzor percibido al aumentar la glicemia en los grupos de individuos no diabéticos.

#### **6.4.3 Comentarios sobre el diseño del experimento**

El diseño del presente estudio tuvo algunas ventajas sobre otros estudios. Primero, se compararon las mediciones tanto en ayunas como en el estado posprandial. Raben *et al.* (2001) indican que la medición de las respuestas posprandiales se ha reconocido como necesaria para la evaluación de los factores de riesgo de la diabetes y que actualmente es también considerada importante en las evaluaciones de los factores de riesgo de la enfermedad cardiovascular. Segundo, de manera similar al estudio de Raben *et al.* (2001), la prueba ad libitum se utilizó para simular una situación más real al medir el agrado por el dulzor de lo que podría conseguirse al utilizar concentraciones fijas de azúcar que se evalúan con escalas. Tercero, se utilizaron productos y pruebas sensoriales que en un estudio previo habían permitido diferenciar entre los grupos de personas de interés, comprobándose tanto la consistencia de las personas como la reproducibilidad de la metodología utilizada. Sin embargo, el diseño estadístico del experimento presentó la desventaja de contar con demasiadas covariables, por lo que el experimento debió ser dividido para poder evaluarlas. Otra desventaja fue que no se midió la glucosa posprandial, lo que pudo haber revelado información adicional sobre el estado fisiológico de los diabéticos y de los no diabéticos con ascendencia diabética.

#### **6.5 Referencias**

Anderson, G.H., y Woodend, D.M. 2003. Effect of Glycemic Carbohydrates on Short-term Satiety and Food Intake. *Nutrition Reviews* 61(Suppl. 1): 17-26.



- Aziz, S. y Hsiang, Y.H. 1983. Abstract: Comparative study of home blood glucose monitoring devices: Visidex, Chemstrip bG, Glucometer, and Accu-Chek bG. *Diabetes Care* 6: 529-532.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B, Fast, K., Green, B.G., Prutkin, J. y Snyder, D.J. 2002. Labeled scales (e.g., category, Likert, VAS) and invalid across-group comparisons: what we have learned from genetic variation in test. *Food Quality and Preference* 14: 125-138.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Hayes, J.E., Moskowitz, H.R. y Snyder, D.J. 2006. Psychophysics of sweet and fat perception in obesity: problems, solutions and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Appetite* 361: 1137-1148.
- Benton, D. 2005. Can artificial sweeteners help control body weight and prevent obesity? *Nutrition Research Reviews* 18: 63-76.
- Berkow, M.D. (ed.). 1994. *El Manual Merck de Diagnóstico y Terapéutica*. 9 ed. Océano/Centrum, Barcelona.
- Davis, S.N. y Graner, D.K. 1996. Insulina, fármacos hipoglucemiantes orales y propiedades farmacológicas del páncreas endocrino. *In: Hardman, J.G., Limbird, L.E., Molinoff, P.B., Ruddon, R.W. y Gilman, A.G., eds. Goodman & Gilman - Las bases farmacológicas de la terapéutica*. 9 ed. McGraw Hill, México, D.F. v.2.
- De Graaf, C., Blom, W.A.M., Smeets, P.A.M., Stafleu, A. y Hendriks, H.F.J. 2004. Biomarkers of satiation and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(6): 946-961.
- Del Parigi, A., Chen, K., Salbe, A.D., Reiman, E. y Tataranni, A. 2004. Abstract: Taste and obesity: a positron emission tomography (PET) study of the brain regions affected by tasting a liquid meal after a prolonged fast. 86th Annual Meeting of the Endocrine Society. New Orleans. June 16-19, 2004.
- Gautier, J-F., Chen, K., Uecker, A., Bandy, D., Frost, J., Salbe, A.D., Pratley, R.E., Lawson, M., Ravussin, E., Reiman, E.M. y Tataranni, P.A. 1999. Regions of the human brain affected during a liquid-meal taste perception in the fasting state: a positron emission tomography study. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(5): 806-810.
- Green, B.G., Shaffer, G.S. y Gilmore, M.M. 1993. Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent ratio properties. *Chemical Senses* 18(6): 683-702.
- Holmström, I.M. y Rosenqvist, U. 2005. Misunderstandings about illness and treatment among patients with type 2 diabetes. *Journal of Advanced Nursing* 49(2): 146-154.
- Holt, R.I.G. 2004. Diagnosis, epidemiology and pathogenesis of diabetes mellitus: an update for psychiatrists. *British Journal of Psychiatry* 184(suppl.47): S55-S63.

- Hoyer, S.W. 2003. Prädiktiver Wert sensorischer Laboruntersuchungen für den Getränkekonsum älterer Menschen unter Alltagsbedingungen (Predictive value of laboratory hedonic ratings for the long-term consumption of soft drinks by elderly people). Thesis Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.). Universität Potsdam, Institut für Ernährungswissenschaft der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Potsdam.
- Kälviäinen, N. 2002. Texture modifications in semisolid and solid foods: Sensory characterization and acceptance in different age groups. EKT series 1313. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Food Technology. Helsinki.
- Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 1998. A new approach to category scales of intensity I: traditional versus rank-rating. *J. Sensory Studies* 13: 241-249.
- Koo, T.-Y., Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 2002. Effects of forgetting on performance on various intensity scaling protocols: magnitude estimation and labeled magnitude scale (Green scale). *Journal of Sensory Studies* 17(2): 177-192.
- Kozłowska, K., Jeruszka, M., Matuszewska, I., Roszkowski, W., Barylko-Pikielna, N. y Brzozowska, A. 2003. Hedonic tests in different locations as predictors of apple juice consumption at home in elderly and young subjects. *Food Quality and Preference* 14(8): 653-661.
- Laitinen, J.H., Tuorila, H.M. y Uusitupa, M.I. 1991. Abstract: Changes in hedonic responses to sweet and fat in recently diagnosed non-insulin-dependent diabetic patients during diet therapy. *European Journal of Clinical Nutrition* 45(8): 393-400.
- Lawless, H.T. y Heymann, H. 1999. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Aspen, Gaithersburg, Maryland.
- Looy, H. y Weingarten, H.P. 1991. Effects of metabolic state on sweet taste reactivity in humans depend on underlying hedonic response profile. *Chemical Senses* 16: 123-130.
- Mojet, J., Christ-Hazelhof, E. y Heidema, J. 2001. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chemical Senses* 26: 845-860.
- Monneuse, M.O., Bellisle, F., y Louis-Sylvestre, J. 1991. Abstract: Impact of sex and age on sensory evaluation of sugar and fat in dairy products. *Physiology & Behavior* 50(6): 1111-1117.
- O'Mahony, M. 1986. Sensory adaptation. *Journal of Sensory Studies* 1: 237-258.
- Pangborn, R.M. y Giovanni, M.E. 1984. Abstract: Dietary intake of sweet foods and of dairy fats and resultant gustatory responses to sugar in lemonade and to fat in milk. *Appetite* 5(4): 317-327.

- Perros, P., MacFarlane, T.W., Counsell, C. y Frier, B.M. 1996. Abstract: Altered taste sensation in newly-diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 19(7): 768-770.
- Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J.J. y Astrup, A. 2003. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 77(1): 91-100.
- Raben, A., Holst, J.J., Madsen, J. y Astrup, A. 2001. Diurnal metabolic profiles after 14 d of an ad libitum high-starch, high-sucrose, or high-fat diet in normal-weight never-obese and postobese women. *American Journal of Clinical Nutrition* 73(2): 177-189.
- Roberts, C.K. y Barnard, R.J. 2005. Effects of exercise and diet on chronic disease. *Journal of Applied Physiology* 98: 3-30.
- Salbe, A.D., Del Parigi, A., Pratley, R.E., Drewnowski, A. y Tataranni, P.A. 2004. Taste preferences and body weight changes in an obesity-prone population. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(3): 372-378.
- Smeets, P.A.M., de Graaf, C., Stafleu, A., van Osch, M.J.P. y van der Grond, J. 2005. Functional magnetic resonance imaging of human hypothalamic responses to sweet taste and calories. *American Journal of Clinical Nutrition* 85: 1011-1016.
- Tepper, B.J. y Seldner A.C. 1999. Sweet taste and intake of sweet foods in normal pregnancy and pregnancy complicated by gestational diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(2): 277-84.
- Tepper, B.J., Hartfield, L.M. y Schneider, S.H. 1996. Abstract: Sweet taste and diet in type II diabetes. *Physiology and Behavior* 60(1): 13-18.
- Thompson, D.A., Moskowitz, H.R. y Campbell, R.G. 1976. Effects of body weight and food intake on pleasantness ratings for a sweet stimulus. *Journal of Applied Physiology* 41(1): 77-83.
- Triplitt, C., Wright, A. y Chiquette, E. 2006. Abstract: Incretin Mimetics and Dipeptidyl Peptidase-IV Inhibitors: Potential New Therapies for Type 2 Diabetes Mellitus. *Pharmacotherapy* 26(3): 360-374.
- Van Dam, R.M., Willett, W.C., Rimm, E.B., Stampfer, M.J. y Hu, F.B. 2002. Dietary Fat and Meat Intake in Relation to Risk of Type 2 Diabetes in Men. *Diabetes Care* 25(3): 417-424.
- Vozzo, R., Baker, B., Wittert, G.A., Wishart, J.M., Morris, H., Horowitz, M. y Chapman, I. 2002. Abstract: Glycemic, hormone, and appetite responses to monosaccharide ingestion in patients with type 2 diabetes. *Metabolism* 51(8): 949-957.

## Capítulo 7. Discusión General

En la actualidad, la diabetes es considerada una enfermedad en expansión y es una de las enfermedades más estudiadas. Su etiología, factores de riesgo, manifestaciones, relación con otras enfermedades y su tratamiento, tanto en su componente de cambios en el estilo de vida como farmacológico, son ampliamente conocidos y su investigación capta la atención de médicos y científicos. Sin embargo, la determinación de los cambios en la percepción de los sabores asociados con la enfermedad, lo que puede incidir directamente en la elección de los alimentos, es un campo que ha sido poco estudiado.

En el presente trabajo se comprobó la alta asociación genética de la diabetes mellitus tipo 2, ya mencionada por varios autores (Berkow, 1994; Davis y Granner, 1996), en la población estudiada, ya que un 87,5% de los participantes diabéticos tenía parientes diabéticos, lo cual valida la selección de los tres grupos de panelistas evaluados.

También, el presente estudio, al igual que diversidad de investigaciones (Perkins *et al.*, 1990; Salbe *et al.*, 2004, Porubcan y Vickers, 2005; Drewnowski *et al.*, 1989; Monneuse *et al.*, 1991; Pangbor y Giovanni, 1984), demostró la utilidad de los productos de diferentes consistencias (desde líquidos hasta semisólidos) y varias concentraciones de grasa, en la valoración del dulzor producido por diferentes niveles de sacarosa.

En otros estudios se evaluaron ámbitos amplios de contenido de grasa (0 a 35%) para demostrar el efecto de su concentración sobre la percepción del dulzor. En el presente estudio se estableció que una adición relativamente pequeña de grasa a un producto magro es suficiente para producir cambios en la percepción del sabor dulce de la sacarosa. Esto tiene importantes implicaciones en el caso de los productos preparados a base de leche, pues el uso de leche descremada puede tener grandes efectos sobre la percepción hedónica de los alimentos. Además, el efecto de los productos se vio afectado por la metodología empleada para medir tanto el agrado como la intensidad del sabor dulce.

La comparación entre la prueba hedónica y la ad libitum permite afirmar que las personas pueden manifestar agrado por una cierta concentración de azúcar, pero utilizar cantidades diferentes en la vida diaria. En este sentido, y tal y como lo manifiestan Hoyer

(2003) y Daillant e Issanchou (1991), es preferible el uso de métodos que permitan una estimación más real de la preferencia y el consumo de alimentos, como el *ad libitum*, que acercan al investigador al conocimiento real del consumo de alimentos y sus componentes. Como ejemplo, en la prueba hedónica, a los diabéticos les resultaron más agradables las concentraciones altas de sacarosa en todos los productos, pero en la prueba *ad libitum* utilizaron concentraciones inferiores de sacarosa en algunos de los productos.

El análisis de las correlaciones entre el azúcar adicionado a los productos en la prueba *ad libitum* y el agrado por los diferentes niveles de sacarosa en la prueba hedónica demostró que la utilización de niveles fijos de dulzor no fue un buen indicativo del uso cotidiano de los edulcorantes, pues las personas podían indicar su agrado por un nivel fijo de azúcar y utilizar otro en la vida real. Sin embargo, si el investigador elige el nivel de azúcar correcto para cada grupo de personas estudiado (lo cual es bastante difícil), se pueden encontrar correlaciones significativas entre el agrado por el dulzor y la cantidad de azúcar utilizada en un producto.

Unido a lo anterior, se encontró que los diabéticos pueden manipular sus respuestas cuando se usan niveles fijos de dulzor en las pruebas hedónicas, ya que, al sentirse evaluados, tratan de dar la respuesta que se espera de ellos, la cual es gustar de los alimentos con poca azúcar. Sin embargo, la prueba *ad libitum* evidenció que los diabéticos cotidianamente consumen alimentos con niveles altos de dulzor, endulzados con azúcar o con edulcorantes alternativos.

Tanto en las pruebas para medir el agrado como en las pruebas para medir la intensidad del dulzor, las personas percibieron de manera diferente el dulzor de la sacarosa dependiendo del producto (bebida o arroz con leche). Se comprueba no solo que los carbohidratos consumidos en diferentes medios presentan diferentes efectos sobre la saciedad y la supresión de la ingesta, como lo señalan Anderson y Woodend (2003) y Benton (2005), sino que también la viscosidad de los alimentos influencia la percepción de los sabores, lo que según Kälviäinen (2002), puede estar asociado con el efecto que esta propiedad tiene sobre la velocidad a la que los sabores alcanzan los botones gustativos en la boca.

Los diabéticos presentaron un mayor agrado que los no diabéticos por el dulzor en los dos tipos de productos, independientemente de la concentración de grasa, y en todos los niveles de azúcar evaluados. Esto es congruente con las observaciones de Tepper *et al.* (1996) quienes encontraron que las valoraciones hedónicas de los diabéticos estaban asociadas con el consumo de edulcorantes artificiales en altas cantidades. Es posible que los diabéticos, al tratar de evitar las consecuencias negativas del azúcar, utilicen edulcorantes artificiales de manera indiscriminada, lo que aumenta su agrado por el dulzor, independientemente del nivel en que este atributo esté presente en los alimentos, y sin alterar la percepción de la intensidad del dulzor de la sacarosa a niveles supraumbrales. Esto a su vez puede afectar la elección de sus alimentos, con una preferencia por los alimentos de sabor dulce, y el desbalance calórico resultante en la dieta pueda contribuir al empeoramiento de la enfermedad, tal y como lo señalan Perros *et al.* (1996).

Al comparar las mediciones en escala del agrado y la intensidad del dulzor de los alimentos con distintas concentraciones de azúcar, se observó que la intensidad percibida aumenta en función de la concentración de azúcar, lo que se asocia con un mayor agrado por el nivel alto de dulzor de los productos en diabéticos y no diabéticos con ascendencia diabética. Además, la intensidad percibida aumentó en función del nivel de azúcar en mayor proporción en la bebida que en el arroz con leche, lo que se relaciona con un mayor agrado por el dulzor de la bebida en los mismos grupos mencionados. Además, los diabéticos no resultaron diferentes a los no diabéticos en la percepción de la intensidad del dulzor, lo que apoya la afirmación de Bustos *et al.* (2002), quienes indican que pocas personas señalan síntomas de disgeusia antes de la aparición de la diabetes. De las pruebas con escala también es posible establecer que, con respecto a los otros grupos, los diabéticos presentaron mayores diferencias en la percepción del agrado que en la percepción de la intensidad del dulzor de la sacarosa.

En las pruebas con escala los diabéticos y los no diabéticos con ascendencia diabética tuvieron predilección por el dulzor de la bebida de arroz, la que fue percibida más dulce por todos los grupos de personas. Por lo tanto, estas personas no solo no están presentando una disminución en la percepción del dulzor, observación realizada previamente en diabéticos por Tepper *et al.* (1996), sino que presentan un mayor agrado por el dulzor en

los alimentos líquidos, al menos cuando estos son percibidos más dulces que los sólidos. En contraste, las personas no diabéticas sin historial diabético, prefirieron el dulzor del arroz con leche, el cual fue percibido menos dulce. Se puede inferir que la razón por la que dos de los grupos prefirieran el dulzor de la bebida de arroz, la que fue percibida más dulce, fue porque gustan de los alimentos dulces. Los no diabéticos sin ascendencia diabética, al contrario, dieron menor calificación a la bebida, quizás porque la percibieron demasiado dulce.

La predilección por el dulzor de la bebida por parte de los diabéticos representa una complicación adicional para esta población debido a la baja saciedad que las bebidas producen (Mattes, 2005; DiMeglio y Mattes, 2000; Saris, 2003), lo que podría conllevar a un alto consumo de bebidas endulzadas y, consecuentemente a un aumento de peso, que es uno de los factores de riesgo más importantes para la diabetes mellitus tipo 2 (Holt, 2004; Van Dam *et al.* 2002; Roberts y Barnard, 2005).

Por otro lado, varios autores (Mattes, 2005; DiMeglio y Mattes, 2000; Saris, 2003.) afirman que el efecto sobre la saciedad y la supresión de la ingesta de alimentos fluidos, en general, y de las bebidas, en particular, es menor que el de los alimentos sólidos. Además, el azúcar contribuye al cuerpo y a la viscosidad y deja una ligera cobertura en la lengua (Marsilli, 1993). Estos efectos podrían justificar una mayor adición de azúcar a los alimentos líquidos en la prueba *ad libitum*, sin embargo esto solo ocurrió en el caso de la bebida alta en grasa. El caso de la bebida alta en grasa es interesante porque se supone que al ser la grasa por sí misma un componente importante de la textura, contribuiría a la palatabilidad del producto, no requiriendo tanta azúcar como la bebida baja en grasa. A pesar de esto, se añadió más azúcar a la bebida alta en grasa que a la baja en grasa, lo que puede implicar un enmascaramiento del dulzor por parte de la grasa en este producto.

La disminución en el agrado con el IMC de las personas sin ascendencia no está relacionada con una variación en la percepción de la intensidad al aumentar el IMC en este grupo. En los diabéticos no varía el agrado por el dulzor pero aumenta la intensidad percibida con el IMC. Este efecto puede residir en que las personas con IMC alto tienen más limitado el consumo de azúcares debido al control de la dieta, y esto hace que los perciban más dulces. Es interesante notar que en el estudio de Bustos (2000) sobre el gusto

en el diabético, el IMC ni siquiera fue un factor utilizado como criterio para caracterizar o delimitar la población, observándose en el presente estudio que el IMC parece influir ampliamente en la percepción del sabor dulce.

Para los diabéticos, en general, no se cumplió la afirmación de Keller y Tepper (2004) de que grandes respuestas gustativas al PROP se han asociado con una alta intensidad percibida del dulzor. Sin embargo, los mismos autores indican que, contrariamente a lo que comúnmente se creía sobre los probadores de PROP, estudios recientes reportan que los probadores de PROP no disgustan del dulce, lo cual también fue observado en el presente estudio en los diabéticos.

Según los resultados de las pruebas de intensidad, los diabéticos no presentaron una disminución de la capacidad para detectar el dulce a niveles supraumbrales (medición de la intensidad con una escala). Más bien presentaron un mayor agrado por el dulce en todos los productos evaluados y en todos los niveles de azúcar. Sin embargo, en las pruebas de discriminación los diabéticos resultaron menos sensibles que los no diabéticos a las diferencias de dulce en la bebida y en los productos bajos en grasa. Contrariamente, los diabéticos resultaron más sensibles en la prueba de diferencia del dulce del arroz con leche alto en grasa, producto al que este mismo grupo de personas añadió menos azúcar en la prueba *ad libitum*.

En la prueba en que se evaluó el efecto del ayuno, existieron varias razones para no introducir las variables demográficas en el análisis estadístico de medidas repetidas:

- La gran cantidad de variables demográficas del experimento (edad, género, IMC, glucosa sanguínea).
- El pequeño, pero aún así presente, desbalance entre el número de personas de cada grupo.
- Un modelo con covarianza no permitía evaluar las interacciones entre el grupo de personas y las variables demográficas.
- La evaluación de las variables demográficas no mejoró el modelo estadístico.



La prueba de ayuno realizada permitió confirmar la consistencia de los panelistas tanto en la prueba de medición de la intensidad con la escala como en la prueba de adición ad libitum de azúcar, lo que da validez a las pruebas realizadas.

El efecto del ayuno sobre la percepción de la intensidad del dulzor fue diferente al efecto sobre el agrado por el dulzor. No hubo diferencias entre los grupos de panelistas en la percepción de la intensidad del dulzor; sin embargo, a niveles bajos (5%) y medios (9%) de azúcar en la bebida la intensidad del dulzor fue mayor antes de desayunar que después. En contraste, en la prueba ad libitum sí se observaron diferencias entre los grupos de panelistas pues las personas sin ascendencia y los diabéticos añadieron más azúcar al arroz con leche cuando estaban en ayunas, en tanto que el estado fisiológico no afectó la adición de azúcar de los individuos con ascendencia.

Finalmente, durante la realización de la investigación se identificaron varios factores psico-sociales que dificultan la aceptación de la enfermedad por parte de los diabéticos y su apego a una dieta especial para controlar la glicemia:

a. Una de las participantes consideró lo que denominó “la cultura del dulce” como el principal problema que ella tenía para manejar su diabetes, pues siempre en su familia le enseñaron que toda comida debía acompañarse de alimentos dulces (postres).

b. Poca oferta y precios elevados de productos para diabéticos: no son muchos los productos bajos en azúcar especiales para diabéticos y los que existen tienen precios muy elevados. Estos factores impiden a los diabéticos adaptarse a las restricciones dietéticas necesarias para el control de la enfermedad.

c. La comida se utiliza para socializar: es difícil seguir una dieta rigurosa cuando se sale a comer con los amigos y en la mayoría de restaurantes no existen alimentos especiales para diabéticos.

d. Falta de monitoreo: algunos de los diabéticos pasan varios años sin realizarse pruebas ni visitar al doctor. Muchos diabéticos fueron diagnosticados en algún momento pero, como esta es una enfermedad silenciosa, dejan de controlarse y de tomar sus medicamentos, no siguen una dieta especial ni hacen ejercicio porque no presentan síntomas. Esto fue evidente porque el 42% de los diabéticos que participaron en el estudio

presentaron valores de glucosa en sangre en ayunas superiores a 125 mg/dl, cuando lo adecuado es que los valores estén bajo esa cifra e, idealmente, sean inferiores a 110 mg/dl.

e. Por otro lado, una proporción de los diabéticos vuelve a niveles normales de azúcar con pequeños cambios en el estilo de vida. Debido a esto dejan de considerarse a sí mismos como diabéticos y no vuelven a controlar su enfermedad.

f. Las personas adultas no acostumbran realizarse exámenes médicos de manera periódica, por lo que muchos diabéticos no se dan cuenta de que tienen la enfermedad hasta que los niveles de azúcares son altos y se presentan complicaciones de la enfermedad, como por ejemplo, problemas visuales.

## Capítulo 8. Conclusiones y Recomendaciones

- El tipo de producto (líquido y semisólido) y el contenido de grasa afectaron la manera en que fue percibido el dulzor de la sacarosa, tanto en las pruebas de agrado como en las pruebas de intensidad.
- En las pruebas de escalas (hedónica y de intensidad), en general, al aumentar la concentración de azúcar el dulzor fue más agradable y resultó más intenso. Además, el dulzor de la bebida de arroz fue valorado como más agradable y la bebida se percibió más dulce que el arroz con leche, a pesar de tener un menor contenido de sacarosa.
- La prueba ad libitum resultó más efectiva que la prueba de escala hedónica para establecer diferencias entre los grupos de panelistas estudiados.
- La prueba de comparación pareada permitió establecer diferencias en la capacidad de discriminación del dulzor entre diabéticos y no diabéticos que no fue posible encontrar con la prueba de medición de la intensidad del dulzor con una escala.
- El tipo de producto (líquido y semisólido) y el contenido de grasa también afectaron la percepción del dulzor de la sacarosa entre los tres grupos de panelistas evaluados. La adición de azúcar ad libitum por parte de los diabéticos resultó más dependiente de las características de los productos que en el caso de los no diabéticos.
- Hubo diferencias en la percepción del dulzor entre los tres tipos de panelistas evaluados. Utilizando las escalas hedónica y de intensidad, para los diabéticos el dulzor de los productos fue más agradable y, en general, lo percibieron más intenso que los no diabéticos. Los no diabéticos discriminaron mejor el dulzor de la sacarosa en pruebas de comparación pareada que los diabéticos.
- En el grupo de diabéticos hubo una mayor proporción de superprobadores de PROP, en el grupo sin ascendencia hubo una alta proporción de probadores medios y baja proporción de superprobadores y en el grupo con ascendencia hubo similar proporción de los tres tipos de probadores de PROP.

- El estado fisiológico de las personas afectó la percepción del dulzor. Las concentraciones baja y media de sacarosa fueron percibidas más dulces en ayunas, mientras que la concentración alta fue percibida más dulce en el estado posprandial. Los individuos sin ascendencia y los diabéticos añadieron más azúcar al arroz con leche cuando se encontraban en ayunas.

A través de esta investigación se halló un conjunto de posibles indicadores de diabetes en personas con ascendencia diabética, derivados de las semejanzas sensoriales entre estas personas y los diabéticos:

- Elevado agrado por los productos con concentraciones altas de sacarosa.
- Mayor agrado por el dulzor de las bebidas.
- Menor adición de azúcar al arroz con leche alto en grasa.
- Mayor adición de azúcar al aumentar la edad.
- Mejor discriminación del dulzor en el arroz con leche alto en grasa.
- Probabilidad alta de ser probador o superprobador de PROP.
- Percepción de mayor intensidad del dulzor de bebidas con alta concentración de azúcar en el estado posprandial.

A partir de los resultados de esta investigación se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Realizar un estudio de los hábitos alimenticios de los diabéticos para establecer si el mayor agrado de estas personas por el sabor dulce, demostrado con la escala hedónica, obedece a un alto dulzor de la dieta.
- Ahondar en las pruebas de comparación pareada para determinar las diferencias mínimas de azúcar que puede detectar cada grupo de personas estudiado (sin ascendencia, con ascendencia y diabéticos) en cada tipo de producto.
- Analizar con la escala hedónica concentraciones más altas de sacarosa en los distintos productos con el fin de construir la curva agrado-concentración de sacarosa con la forma clásica de U invertida para cada grupo de personas (sin ascendencia, con ascendencia y diabéticos).

## Capítulo 9. Bibliografía

- Anderson, G.H. 1997. Sugars and health: a review. *Nutrition Research* 17(9): 1485-1498.
- Anderson, G.H., Catherine, N.L.A., Woodend, D.M. y Wolever, T.M.S. 2002. Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men. *American Journal of Clinical Nutrition* 76(5): 1023-1030.
- Anderson, G.H., y Woodend, D.M. 2003a. Consumption of sugars and the regulation of short-term satiety and food intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl)(4): 843S-849S.
- Anderson, G.H., y Woodend, D.M. 2003b. Effect of Glycemic Carbohydrates on Short-term Satiety and Food Intake. *Nutrition Reviews* 61(Suppl. 1): 17-26.
- Ávalos, A. 2004. País paga caro por descuidar prevención de la diabetes. *La Nación* 14 de noviembre del 2004. p.4-5.
- Aziz, S. y Hsiang, Y.H. 1983. Abstract: Comparative study of home blood glucose monitoring devices: Visidex, Chemstrip bG, Glucometer, and Accu-Chek bG. *Diabetes Care* 6: 529-532.
- Barnard, N. s.f. Reversing Diabetes Effectively. *In: Diet and Diabetes. Lifestyle Medicine Institute.* p.4-5. Coronary Health Improvement Project [En línea]. Internet: [http://www.chipusa.org/downloads/Section6\\_45.pdf](http://www.chipusa.org/downloads/Section6_45.pdf) [17 de junio del 2006].
- Bartoshuk, L.M. 2003. From psychophysics to the clinic: missteps and advances. Symposium Program & Abstract Book of The 5th Pangborn Sensory Science Symposium: A Sensory Revolution. July 20-24, 2003. Boston.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B, Fast, K., Green, B.G., Prutkin, J. y Snyder, D.J. 2002. Labeled scales (e.g., category, Likert, VAS) and invalid across-group comparisons: what we have learned from genetic variation in test. *Food Quality and Preference* 14: 125-138.
- Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Hayes, J.E., Moskowitz, H.R. y Snyder, D.J. 2006. Psychophysics of sweet and fat perception in obesity: problems, solutions and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Appetite* 361: 1137-1148.
- Basson, M.D., Bartoshuk, L.M., Dichello, S.Z., Panzini, L., Weiffenbach, J.M., y Duffy, V.B. 2005. Association Between 6-n-Propylthiouracil (PROP) Bitterness and Colonic Neoplasms. *Digestive Diseases and Sciences* 50(3): 483-489.
- Benton, D. 2005. Can artificial sweeteners help control body weight and prevent obesity? *Nutrition Research Reviews* 18: 63-76.

- Bergman, R.N. 2002. Pathogenesis and prediction of diabetes mellitus: lessons from integrative physiology. *The Mount Sinai Journal of Medicine* 69(5): 280-290.
- Berkow, M.D. (ed.). 1994. *El Manual Merck de Diagnóstico y Terapéutica*. 9 ed. Océano/Centrum, Barcelona.
- Boden, G. y Laakso, M. 2004. Lipids and Glucose in Type 2 Diabetes. What is the cause and effect? *Diabetes Care* 27(9): 2253-2259.
- Bustos, R. 2000. *Glucemia y gusto en el diabético*. Tesis Maestría en Ciencias Médicas. Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas. Colima, México.
- Bustos, R., Alfaro, M., Solís, M., Barajas, A. y Dalí, R. 2002. Hiperglucemia aguda y disgeusia en individuos sanos. VIII Seminario Internacional de Atención Primaria de Salud, La Sociedad Cubana de Medicina Familiar. La Habana, del 17 al 21 de junio del 2002. Internet: <http://www.socumefa.sld.cu/eventosconcluidos/viiaps2.htm> [27 de octubre del 2004].
- CCSS. 2002. *Manual para la atención integral de la diabetes tipo 2 en el primer nivel de atención*. Caja Costarricense del Seguro Social, Gerencia de División Médica, Dirección Técnica de Servicios de Salud, Departamento de Medicina Preventiva. San José.
- Ceddia, R.B., Koistinen, H.A., Zierath, J.R. y Sweeney, G. 2002. Analysis of paradoxical observations on the association between leptin and insulin resistance. *The FASEB Journal* 16: 1163-1176.
- Costa Rica. Ministerio de Salud. 2004. *Encuesta multinacional de diabetes mellitus, hipertensión arterial y factores de riesgo asociados*. Área Metropolitana, Ministerio de Salud de Costa Rica. San José.
- Cros, S., Lignot, B., Razafintsalama, C., Jaouen, P. y Baourseau, P. 2004. Electrodialysis desalination and reverse osmosis concentration of an industrial mussel cooking juice: process impact on pollution reduction and on aroma quality. *Journal of Food Science* 69(6): C435-442.
- Cubero, E. y González, L. 2005. Relationship between PROP perception and diabetes in Costa Rica. 2005 IFT Annual Meeting, July 15-20, 2005. New Orleans.
- Daillant, B. e Issanchou, S. 1991. Most preferred level of sugar: rapid measure and consumption test. *Journal of Sensory Studies* 6: 131-144.
- Davis, S.N. y Graner, D.K. 1996. Insulina, fármacos hipoglucemiantes orales y propiedades farmacológicas del páncreas endocrino. *In*: Hardman, J.G., Limbird, L.E., Molinoff, P.B., Ruddon, R.W. y Gilman, A.G., eds. *Goodman & Gilman - Las bases farmacológicas de la terapéutica*. 9 ed. McGraw Hill, México, D.F. v.2.

- Davy, S.R., Benes, B.A. y Driskell, J.A. 2006. Abstract: Sex differences in dieting trends, eating habits, and nutrition beliefs of a group of midwestern college students. *Journal of the American Dietetic Association* 106(10): 1673-1677.
- De Graaf, C., Blom, W.A.M., Smeets, P.A.M., Stafleu, A. y Hendriks, H.F.J. 2004. Biomarkers of satiation and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(6): 946-961.
- Del Parigi, A., Chen, K., Salbe, A.D., Reiman, E. y Tataranni, A. 2004. Taste and obesity: a positron emission tomography (PET) study of the brain regions affected by tasting a liquid meal after a prolonged fast. 86th Annual Meeting of the Endocrine Society. New Orleans. June 16-19, 2004.
- Delwiche, J.F. 2004a. Role of Sensory Analysis in Flavor Chemistry. Proceedings of the Ohio Grape-Wine Short Course. Horticulture and Crop Science Department Series 739. Pp.29-32.
- Delwiche, J.F. 2004b. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Quality and Preference* 15: 137-146.
- Delwiche, J.F. y Liggett, R.E. 2004. Sensory preference and discrimination of wind-caught and culture yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Food Science* 69(4): S144-147.
- DiMeglio, D.P. y Mattes, R.D. 2000. Abstract: Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *International Journal of Obesity Related Metabolism Disorders* 24(6): 794-800.
- Doty, R.L., Kimmelman, C.P. y Lesser, R.P. 1992. Smell and taste and their disorders. *In*: Asbury, A.K., McKhann, G.M. y McDonald, W.I., eds., *Diseases of the Nervous System*. 2 ed. W.B. Saunders, Philadelphia. pp.390-403.
- Drewnowski, A. 1987. Sweetness and obesity. *In*: Dobling, J. ed. *Human Nutrition Reviews: Sweetness*. Srigner-Verlag, Gran Bretaña.
- Drewnowski, A., Shrager, E.E., Lipsky, C., Stellar, E. y Greenwood, M.R.C. 1989. Sugar and Fat: Sensory and Hedonic Evaluation of Liquid and Solid Foods. *Physiology & Behavior* 45: 177-183.
- Drewnowski, A., y Greenwood, M.R. 1983. Abstract: Cream and sugar: human preferences for high-fat foods. *Physiology & Behavior* 30(4): 629-633.
- Duffy, V.B. 2004. Associations between oral sensation, dietary behaviors and risk of cardiovascular disease (CVD). *Appetite* 43: 5-9.
- Duffy, V.B., Lucchina, L.A. y Bartoshuk, L.M. 2004. Genetic variation in taste: potential biomarker for cardiovascular disease risk? *In*: Genetic variation in taste sensitivity, Prescott, J. y Tepper, B.J., eds. Marcel Dekker, New York.

- Elliott, S.S., Keim, N.L., Stern, J.S., Teff, K. y Havel, P.J. 2002. Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. *American Journal of Clinical Nutrition* 76: 911-922.
- Ennis, D.M. 1990. Relative power of difference testing methods in sensory evaluation. *Food Technology* 44:114-117.
- Ennis, D.M. 1993. The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies* 8: 353-370.
- Gautier, J-F., Chen, K., Uecker, A., Bandy, D., Frost, J., Salbe, A.D., Pratley, R.E., Lawson, M., Ravussin, E., Reiman, E.M. y Tataranni, P.A. 1999. Regions of the human brain affected during a liquid-meal taste perception in the fasting state: a positron emission tomography study. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(5): 806-810.
- Geiss, L.S., Wang, J. y Gregg, E.W. 2007. Long-term trends in the prevalence and incidence of diagnosed diabetes. *American Diabetes Association 2007 Scientific Sessions*; June 23, 2007; Chicago, IL. Abstract 125-OR.
- Goldstein, G.L., Daun, H. y Tepper, B.J. 2005. Adiposity in Middle-aged Women is Associated with Genetic Taste Blindness to 6-n-Propylthiouracil. *Obesity Research* 13(6): 1017-1023.
- Gong, D., Yang, R., Munir, K., Horenstein, R.B. y Shuldiner, A.R. 2003. New progress in adipocytokine research. *In: Diabetes and the endocrine pancreas. Current Opinion in Endocrinology & Diabetes* 10(2): 115-121.
- González, L. 2004. Relación entre la percepción del 6-n-propil tiouracilo (PROP) y la propensión a padecer diabetes. Tesis Ing. en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Green, B.G., Shaffer, G.S. y Gilmore, M.M. 1993. Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent ratio properties. *Chemical Senses* 18(6): 683-702.
- Guinard, J.-X., Zoumas-Morse, C., Dietz, J., Goldberg, S., Holz, M., Heck, E. y Amoros, A. 1996. Does consumption of beer, alcohol, and bitter substances affect bitterness perception? *Physiology & Behavior* 59(4/5): 625-934.
- Harper, A., James, A., Flint, A. y Astrup, A. 2007. Increased satiety after intake of a chocolate milk drink compared with a carbonated beverage, but no difference in subsequent ad libitum lunch intake. *British Journal of Nutrition* 97: 579-583.
- Holmström, I.M. y Rosenqvist, U. 2005. Misunderstandings about illness and treatment among patients with type 2 diabetes. *Journal of Advanced Nursing* 49(2): 146-154.
- Holt, R.I.G. 2004. Diagnosis, epidemiology and pathogenesis of diabetes mellitus: an update for psychiatrists. *British Journal of Psychiatry* 184(suppl.47): S55-S63.



- Hotamisligil, G.S., Budavari, A., Murray, D. Spiegelman, B.M. 1994. Reduced Tyrosine Kinase Activity of the Insulin Receptor in Obesity-Diabetes. Central Role of Tumor Necrosis Factor- $\alpha$ . *Journal of Clinical Investigation* 94: 1543-1549.
- Hough, G. Martínez, E., Contarini, A., Barbieri, T., Vega, M.J. y Sánchez, R. 1998. Diseño y uso de pruebas de triángulo secuenciales para la selección de evaluadores sensoriales. *La Alimentación Latinoamericana* no.226: 51-56.
- Hoyer, S.W. 2003. Prädiktiver Wert sensorischer Laboruntersuchungen für den Getränkekonsum älterer Menschen unter Alltagsbedingungen (Predictive value of laboratory hedonic ratings for the long-term consumption of soft drinks by elderly people). Thesis Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.). Universität Potsdam, Institut für Ernährungswissenschaft der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Potsdam.
- IDF. 2006. *Diabetes Atlas*. 3 ed. International Diabetes Federation, Brussels.
- Jeon, S.-Y., O'Mahony, M. y Kim, D.-O. 2004. A comparison of category and line scales under various experimental protocols. *Journal of Sensory Studies* 19(1): 49-66.
- Jiamyangyuen, S., Delwiche, J.F. y Harper, W.J. 2002. The impact of wood ice cream sticks' origin on the aroma of exposed ice cream mixes. *Journal of Dairy Science* 85(2): 355-359.
- Jiménez, M.F. 2000. Diabetes mellitus: actualización. *Acta Médica Costarricense* 42(2): 53-65.
- Kadowaki, T., Hara, K., Yamauchi, T., Terauchi, Y., Tobe, K. y Nagai, R. 2003. Molecular Mechanism of Insulin Resistance and Obesity. *In: Obesity and diabetes: pathophysiological mechanisms and therapeutic approaches*. *Experimental Biology and Medicine* 228(10): 1111-1117.
- Kälviäinen, N. 2002. Texture modifications in semisolid and solid foods: Sensory characterization and acceptance in different age groups. EKT series 1313. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Food Technology. Helsinki.
- Keller, K.L. y Tepper, B.J. 2004. Inherited Taste Sensitivity to 6-n-Propylthiouracil in Diet and Body Weight in Children. *Obesity Research* 12(6): 904-912.
- Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 1998. A new approach to category scales of intensity I: traditional versus rank-rating. *J. Sensory Studies* 13: 241-249.
- Kirchgessner, T.G., Uysal, K.T., Wiesbrock, S.M., Marino, M.W. y Hotamisligil, G.S. 1997. Tumor necrosis factor-alpha contributes to obesity-related hyperleptinemia by regulating leptin release from adipocytes. *Journal of Clinical Investigation* 100(11): 2777-2782.

- Koo, T.-Y., Kim, K.-O. y O'Mahony, M. 2002. Effects of forgetting on performance on various intensity scaling protocols: magnitude estimation and labeled magnitude scale (Green scale). *Journal of Sensory Studies* 17(2): 177-192.
- Köster, M.A., Prescott, J. y Köster, E.P. 2004. Incidental learning and memory for three basic tastes in food. *Chemical Senses* 29(5): 441-453.
- Kozłowska, K., Jeruszka, M., Matuszewska, I., Roszkowski, W., Barylko-Pikielna, N. y Brzozowska, A. 2003. Hedonic tests in different locations as predictors of apple juice consumption at home in elderly and young subjects. *Food Quality and Preference* 14(8): 653-661.
- Laitinen, J.H., Tuorila, H.M. y Uusitupa, M.I. 1991. Abstract: Changes in hedonic responses to sweet and fat in recently diagnosed non-insulin-dependent diabetic patients during diet therapy. *European Journal of Clinical Nutrition* 45(8): 393-400.
- Lawless, H.T. y Heymann, H. 1999. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Aspen, Gaithersburg, Maryland.
- Lawless, H.T. y Malone, G.J. 1986. The discriminative efficiency of common scaling methods. *Journal of Sensory Studies* 1: 85-98.
- Lawson, W.B., Zeidler, A., y Rubenstein, A. 1979. Taste Detection and Preferences in Diabetics and their Relatives. *Psychosomatic Medicine* 41(3): 219-227.
- Listov-Saabye, F., Wienberg, L. y Martens, M. 2002. Consumer segmentation based on hedonic test and sensory profiling of Aquavit. *The 6th Sensometrics Meeting: The Sixth Sense*. July 31st to August 2nd, 2002. Dortmund, Germany.
- Looy, H. y Weingarten, H.P. 1991. Effects of metabolic state on sweet taste reactivity in humans depend on underlying hedonic response profile. *Chemical Senses* 16: 123-130.
- Mann, N.M. 2002. Management of smell and taste problems. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 69(4): 329-339.
- Marsilli, R. 1993. *Texture and Mouthfeel: Making Rheology Real*. Food Product Design August 1993. Internet: <http://www.foodproductdesign.com/archive/1993/0893QA.html> [6 de junio del 2005].
- Mattes, R. 2005. Soup and satiety. *Physiology & Behavior* 83: 739-747.
- Mattes, R. y Lawless, H. 1985. An adjustment error in optimization of taste intensity. *Appetite* 6: 103-114.
- Mattes, R.D. 1985. Gustation as a determinant of ingestion: methodological issues. *The American Journal of Clinical Nutrition* 41: 672-683.
- Meltzer, S., Leiter, L., Daneman, D., Gerstein, H.C., Lau, D., Ludwig, S., Yale, Y.-F., Zinman, B. y Lillie, D. 1998. 1998 Clinical Practice Guidelines for the

- Management of Diabetes in Canada. *Canadian Medical Association Journal* 159(8 Suppl): S1-29.
- Mennella, J.A., Pepino, M.Y. y Reed, D.R. 2006. Genetic and Environmental Determinants of Bitter Perception and Sweet Preferences. *Pediatrics* 115: 216-222.
- Milton S. Hershey Medical Center. 2006. Diabetes mellitus. Health and disease information. Penn State University, College of Medicine. Internet: <http://www.hmc.psu.edu/healthinfo/d/diabetes.htm> [19 de junio del 2006].
- Mojet, J., Christ-Hazelhof, E. y Heidema, J. 2001. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chemical Senses* 26: 845-860.
- Mojet, J., Heidema, J. y Christ-Hazelhof, E. 2003. Abstract: Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Supra-threshold Intensities of Five Taste Qualities? *Chemical Senses* 28: 397-413.
- Monneuse, M.O., Bellisle, F., y Louis-Sylvestre, J. 1991. Abstract: Impact of sex and age on sensory evaluation of sugar and fat in dairy products. *Physiology & Behavior* 50(6): 1111-1117.
- Moon, Y.S.K. y Kashyap, M.L. 2004. Pharmacologic Treatment of Type 2 Diabetic Dyslipidemia. *Pharmacotherapy* 24(12): 1692-1713.
- Moskowitz, H.R. 1999. Improving the "actionability" of product tests: understanding & using relations among liking, sensory and directional attributes. *Canadian Journal of Market Research* 18: 31-45.
- Moskowitz, H.R. 2002. Sensory drivers of liking and sensory preference segmentation. *In: Chemistry of taste: mechanisms, behaviors, and mimics*. American Chemical Society, Washington. ACS Symposium series 825: 214-226.
- Murray, J.M. y Delahunty, C.M. 2000. Abstract: Selection of standards to reference terms in a cheddar-type cheese flavor language. *Journal of Sensory Studies* 15 (2): 179-199.
- O'Mahony, M. 1986. Sensory adaptation. *Journal of Sensory Studies* 1: 237-258.
- O'Mahony, M. 1990. Cognitive aspects of difference testing and descriptive analysis: criterion variation and concept formation. *In: McBride, R.L. y MacFie, H.J.H., eds. Psychological basis of sensory evaluation*. Elsevier Applied Science, London. Pp. 117-129.
- O'Mahony, M. 1995. Who told you the triangle test was simple? *Food Quality and Preference* 6: 227-238.
- OPS. 1998. La Salud en las Américas. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C. Publicación científica No. 569. v. II.
- OPS/OMS. 2000. Taller CAMDI II: Vigilancia y Control de la Diabetes - Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Organización Panamericana de la

Salud / Organización Mundial de la Salud, División de Prevención y Control de Enfermedades, Programa de Enfermedades No Transmisibles. Tegucigalpa.

- Pangborn, R.M. 1961. Taste interrelationships. II. Suprathreshold solutions of sucrose and citric acid. *Journal of Food Science* 26(6): 648-655.
- Pangborn, R.M. y Giovanni, M.E. 1984. Abstract: Dietary intake of sweet foods and of dairy fats and resultant gustatory responses to sugar in lemonade and to fat in milk. *Appetite* 5(4): 317-327.
- Perkins, K.A., Epstein, L.H., Stiller, R.L., Fernstrom, M.H., Sexton, J.E. y Jacob, R.G. 1990. Abstract: Perception and hedonics of sweet and fat taste in smokers and nonsmokers following nicotine intake. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 35(3): 671-676.
- Perros, P., MacFarlane, T.W., Counsell, C. y Frier, B.M. 1996. Abstract: Altered taste sensation in newly-diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 19(7): 768-770.
- Pi-Sunyer, F.X., Laferre` Re, B., Aronne, L.J. y Bray, G.A. 1999. Obesity A Modern-Day Epidemic. *In: Therapeutic Controversy. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 84(1): 3-12.
- Pokorný, J., Kalinová, L. y Čepička, J. 1994. Effect of the amount of ingested beer on the perceived bitterness. *Die Nahrung* 38: 339-340.
- Porubcan, A.R. y Vickers, Z.M. 2005. Characterizing milk aftertaste: The effects of salivation rate, PROP taster status, or small changes in acidity, fat, or sucrose on acceptability of milk to milk dislikers. *Food Quality and Preference* 16: 608-620.
- Prescott, J. y Tepper, B.J. 2004. Genetic variation in taste sensitivity. Marcel Dekker, New York.
- Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J.J. y Astrup, A. 2003. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *American Journal of Clinical Nutrition* 77(1): 91-100.
- Raben, A., Holst, J.J., Madsen, J. y Astrup, A. 2001. Diurnal metabolic profiles after 14 d of an ad libitum high-starch, high-sucrose, or high-fat diet in normal-weight never-obese and postobese women. *American Journal of Clinical Nutrition* 73(2): 177-189.
- Roberts, C.K. y Barnard, R.J. 2005. Effects of exercise and diet on chronic disease. *Journal of Applied Physiology* 98: 3-30.
- Roche, E. 2003. Type 2 diabetes: gluco-lipo-toxicity and pancreatic  $\beta$ -cell dysfunction. *Ars Pharmaceutica* 44(4): 313-332.
- Roessler, E.B., Pangborn, R.M., Sidel, J.L. y Stone, H. 1978. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle test. *Journal of Food Science* 43: 940-947.

- Ronderos, M. 2002. Las Enfermedades Cardiovasculares en Costa Rica. Programa de Prevención y Control de Enfermedades No-Transmisibles de la OPS/OMS, Costa Rica. pp.12. Internet: <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/configuredList.asp?catid=35&cattitle=No+Transmisibles> [15 de noviembre del 2004].
- Salbe, A.D., Del Parigi, A., Pratley, R.E., Drewnowski, A. y Tataranni, P.A. 2004. Taste preferences and body weight changes in an obesity-prone population. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(3): 372-378.
- Saris, W.H.M. 2003. Sugars, energy metabolism, and body weight control. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl): 850S-857S.
- Schutz, H.G. y Cardello, A.V. 2001. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. *Journal of Sensory Studies* 16(2): 117-160.
- Shigemura, N., Ohta, R., Kusakabe, Y., Miura, H., Hino, A., Koyano, K., Nakashima, K. y Ninomiya, Y. 2004. Leptin Modulates Behavioral Responses to Sweet Substances by Influencing Peripheral Taste Structures. *Endocrinology* 145(2): 839-847.
- Shirose, I. y Mori, E.E.M. 1984. Aplicação da análise seqüencial à seleção de provadores pelo teste triangular. *Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 14: 39-55.
- Smeets, P.A.M., de Graaf, C., Stafleu, A., van Osch, M.J.P. y van der Grond, J. 2005. Functional magnetic resonance imaging of human hypothalamic responses to sweet taste and calories. *American Journal of Clinical Nutrition* 85: 1011-1016.
- Stokols, J., Bordi, P., Palchak, T. y Lee, H. 2005. Profiling of sensory evaluation of a no-sugar-added vanilla ice cream among specific age and gender populations. *Foodservice Research International* 16(3-4): 86.
- Stone, H. y Oliver, S. 1966. Effect of viscosity on the detection of relative sweetness intensity of sucrose solutions. *Journal of Food Science* 31: 129-134.
- Stone, H. y Sidel, J.L. 2004. *Sensory evaluation practices*. 3 ed. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Suárez, E., Dever, M., Healey, M. y De Luca, F. 2004. Glucose and Lipid Abnormalities in Puerto Rican Adolescents with Obesity. 86th Annual Meeting of the Endocrine Society. New Orleans. June 16-19, 2004.
- Tanimura, S. y Mattes, R.D. 1993. Relationships between bitter taste sensitivity and consumption of bitter substances. *Journal of Sensory Studies* 8: 31-41.
- Tepper, B.J. 2004. 6-n-propylthiouracil as a genetic taste marker for fat intake, obesity, and chronic disease risk. Current evidence and future promise. *In: Genetic variation in taste sensitivity*, Prescott, J. y Tepper, B.J., eds. Marcel Dekker, New York.

- Tepper, B.J. y Seldner A.C. 1999. Sweet taste and intake of sweet foods in normal pregnancy and pregnancy complicated by gestational diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(2): 277-84.
- Tepper, B.J., Hartfield, L.M. y Schneider, S.H. 1996. Abstract: Sweet taste and diet in type II diabetes. *Physiology and Behavior* 60(1): 13-18.
- Thompson, D.A., Moskowitz, H.R. y Campbell, R.G. 1976. Effects of body weight and food intake on pleasantness ratings for a sweet stimulus. *Journal of Applied Physiology* 41(1): 77-83.
- Torii, K. 1997. Abstract: A new pharmacological and physiological aspects of L-amino acids. *Japanese Journal of Pharmacology* 110(suppl 1): 28P-32P.
- Triplitt, C., Wright, A. y Chiquette, E. 2006. Incretin Mimetics and Dipeptidyl Peptidase-IV Inhibitors: Potential New Therapies for Type 2 Diabetes Mellitus. *Pharmacotherapy* 26(3): 360-374.
- Van Dam, R.M., Willett, W.C., Rimm, E.B., Stampfer, M.J. y Hu, F.B. 2002. Dietary Fat and Meat Intake in Relation to Risk of Type 2 Diabetes in Men. *Diabetes Care* 25(3): 417-424.
- Villanueva, N.D.M., Da Silva, M.A.A.P. y Petenate, A.J. 2002. Performance of the hybrid and self-adjusting hedonic scales in the generation of internal preference maps. 2002 IFT Annual Meeting, July 15-19, 2002. Anaheim, California.
- Villanueva, N.D.M., Petenate, A.J. y Da Silva, M.A.A.P. 2005. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference* 16: 691-703.
- Vozzo, R., Baker, B., Wittert, G.A., Wishart, J.M., Morris, H., Horowitz, M. y Chapman, I. 2002. Abstract: Glycemic, hormone, and appetite responses to monosaccharide ingestion in patients with type 2 diabetes. *Metabolism* 51(8): 949-957.
- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. y Elías, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa.
- Wright, A.O., Orden, L.V. y Eggett, D.L. 2003. Determination of carbonation threshold in yogurt. *Journal of Food Science* 68(1): 378-381.
- Yackinous, C. y Guinard, J-X. 2001. Relation between PROP taster status and fat perception, touch, and olfaction. *Physiology & Behavior* 72: 427-437.
- Yao, E., Lim, J., Tamaki, K., Ischii., R., Kim, K.O. y O'Mahony, M. 2003. Structured and unstructured 9-point hedonic scales: a cross cultural study with American, Japanese and Korean consumers. *Journal of Sensory Studies* 18: 115-139.
- Yeomans, M.R., Blundell, J.E. y Leshem, M. 2004. Palatability: response to nutritional need or need-free stimulation of appetite? *British Journal of Nutrition* 92(Suppl. 1): S3-S14.

## **Apéndice**

**Apéndice A. Datos de los participantes.**

**Cuadro A.1** Datos antropométricos de los participantes del estudio.

Sin ascendencia diabética				Con ascendencia diabética				Diabéticos			
Juez	Genero	Edad (años)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Juez	Genero	Edad (años)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Juez	Genero	Edad (años)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
1	M	47	26.08	1	F	38	29.33	1	M	46	29.60
2	M	42	25.02	2	F	46	32.40	2	M	39	29.89
3	M	46	30.41	3	M	52	27.48	3	M	47	21.33
4	F	47	28.06	4	M	42	29.82	4	F	53	32.57
5	F	43	24.72	5	F	41	26.61	5	F	53	25.66
6	F	49	26.57	6	M	47	25.45	6	F	52	24.02
7	F	43	25.34	7	F	45	27.27	7	F	46	34.36
8	F	46	25.68	8	F	53	30.32	8	M	41	27.65
9	M	47	28.27	9	M	45	25.89	9	M	48	27.40
10	M	39	27.91	10	F	44	25.22	10	M	44	38.00
11	M	47	34.01	11	F	40	28.35	11	M	50	22.38
12	M	42	32.06	12	M	44	26.77	12	M	43	29.85
13	M	43	32.29	13	M	39	28.40	13	M	51	26.34
14	M	44	27.47	14	M	48	26.12	14	M	52	29.77
15	M	44	31.22	15	F	46	34.12	15	M	52	24.73
16	M	47	26.67	16	F	50	33.71	16	M	49	29.19
17	M	50	30.30	17	F	50	28.48	17	F	48	32.88
18	M	42	24.93	18	F	43	32.47	18	F	52	26.25
19	F	43	28.20	19	M	44	23.90	19	F	49	25.25
20	F	42	26.04	20	F	43	31.24	20	F	49	27.64
21	M	39	27.12	21	M	41	26.99	21	M	48	32.48
22	F	46	25.18	22	M	41	28.68	22	M	51	26.59
23	F	46	31.89	23	F	53	28.52	23	M	48	34.66
24	F	43	25.42	24	M	38	26.17	24	F	39	32.32
25	F	52	30.76	25	M	39	30.45				
26	M	42	28.64	26	M	47	31.60				
27	M	49	34.43	27	M	43	29.36				
28	F	48	28.28	28	M	38	25.62				
<b>Promedio</b>		<b>44.9</b>	<b>28.32</b>	<b>Promedio</b>		<b>44.3</b>	<b>28.60</b>	<b>Promedio</b>		<b>47.9</b>	<b>28.78</b>



## Apéndice B. Hojas de respuesta

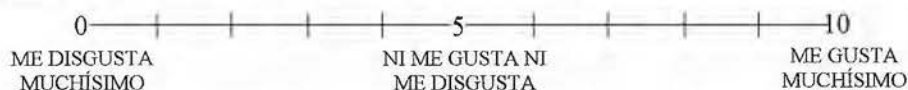
### B.1 Hoja de respuesta para la prueba de escala hedónica

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

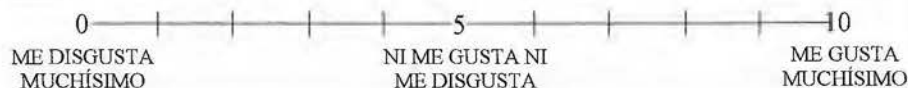
#### Instrucciones:

De cada muestra de bebida de arroz, tome un trago normal para usted y trace una raya sobre la escala horizontal que indique cuánto le gusta el dulzor de la bebida. Después de cada muestra enjuague su boca 2 veces con agua y luego beba un trago de agua. Analice los productos en el orden en que se le presentan y corrobore que los códigos de los vasitos coincidan con los de la escala.

Muestra: 815



Muestra: 283



Muestra: 196



### B.2 Instrucciones de la prueba ad libitum.

#### PRUEBA AD LIBITUM

#### Instrucciones:

En el vaso A se le presentan cerca de 30-40 gramos de un alimento sin endulzar. Pruebe una pequeña cantidad del producto y adiciónale azúcar **SEGÚN SU GUSTO, MEZCLE MUY BIEN** y Pruébelo. Añada más azúcar si para su gusto es necesario, mezcle y vuelva a probar cuantas veces sea necesario. Si se le pasa la cantidad de azúcar deseada, puede añadir y mezclar más producto sin azúcar proveniente del frasco B y repetir el proceso hasta alcanzar la cantidad de azúcar en el vaso A que más le agrade. **POR FAVOR, NO CONSUMA TODA LA MUESTRA.**

### B.3 Hoja de respuesta para la prueba de comparación pareada

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

**Instrucciones.** A continuación se le presentan 8 pares de vasitos con una bebida de arroz. Pruebe un trago normal de cada muestra en el orden en que se le presentan y marque con una X sobre el número de la que considera más dulce de cada par. Expectore el producto (no lo trague) y enjuague su boca con agua entre cada par de muestras.

Par 1	<u>958</u>	<u>321</u>	Par 5	<u>466</u>	<u>243</u>
Par 2	<u>495</u>	<u>407</u>	Par 6	<u>611</u>	<u>988</u>
Par 3	<u>713</u>	<u>826</u>	Par 7	<u>247</u>	<u>192</u>
Par 4	<u>538</u>	<u>152</u>	Par 8	<u>304</u>	<u>059</u>

### B.4 Hoja de práctica para el uso de la escala de Green

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

Catalogue las siguientes sensaciones según su intensidad:

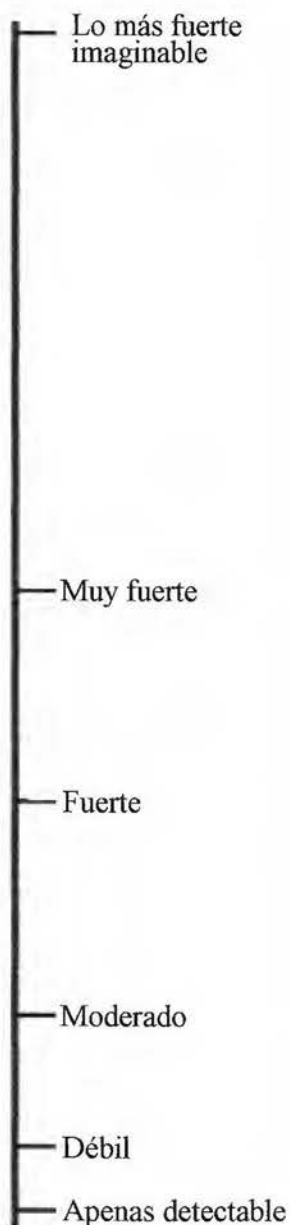
	No hay sensación	Apenas se detecta	Débil	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Sensación más fuerte imaginable de cualquier tipo
Brillo de la luz en este cuarto							
Luz más brillante que ha visto							
El sonido de un cuchicheo							
El sonido de una conversación							
Sonido más fuerte que ha escuchado							
El dulzor de una Coca-Cola							
La experiencia más dulce							
La experiencia más agria							
La experiencia más picante							
El olor más fuerte que ha oído							
Morderse la lengua o la boca							
Calor de un pan caliente en la boca							
Quemarse la lengua o la boca							
El dolor más fuerte experimentado							

**B.5 Hoja de respuesta de la prueba de intensidad con la escala de Green****Instrucciones:**

De cada muestra de bebida de arroz, pruebe un trago normal y trace una marca horizontal sobre la escala vertical que indique la INTENSIDAD DEL SABOR DULCE (dulzor) de la bebida. Expectorate el producto (no lo trague) y enjuague su boca con agua después de cada muestra. Analice las muestras en el orden en que se le presentan, corroborando que el número de la muestra corresponda con el de la escala.



Muestra: 531



Muestra: 248



Muestra: 196

### B.6 Escala para determinar el amargor del PROP

Catalogue la intensidad del amargor del PROP:

PANELISTA	Intensidad del amargor del PROP						
	No hay sensación	Apenas se detecta	Débil	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Sensación más fuerte imaginable de cualquier tipo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

## Apéndice C. Datos de las pruebas sensoriales

Cuadro C.1 Resultados de las pruebas hedónica y ad libitum de los diabéticos.

Juez	Prueba de agrado con escala (cm)												Prueba ad libitum (°Brix)			
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Líquido	Líquido	Sólido	Sólido
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	0.1% grasa	3.0% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa
1	8.93	7.93	5.98	8.97	8.02	7.01	6.98	7.98	5.98	6.94	7.94	6.00	15.30	16.05	19.55	15.85
2	4.78	2.93	2.28	5.85	3.44	3.09	5.00	4.35	3.24	5.00	4.95	3.51	12.75	14.65	20.97	9.55
3	5.00	5.00	1.48	6.41	6.96	6.41	7.38	5.48	7.98	5.50	5.45	6.94	27.87	28.13	24.90	23.15
4	6.51	6.41	9.22	1.58	8.47	7.46	2.44	5.60	8.47	2.36	5.55	7.54	20.90	29.65	36.50	28.15
5	5.00	10.00	10.00	5.50	10.00	9.92	5.00	5.00	5.00	5.55	5.60	5.50	22.05	27.65	26.55	32.30
6	7.98	6.88	3.98	6.61	7.46	9.32	5.58	3.68	2.43	7.50	4.68	9.28	22.30	19.60	16.15	18.85
7	5.43	8.43	5.48	8.57	4.55	2.44	5.38	5.38	8.58	3.44	1.38	8.42	20.75	20.60	37.15	24.55
8	3.98	7.98	9.78	3.99	6.96	9.82	5.00	8.97	9.07	6.01	8.92	7.96	14.30	30.75	16.70	17.40
9	8.42	6.36	7.71	8.42	8.67	3.59	7.31	6.21	8.42	7.18	6.63	3.63	15.80	15.95	15.30	14.45
10	2.98	7.98	9.88	2.96	7.94	8.93	3.99	5.00	6.96	2.98	4.98	7.93	21.25	22.93	27.70	27.15
11	6.11	7.91	8.97	6.96	7.96	7.96	6.01	7.81	8.92	6.01	7.86	7.96	25.35	24.37	19.50	20.30
12	7.51	8.92	8.92	4.08	9.03	9.18	6.01	5.00	7.96	3.44	8.00	7.45	20.80	21.73	21.35	22.65
13	8.97	6.96	0.98	7.46	5.00	3.44	6.98	4.98	7.93	0.98	1.98	1.98	19.40	20.17	26.17	24.00
14	4.88	5.48	8.03	8.42	6.51	9.37	8.18	6.38	6.38	3.09	5.50	5.00	21.05	18.15	15.45	22.73
15	4.40	5.50	6.36	7.48	4.48	5.98	3.43	6.33	2.48	1.48	5.50	6.46	26.15	26.03	27.35	18.15
16	3.44	6.51	9.37	4.45	1.38	0.43	6.58	7.43	9.38	6.38	3.38	0.53	16.25	19.50	11.40	16.75
17	7.96	8.97	7.71	6.98	4.93	5.33	8.68	5.78	4.78	7.01	3.99	1.43	22.00	26.70	19.50	15.30
18	2.58	4.98	9.68	5.05	8.97	8.97	1.98	4.03	9.03	5.98	7.98	7.98	23.40	25.20	24.83	23.85
19	2.56	9.35	8.52	5.57	9.03	6.01	9.53	6.46	8.33	9.38	7.40	4.38	19.60	19.20	17.80	18.00
20	4.98	7.33	10.00	2.53	5.03	8.58	3.48	4.98	8.48	6.41	3.44	9.27	26.75	27.95	27.60	15.35
21	4.40	8.52	8.32	5.00	3.84	7.91	7.93	6.93	5.98	2.95	4.83	5.22	17.10	21.25	14.75	12.45
22	7.91	6.96	7.86	3.99	6.01	6.01	2.98	3.98	7.93	6.96	6.96	6.96	15.80	22.40	21.50	18.55
23	3.98	5.03	7.93	2.09	3.09	4.10	6.01	7.96	8.97	5.10	6.11	8.02	24.50	24.75	18.80	17.65
24	5.03	9.88	9.98	4.90	9.92	0.00	9.82	5.00	0.18	5.10	9.87	9.92	14.40	14.10	22.35	9.70
Prom	5.57	7.17	7.43	5.58	6.57	6.30	5.90	5.86	6.78	5.11	5.79	6.22	20.24	22.39	22.08	19.45

Nota: En la prueba hedónica cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido).

**Cuadro C.2** Resultados de las pruebas hedónica y ad libitum de los no diabéticos con ascendencia diabética.

Juez	Prueba de agrado con escala (cm)												Prueba ad libitum (°Brix)			
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Líquido	Líquido	Sólido	Sólido
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	0.1% grasa	3.0% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa
1	6.51	8.54	3.39	5.57	8.39	6.56	4.68	9.33	5.62	1.56	6.76	7.70	13.35	22.90	15.20	21.90
2	2.39	7.31	8.42	5.58	9.28	7.38	1.43	3.53	7.28	8.28	5.43	7.38	24.60	23.55	30.85	20.85
3	1.58	7.54	4.27	3.23	2.39	2.29	3.34	6.66	4.18	4.38	6.46	4.38	16.70	18.00	22.00	24.70
4	2.44	7.41	8.37	3.24	6.41	8.32	1.28	5.48	7.38	4.43	3.48	8.38	20.80	26.30	22.20	17.70
5	0.96	4.92	6.02	3.94	7.90	6.01	3.94	5.92	7.90	0.92	1.91	2.95	23.30	21.10	25.90	25.90
6	8.84	7.55	3.99	8.99	3.00	1.01	2.95	3.99	2.00	8.04	8.99	3.99	13.30	16.30	16.20	16.00
7	2.95	8.25	3.95	8.93	8.03	0.93	2.90	0.93	5.03	3.98	1.85	1.78	14.80	17.90	12.10	16.00
8	1.01	2.95	9.06	6.03	10.00	9.03	3.99	7.90	9.48	3.04	6.01	9.03	43.10	33.40	21.20	25.70
9	4.70	5.60	5.00	6.31	8.72	4.75	6.98	7.93	5.08	4.43	6.48	5.43	16.90	18.50	18.60	17.13
10	7.93	6.98	4.03	7.85	2.95	2.90	5.97	6.96	5.07	2.93	6.08	4.93	19.10	19.90	18.00	21.00
11	6.96	9.02	2.94	3.04	7.96	10.00	0.00	4.08	4.98	3.94	5.25	6.91	21.10	21.85	19.75	24.65
12	4.03	8.28	8.88	7.41	7.96	8.97	6.48	7.03	7.48	6.58	8.93	8.68	17.50	19.40	16.90	15.35
13	2.80	5.83	6.78	5.07	6.91	9.88	4.38	4.28	7.85	5.83	5.83	3.78	13.30	20.80	10.30	13.50
14	0.00	5.03	10.00	0.00	5.00	9.07	5.08	4.98	10.00	0.98	3.99	8.97	24.10	24.00	23.40	20.55
15	5.00	7.51	8.42	2.69	8.42	7.41	3.28	7.38	8.38	5.48	7.38	8.28	22.30	23.80	21.30	18.70
16	1.98	6.15	7.99	7.38	6.73	8.80	2.93	7.48	7.38	1.93	6.03	6.98	19.70	21.50	17.20	19.30
17	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	2.98	1.98	4.03	1.98	0.00	15.00	18.05	11.60	13.57
18	4.05	7.06	8.92	7.86	4.90	6.96	0.05	0.98	1.13	1.88	3.93	5.93	20.43	22.80	24.60	17.05
19	8.13	9.28	1.28	7.45	8.94	9.38	5.97	6.31	8.99	6.23	8.13	8.88	22.85	25.25	17.10	17.20
20	6.88	5.03	1.98	6.96	6.01	3.99	4.93	7.93	5.98	6.93	2.98	1.98	16.10	21.45	15.55	13.55
21	1.98	3.98	4.98	2.95	5.03	8.93	2.03	6.88	5.05	1.93	5.03	8.03	15.50	17.10	16.30	16.00
22	0.13	0.93	0.83	0.38	9.17	4.95	0.23	3.13	4.63	8.93	4.98	4.93	17.70	22.37	16.70	18.63
23	2.98	1.98	5.88	3.99	7.01	6.01	4.88	7.98	6.98	5.93	7.88	3.98	26.20	27.90	34.10	17.40
24	3.53	5.85	7.53	1.28	6.33	3.03	1.58	3.08	5.93	4.13	1.03	7.43	11.10	15.20	13.90	13.20
25	8.98	8.02	10.00	6.95	7.98	10.00	5.98	7.93	8.93	8.03	6.98	8.98	18.40	16.80	15.30	19.77
26	0.48	4.48	4.58	4.50	4.50	9.57	9.47	4.45	9.42	4.75	4.75	4.55	16.30	25.30	22.41	20.80
27	0.97	5.97	6.96	2.90	5.87	7.00	2.08	4.88	7.03	2.95	3.99	6.96	23.50	25.20	20.40	19.70
28	0.00	1.98	2.98	8.93	8.93	6.93	1.98	7.98	6.93	1.98	5.98	2.98	13.00	19.05	14.70	14.85
Prom	3.61	5.83	5.62	4.98	6.59	6.43	3.67	5.65	6.36	4.44	5.30	5.86	19.29	21.63	19.06	18.59

Nota: En la prueba hedónica cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido).

**Cuadro C.3** Resultados de las pruebas hedónica y ad libitum de los no diabéticos sin ascendencia diabética.

Juez	Prueba de agrado con escala (cm)												Prueba ad libitum (°Brix)			
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Líquido	Líquido	Sólido	Sólido
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	0.1% grasa	3.0% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa
1	7.93	3.98	5.98	8.02	8.92	3.99	8.07	7.11	3.09	7.93	7.93	6.93	19.40	18.50	17.35	21.70
2	8.98	9.87	7.94	7.95	9.83	8.99	7.95	8.94	9.78	6.96	9.83	9.83	21.70	21.10	22.20	23.00
3	1.98	2.94	7.96	3.99	8.97	3.99	0.88	5.88	7.93	1.93	5.03	6.93	24.00	19.60	27.30	18.80
4	4.30	5.40	3.29	6.51	3.49	2.44	5.38	5.53	3.28	6.43	6.48	3.38	23.50	22.05	17.50	21.40
5	2.99	3.99	6.01	3.99	6.96	7.96	5.93	8.88	7.93	5.93	6.88	8.88	27.00	28.55	23.05	22.60
6	1.98	2.00	3.99	5.07	3.99	1.01	4.98	8.00	3.00	5.97	9.83	9.88	18.40	19.90	22.00	25.00
7	2.93	2.93	6.92	2.95	6.96	6.01	2.95	4.03	6.01	2.95	4.98	3.99	20.80	20.20	20.80	24.60
8	6.95	8.98	7.24	6.41	8.99	4.38	8.99	7.95	5.97	6.96	8.99	7.95	19.20	19.30	21.30	23.00
9	2.00	3.49	7.40	4.98	2.50	4.93	6.66	6.26	8.04	6.46	3.64	6.46	21.70	16.20	17.20	20.00
10	3.99	7.00	5.07	5.07	6.91	3.00	6.96	6.96	7.50	5.07	8.00	6.96	17.90	18.00	22.20	20.90
11	1.48	2.36	3.47	2.38	4.43	3.48	2.50	3.59	5.42	3.44	4.38	5.57	16.40	18.00	21.60	22.60
12	1.93	6.06	3.99	3.99	8.92	7.96	2.98	2.98	2.98	4.88	6.88	6.88	29.60	28.70	23.40	22.65
13	7.01	2.99	0.98	6.91	1.93	2.99	2.98	5.98	3.98	8.93	6.98	4.03	17.10	17.75	13.00	13.85
14	4.56	4.71	8.31	2.35	7.35	8.39	4.93	4.98	7.50	1.41	4.73	4.93	20.20	21.40	22.00	27.60
15	5.13	8.31	2.32	3.52	8.45	9.43	7.38	5.38	8.53	3.39	8.24	4.98	21.80	22.60	22.20	23.10
16	4.03	6.46	7.95	4.13	8.04	7.00	3.39	6.01	7.05	2.45	3.14	7.30	22.50	22.40	27.60	30.00
17	0.96	3.96	6.02	3.96	6.06	1.88	7.90	4.98	2.90	3.99	7.00	5.97	13.00	14.60	18.00	18.10
18	6.98	8.93	9.88	6.96	8.92	8.92	2.98	5.98	3.98	4.98	6.98	7.98	28.80	29.57	24.90	26.80
19	0.00	2.93	5.93	0.88	0.98	4.95	3.08	4.98	4.98	1.98	4.98	4.98	18.30	19.80	17.55	22.00
20	1.43	6.33	8.36	5.57	9.33	9.33	1.46	5.42	8.37	1.38	1.45	6.33	15.10	16.00	15.70	18.10
21	7.88	6.88	5.98	6.21	5.25	4.60	3.18	6.58	7.88	5.63	6.73	8.38	22.20	23.55	14.80	19.35
22	5.98	1.98	1.98	6.96	3.99	1.98	5.93	3.98	0.98	7.93	2.98	0.98	19.60	21.70	15.90	14.30
23	5.03	7.99	6.95	7.35	4.98	4.53	8.34	5.52	6.46	6.36	7.35	5.32	21.40	26.30	18.70	29.80
24	2.98	5.38	7.38	7.91	6.41	8.92	5.98	6.43	7.88	6.88	7.58	8.98	28.35	27.85	29.60	16.05
25	4.58	9.18	9.28	9.68	9.48	0.32	9.31	9.33	0.32	0.38	5.23	9.48	13.90	17.60	11.20	12.90
26	3.38	3.23	2.73	3.69	4.85	4.45	2.98	4.78	5.58	5.28	5.43	4.78	22.00	22.55	18.90	21.85
27	2.94	6.64	3.72	2.45	7.25	2.70	2.25	6.96	3.29	2.60	4.73	6.71	23.50	25.25	27.20	27.30
28	4.51	9.40	9.45	4.55	9.53	0.42	4.68	4.63	9.63	9.53	4.63	0.57	18.40	18.40	21.00	19.30
Prom	4.10	5.51	5.94	5.16	6.56	4.96	5.03	6.00	5.72	4.93	6.10	6.26	20.92	21.34	20.51	21.67

Nota: En la prueba hedónica cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido).

**Cuadro C.4** Resultados de la prueba de medición de la intensidad con la escala de Green de los diabéticos.

Juez	Prueba de intensidad con escala (cm)																							
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Sólido (3.3% grasa)		
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%
1	2.54	4.98	6.60	3.30	4.05	5.25	3.40	4.72	5.43	2.30	4.35	5.20	3.05	3.86	4.83	3.05	3.85	4.70	3.18	5.73	6.46	3.25	4.27	5.99
2	2.79	5.59	8.43	3.80	6.00	8.50	6.96	5.59	8.84	4.60	6.75	8.30	4.77	5.69	4.88	3.20	7.60	4.80	5.11	7.97	5.63	3.05	6.30	8.43
3	2.79	2.79	3.40	4.15	3.90	4.45	4.17	2.18	2.79	1.50	2.20	2.40	1.83	2.49	2.18	1.05	1.80	2.35	2.81	3.75	4.22	2.13	2.79	2.79
4	1.52	3.56	4.67	1.45	4.25	4.55	3.25	4.32	6.10	1.60	4.35	6.50	1.83	2.23	4.77	1.60	4.20	5.30	1.77	3.80	5.16	2.03	3.15	4.83
5	3.86	4.57	6.76	0.55	4.00	4.90	3.61	4.22	4.77	1.70	4.40	5.80	3.05	3.61	5.08	2.35	3.70	3.90	1.46	3.07	2.92	3.15	3.20	1.22
6	2.79	2.69	5.64	2.70	5.60	5.50	2.84	8.43	5.69	5.70	8.45	8.50	1.17	2.84	5.74	2.80	1.05	2.90	1.09	2.81	5.73	2.84	1.12	1.12
7	0.91	2.79	5.49	1.05	2.80	8.45	0.97	0.91	2.69	2.80	4.10	6.70	0.97	2.64	5.43	1.00	8.40	5.60	2.50	5.47	2.61	2.69	1.02	5.49
8	0.41	1.83	3.61	0.20	0.80	3.10	0.30	1.17	2.95	0.35	1.40	5.20	2.13	5.08	5.89	1.05	3.10	4.00	0.36	6.15	3.54	0.30	2.34	2.95
9	2.74	3.00	4.57	2.50	3.10	6.40	3.00	4.47	5.99	2.60	3.60	4.20	2.23	2.95	3.35	3.00	3.75	4.60	1.56	3.44	5.32	1.73	6.86	3.30
10	2.34	3.45	5.13	2.80	4.10	4.70	3.15	4.22	4.88	2.65	3.85	4.45	2.54	3.10	3.91	2.80	4.40	3.50	1.25	3.13	4.90	0.91	4.17	4.72
11	1.12	2.79	2.84	1.10	2.75	2.85	1.02	1.12	2.95	1.10	2.80	2.80	0.20	1.07	2.79	0.20	2.80	2.80	1.09	1.09	2.87	1.07	2.84	2.79
12	2.23	2.84	3.81	1.60	6.30	5.10	2.64	3.00	3.15	2.45	5.05	4.65	1.93	2.03	2.69	1.20	1.40	6.90	2.35	2.81	5.32	2.08	4.52	3.81
13	5.69	4.17	7.26	4.85	3.65	5.55	2.79	2.79	3.45	2.80	4.20	5.20	1.07	1.07	1.68	2.40	2.80	4.95	2.81	2.87	7.04	1.12	2.84	5.69
14	2.34	4.32	5.99	2.25	3.25	5.05	2.44	4.47	6.20	3.30	2.35	5.30	4.22	6.86	5.08	0.75	2.45	1.70	2.50	7.50	4.27	3.66	1.83	4.77
15	1.37	5.99	5.28	0.60	4.80	6.30	3.25	6.25	4.98	1.90	3.40	5.20	1.73	3.20	5.99	0.50	1.35	3.05	3.75	4.48	3.18	2.03	3.40	5.18
16	5.69	2.79	8.43	2.80	5.65	8.40	5.69	2.84	8.43	1.05	2.80	5.65	1.07	5.69	2.84	2.80	5.65	8.40	1.09	8.44	5.63	5.69	2.79	8.43
17	2.74	4.27	3.35	3.20	3.60	4.95	1.78	2.79	5.23	1.00	4.50	4.95	1.37	1.73	4.57	5.20	2.00	5.40	3.34	4.38	6.41	3.25	5.08	5.79
18	1.83	5.69	4.67	0.20	2.80	6.60	1.42	2.84	5.03	0.60	2.80	8.45	1.02	3.96	7.57	1.05	2.25	6.60	1.20	2.19	2.81	1.02	2.34	6.20
19	3.00	5.79	8.69	2.85	5.80	8.55	2.95	5.79	8.69	3.00	8.70	8.70	2.84	5.89	8.69	3.00	5.75	8.55	2.87	5.84	8.60	2.84	8.58	5.59
20	4.47	2.79	5.69	1.05	1.55	2.30	1.07	3.15	4.47	1.10	3.35	5.70	2.79	1.07	4.47	2.65	1.05	2.25	1.04	5.63	8.55	2.79	5.64	8.48
21	2.84	5.89	5.69	1.10	5.65	8.20	3.05	5.74	10.28	1.30	5.65	13.70	4.22	6.91	11.89	1.90	2.90	8.30	3.02	2.81	5.73	2.84	2.84	5.59
22	1.07	2.79	5.69	2.80	5.60	5.65	1.07	2.79	2.79	1.05	5.70	2.90	1.02	2.84	2.84	1.10	2.80	5.60	2.81	5.63	5.63	1.07	2.79	2.79
23	6.86	8.23	9.09	7.70	9.05	9.80	5.08	6.45	5.79	4.05	5.20	6.50	3.66	5.03	5.79	7.70	8.70	8.70	4.53	2.92	5.73	2.95	5.74	4.06
24	0.71	2.95	5.03	1.95	3.10	5.20	0.36	4.06	3.05	2.40	3.15	4.80	1.32	2.29	3.10	0.85	3.85	5.30	0.52	3.96	1.98	1.42	2.44	6.04
Prom	2.69	4.02	5.66	2.36	4.26	5.85	2.76	3.93	5.19	2.20	4.30	5.91	2.17	3.50	4.84	2.22	3.65	5.01	2.25	4.41	5.01	2.33	3.70	4.84

Nota: Cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido). Las evaluaciones se hicieron por duplicado.



**Cuadro C.5** Resultados de la prueba de medición de la intensidad con la escala de Green de los no diabéticos con ascendencia diabética.

Juez	Prueba de intensidad con escala (cm)																							
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Sólido (3.3% grasa)		
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%
1	3.00	5.89	8.74	1.40	3.25	5.80	2.95	8.84	5.94	3.20	6.05	9.10	1.42	3.25	5.94	1.35	3.15	1.50	1.30	3.23	6.05	1.47	3.15	5.89
2	1.83	3.50	4.37	3.35	4.20	5.15	2.34	3.20	5.08	3.30	4.10	5.10	3.56	4.88	4.37	2.40	4.15	5.10	1.82	3.60	4.43	0.76	3.35	2.34
3	1.32	3.45	6.10	0.30	0.45	3.15	1.17	0.71	8.89	0.70	1.20	3.10	0.30	1.98	2.54	2.00	0.70	2.40	2.24	2.81	4.95	2.18	2.54	5.28
4	1.63	1.73	2.03	0.60	1.80	1.80	1.73	1.63	1.73	0.50	1.30	2.30	0.61	1.83	1.73	0.50	0.65	1.30	1.77	1.67	4.07	1.93	3.86	1.93
5	1.42	2.79	4.37	1.10	2.75	2.30	2.13	2.79	4.22	0.30	2.80	2.85	0.25	1.07	2.23	1.15	0.65	2.45	1.09	2.76	2.87	1.07	1.73	2.79
6	1.07	4.17	5.69	0.30	2.85	5.65	1.07	2.95	5.74	0.30	2.85	5.75	1.12	2.84	5.64	0.20	2.80	5.70	1.09	4.17	5.63	0.25	1.02	2.79
7	0.66	2.23	9.14	1.65	1.90	6.10	1.32	3.10	9.04	2.50	3.35	6.40	2.03	5.33	8.84	0.65	2.55	2.65	0.68	3.70	8.18	0.86	1.73	8.08
8	1.22	1.88	4.11	1.30	2.60	3.00	1.12	2.95	3.25	0.60	2.40	3.00	1.22	1.57	1.98	0.80	2.20	3.25	6.10	8.70	2.69	1.22	2.90	1.83
9	2.84	1.07	4.98	1.10	2.60	5.10	1.02	2.64	5.54	1.05	2.80	5.75	1.02	2.64	5.54	1.20	3.20	5.50	0.89	2.50	5.37	1.52	2.44	5.49
10	3.15	6.50	9.04	2.85	5.65	6.30	2.74	3.61	6.81	2.80	5.60	6.45	2.39	3.71	4.77	2.05	3.20	3.40	3.39	6.78	5.00	3.50	5.64	7.06
11	0.20	2.49	5.13	1.45	2.45	4.55	0.36	2.18	3.00	0.40	0.65	6.00	0.20	0.81	4.98	0.20	0.85	3.60	0.21	1.46	2.19	0.25	1.12	4.17
12	1.42	4.11	5.18	1.45	5.00	6.00	2.03	3.76	4.52	1.30	2.30	4.30	2.44	3.35	4.11	1.70	3.50	4.05	2.40	5.00	5.73	1.52	3.35	4.57
13	0.15	0.51	2.54	2.60	2.50	3.05	1.22	3.00	5.18	1.35	5.80	5.40	0.10	0.76	3.35	3.15	5.40	5.50	2.14	4.74	4.90	1.83	5.08	6.20
14	1.68	1.78	3.91	1.85	4.20	4.25	1.73	1.73	6.81	2.10	4.15	7.00	2.03	4.22	4.17	1.70	1.70	4.00	4.22	4.07	4.07	4.47	6.96	6.81
15	2.79	4.88	5.64	1.05	2.80	5.60	2.84	4.77	7.11	1.00	7.15	5.50	1.12	4.77	7.01	2.00	2.80	4.60	2.81	5.68	6.78	2.79	5.69	8.48
16	0.30	1.83	2.84	1.90	3.20	8.40	0.76	1.32	2.95	6.80	6.80	9.60	0.20	0.30	0.51	1.05	1.90	2.00	0.42	1.77	0.83	0.51	0.36	2.23
17	1.52	2.34	3.45	0.65	5.00	6.10	2.29	4.83	4.17	1.50	4.05	5.10	1.93	2.44	2.79	1.50	4.60	5.90	1.77	2.24	4.59	1.52	2.44	3.61
18	1.88	4.17	7.26	2.80	2.30	4.35	1.47	2.79	3.66	1.15	2.80	4.95	1.47	3.25	2.64	3.65	2.75	3.05	0.26	5.63	2.81	0.91	2.90	2.84
19	3.05	7.57	8.74	2.75	7.50	8.45	2.54	4.88	8.84	3.00	5.75	11.20	2.08	5.13	8.74	2.20	1.35	3.60	1.88	5.32	8.44	4.72	1.93	6.91
20	2.84	5.64	7.31	2.80	5.65	8.40	2.79	5.64	7.21	2.80	4.75	8.45	1.88	4.47	8.43	2.05	5.65	7.15	2.19	3.75	8.44	2.95	5.69	6.70
21	0.66	6.45	6.91	1.05	2.55	3.75	0.66	2.49	4.06	0.60	7.50	5.60	0.05	2.39	4.01	0.20	2.90	4.85	0.47	3.70	1.98	2.13	3.76	4.01
22	0.66	1.37	6.55	0.90	3.15	6.75	1.07	1.07	3.40	2.55	3.25	6.10	1.07	3.15	3.20	0.50	0.40	1.00	0.26	1.04	5.52	0.15	0.97	2.84
23	1.93	3.45	6.15	1.40	2.40	4.45	0.81	2.54	4.57	1.50	3.10	5.05	1.93	2.69	4.32	0.60	1.55	2.40	1.56	2.92	4.69	2.79	1.93	4.57
24	3.50	3.86	4.98	2.00	0.85	4.15	1.32	2.84	4.37	2.95	4.05	5.20	0.30	2.23	2.59	0.80	3.00	1.90	2.03	1.30	3.28	0.76	0.56	1.98
25	7.67	6.25	8.18	1.85	5.10	4.20	5.43	6.55	6.15	3.10	5.45	8.15	2.13	2.54	3.20	2.50	4.80	5.95	2.97	5.21	5.94	3.76	5.28	5.79
Prom	1.94	3.60	5.73	1.62	3.31	5.07	1.80	3.31	5.29	1.89	4.00	5.90	1.31	2.86	4.31	1.44	2.66	3.71	1.84	3.75	4.78	1.83	3.05	4.61

Nota: Cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido). Las evaluaciones se hicieron por duplicado.

**Cuadro C.6** Resultados de la prueba de medición de la intensidad con la escala de Green de los no diabéticos sin ascendencia diabética.

Juez	Prueba de intensidad con escala (cm)																							
	Líquido (0.1% grasa)			Líquido (0.1% grasa)			Líquido (3% grasa)			Líquido (3% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (0.1% grasa)			Sólido (3.3% grasa)			Sólido (3.3% grasa)		
	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	5%	9%	14%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%	7%	11%	17%
1	2.79	5.64	6.86	5.75	2.90	7.20	2.84	5.08	8.33	2.60	5.60	7.25	2.84	5.08	6.40	2.00	6.10	4.70	2.08	3.96	7.40	2.03	2.95	4.37
2	2.18	5.54	2.29	5.60	1.05	2.75	1.02	2.69	2.69	0.95	2.65	5.75	1.07	1.02	2.69	1.05	0.20	2.80	1.04	1.04	2.71	2.74	2.69	2.79
3	0.61	1.88	2.13	0.00	2.50	5.30	1.37	4.72	5.99	3.30	5.00	6.00	1.42	2.34	2.34	1.40	5.20	1.80	0.52	0.52	1.98	1.73	4.67	4.88
4	1.27	1.83	3.05	2.10	3.05	5.90	1.12	1.93	2.84	0.30	1.90	1.80	0.41	1.32	3.05	0.00	1.10	1.80	1.36	1.36	3.02	1.37	1.32	0.51
5	0.20	2.79	5.64	0.20	1.05	2.80	0.20	2.79	2.79	0.20	2.80	5.60	1.07	2.79	2.79	0.20	1.05	2.80	1.04	2.81	5.63	1.02	2.84	5.69
6	5.03	7.42	7.16	2.10	4.20	7.10	5.64	7.52	9.19	2.80	5.70	3.70	7.11	8.43	10.46	2.80	5.60	4.90	2.76	4.64	5.63	5.64	6.55	7.57
7	2.23	4.17	5.03	2.30	3.70	6.20	2.34	3.61	4.77	0.40	2.80	3.80	2.29	2.49	3.86	0.65	0.60	3.15	2.03	2.76	2.35	3.00	2.84	3.81
8	2.39	4.47	8.99	1.40	2.35	4.80	4.01	5.64	6.76	1.05	1.90	5.25	1.07	1.78	4.67	1.15	2.75	8.80	1.04	2.87	4.90	1.57	4.88	6.91
9	2.90	0.46	4.83	1.50	1.55	2.90	4.62	5.08	3.45	2.15	2.70	4.80	1.22	2.64	2.95	0.95	2.85	1.00	2.40	2.24	2.29	2.79	2.64	2.84
10	3.96	7.11	9.85	4.95	9.05	11.95	3.66	7.72	12.29	7.70	13.20	14.25	3.50	2.74	6.70	2.75	4.65	7.70	3.44	5.68	8.44	5.69	6.55	8.99
11	0.41	1.17	5.99	3.05	5.85	5.90	1.22	3.00	5.84	3.10	6.00	6.00	0.41	3.00	2.95	1.35	3.05	4.00	0.26	1.20	3.02	0.41	3.00	3.05
12	1.12	2.84	5.69	0.20	1.10	2.80	1.07	5.69	2.79	0.15	2.80	2.80	0.20	1.12	2.79	0.30	1.20	2.80	1.04	2.81	5.63	2.74	2.69	2.74
13	2.79	4.47	7.52	2.80	4.50	6.20	2.84	8.43	10.77	2.80	5.05	3.45	2.84	4.17	6.10	2.40	4.60	5.70	2.81	8.13	12.14	3.30	6.96	10.06
14	2.79	3.81	5.64	1.70	3.25	4.60	2.49	3.05	3.66	1.40	3.00	4.05	1.22	2.39	1.63	1.35	2.60	2.55	1.09	2.87	3.65	2.34	3.30	3.76
15	3.71	4.52	7.62	3.50	4.75	3.20	3.25	6.10	7.47	2.15	4.10	1.45	4.37	3.40	4.32	3.15	3.65	2.50	2.29	4.90	6.46	3.40	4.77	3.86
16	1.47	5.23	6.86	2.30	1.70	5.40	1.32	4.98	6.40	1.35	4.20	5.90	1.42	3.25	4.37	1.20	3.20	5.00	1.36	3.39	5.37	2.18	3.15	5.03
17	2.90	8.48	5.64	5.65	8.50	2.85	2.74	2.84	5.74	5.65	8.50	8.50	1.07	2.84	5.69	1.20	2.75	2.75	2.76	0.94	5.68	2.90	5.64	2.74
18	2.79	2.84	5.69	2.80	2.90	2.80	1.22	2.74	2.95	1.00	2.75	2.70	1.22	2.90	2.84	1.15	2.90	2.90	3.13	5.94	8.65	3.25	5.94	8.94
19	0.56	3.96	5.59	0.50	3.50	2.80	0.10	2.74	3.45	0.15	2.35	5.70	0.51	2.69	2.13	1.90	2.25	5.55	0.21	2.03	2.81	0.20	1.78	2.44
20	1.73	4.11	3.81	1.70	4.15	6.55	0.36	1.93	2.29	0.60	1.75	6.40	0.71	0.61	1.98	0.60	3.70	4.05	1.51	3.65	6.57	0.15	2.03	1.63
21	5.79	5.28	3.71	4.10	7.70	5.65	3.45	5.18	7.31	8.45	5.10	6.20	2.54	4.06	5.38	3.10	5.00	4.95	5.89	3.96	5.42	1.52	5.33	3.86
22	2.34	4.88	8.69	2.80	5.60	12.10	4.88	7.31	9.14	3.20	7.70	12.95	2.34	5.64	11.07	2.80	7.70	13.80	6.25	7.61	7.92	2.84	6.10	9.90
23	0.46	1.42	3.10	1.35	3.15	5.95	1.37	1.32	3.10	1.35	6.00	3.10	0.46	1.32	3.20	0.55	1.30	3.15	1.30	1.30	2.97	1.37	3.05	5.89
24	3.05	3.15	3.25	2.50	3.05	3.55	2.44	3.15	3.05	1.80	3.20	3.30	1.68	2.54	3.50	3.15	2.05	3.40	0.89	2.40	1.98	2.59	1.57	2.39
25	1.47	3.10	6.15	3.05	8.80	8.70	3.00	8.79	8.84	3.00	5.90	8.80	3.05	1.32	8.69	3.15	5.95	8.80	3.07	3.13	5.99	8.79	5.99	8.79
26	0.86	3.25	3.15	2.30	3.30	3.90	2.03	3.05	3.35	2.10	3.00	3.90	2.54	2.95	3.25	1.90	3.15	3.00	1.67	2.61	3.75	2.34	3.61	3.20
Prom	2.22	3.99	5.53	2.55	3.97	5.38	2.33	4.50	5.59	2.30	4.45	5.52	1.87	2.88	4.45	1.62	3.28	4.40	2.05	3.26	5.09	2.61	3.96	4.87

Nota: Cada producto fue evaluado con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14% para la bebida (líquido) y 7%, 11% y 17% para el arroz con leche (sólido). Las evaluaciones se hicieron por duplicado.

**Cuadro C.7** Resultados de la prueba de comparación pareada, percepción de la intensidad del amargor del PROP, valores de glucosa sanguínea en ayunas, y pruebas de medición de la intensidad de la bebida 0,1% de grasa con la escala de Green y adición de azúcar ad libitum (°Brix) al arroz con leche 3,0% de grasa en los estados pre y posprandial, para los diabéticos.

Juez	Prueba de comparación pareada (N°. aciertos)				PROP (cm)	Glucosa Ayunas (mg%)	Preprandial			Posprandial				
	Líquido		Sólido				Intensidad (cm)			Intensidad (cm)			°Brix	
	0.1% grasa	3.3% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa			5%	9%	14%	5%	9%	14%	°Brix	
1	6	8	8	7	4.50	165	3.80	5.90	8.10	11.30	3.40	7.00	7.90	10.40
2	7	2	8	7	0.00	139	5.30	3.80	9.00	15.50	8.25	9.30	8.75	12.80
3	7	3	6	3	0.90	131	3.45	5.10	6.70	18.70	1.30	4.10	3.50	19.45
4	8	8	8	8	0.00	123	0.75	4.05	4.50	24.70	0.75	4.95	6.40	26.40
5	7	6	7	8	0.00	95	3.35	4.45	5.00	29.05	2.40	1.70	6.00	26.00
6	4	6	6	6	0.30	116	2.80	0.90	5.35	16.45	1.05	1.05	2.80	22.80
7	7	4	5	7	2.05	241	1.00	5.65	2.80	22.35	2.70	5.55	8.40	23.05
8	8	4	4	7	0.00	93	1.80	3.10	4.20	20.50	0.05	1.40	3.50	17.10
9	6	7	5	8	0.95	108	3.00	4.50	4.90	13.35	2.40	2.80	5.35	11.20
10	8	8	7	6	0.00	151	1.95	2.95	5.00	22.85	2.35	3.45	4.50	20.50
11	7	3	5	7	0.00	155	1.10	2.80	5.60	17.30	1.10	2.80	2.80	16.70
12	5	7	8	7	0.10	111	2.25	3.25	5.05	11.60	1.60	4.70	5.50	12.30
13	6	7	4	6	1.15	264	1.90	5.65	3.80	14.45	2.80	3.20	5.65	14.80
14	5	6	8	6	3.20	113	2.80	5.60	2.80	19.50	1.10	2.80	5.65	20.25
15	8	7	8	8	0.30	60	4.85	5.20	6.60	19.55	3.50	7.50	8.00	17.70
16	7	6	5	7	2.05	122	2.80	8.40	8.40	15.55	2.80	8.45	8.45	14.20
17	5	6	5	4	5.70	118	2.90	8.80	8.50	13.25	3.00	4.70	7.70	17.95
18	8	8	8	7	6.85	94	0.20	1.10	2.80	21.25	0.50	3.20	5.20	20.85
19	5	4	8	8	4.45	141	1.15	2.95	5.80	16.85	2.90	2.95	5.70	14.50
20	7	8	5	7	1.50	270	3.50	2.80	5.00	23.40	1.10	2.30	5.10	20.65
21	6	6	6	8	2.50	121	2.70	2.55	5.60	16.50	1.00	2.60	8.30	10.40
22	5	8	4	6	2.10	95	1.05	5.60	2.80	23.20	1.05	2.80	5.60	16.45
23	8	8	8	7	0.30	182	2.20	4.95	8.40	20.40	4.50	5.55	8.40	17.40
24	8	8	6	8	4.50	132	2.40	3.30	5.20	14.00	0.75	2.60	5.40	14.63
Prom	6.6	6.2	6.3	6.8	1.81	139.2	2.46	4.31	5.50	18.40	2.18	4.06	6.02	17.44

Nota: En la prueba de intensidad la bebida de arroz fue evaluada con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14%.

**Cuadro C.8** Resultados de la prueba de comparación pareada, percepción de la intensidad del amargor del PROP, valores de glucosa sanguínea en ayunas, y pruebas de medición de la intensidad de la bebida 0,1% de grasa con la escala de Green y adición de azúcar ad libitum (°Brix) al arroz con leche 3,0% de grasa en los estados pre y posprandial, para los no diabéticos con ascendencia diabética.

Juez	Prueba de comparación pareada (N°. aciertos)				PROP (cm)	Glucosa Ayunas (mg%)	Preprandial			Posprandial				
	Líquido	Líquido	Sólido	Sólido			Intensidad (cm)			Intensidad (cm)			°Brix	
	0.1% grasa	3.0% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa			5%	9%	14%	5%	9%	14%	°Brix	
1	8	5	7	7	2.85	90	3.05	5.90	8.85	17.80	3.20	6.00	8.65	15.85
2	6	7	8	7	0.30	101	2.45	5.30	4.30	22.70	2.40	4.30	5.30	22.30
3	7	5	8	8	0.65	106	1.20	3.10	7.80	17.95	0.35	7.70	9.05	16.80
4	5	4	6	7	0.00	102	2.50	3.15	5.20	18.07	1.30	3.65	5.25	18.70
5	7	8	7	8	0.20	96	1.80	2.80	3.10	21.20	2.25	2.80	5.25	23.60
6	8	8	7	7	0.00	104	2.75	5.65	8.40	18.80	2.70	5.65	8.50	21.20
7	7	5	8	6	3.25	99	2.95	1.00	5.85	14.65	0.30	3.05	7.40	16.35
8	7	6	6	5	7.60	100	3.20	4.25	5.40	27.50	1.35	3.20	4.00	22.65
9	7	7	7	7	1.35	108	1.30	5.70	4.10	17.35	0.90	4.40	6.00	18.70
10	6	7	7	6	2.15	90	2.50	3.10	2.80	19.70	2.55	2.85	3.25	20.85
11	8	8	8	8	3.85	76	1.10	4.20	6.10	15.75	1.60	3.55	7.35	15.23
12	8	8	8	7	0.00	98	3.25	4.35	6.60	20.35	2.50	4.20	5.30	18.20
13	7	7	7	6	5.45	91	1.05	3.05	5.95	14.60	1.10	3.15	5.75	13.25
14	7	7	8	5	3.00	100	0.90	2.90	5.55	15.85	1.15	2.75	8.50	17.77
15	8	6	7	8	0.00	103	1.70	4.50	5.50	21.75	1.20	4.10	5.60	19.20
16	5	7	8	5	0.00	92	1.05	2.90	3.75	15.45	1.05	2.15	5.55	14.55
17	8	8	8	7	0.00	90	1.90	4.95	5.90	13.35	2.15	5.20	6.15	14.80
18	5	7	6	7	0.20	95	1.20	2.75	5.45	11.63	1.15	2.85	5.65	13.65
19	5	7	8	7	0.00	99	2.95	8.55	8.45	20.10	2.05	5.30	8.70	23.90
20	8	8	8	7	2.05	80	2.80	5.75	8.50	14.75	2.80	5.60	8.50	12.75
21	8	8	8	7	0.55	93	0.05	6.40	8.25	14.35	0.30	8.40	6.75	12.65
22	6	6	7	5	0.00	104	2.80	2.65	5.55	17.85	1.15	2.60	5.60	14.65
23	7	6	7	6	1.05	106	0.60	1.90	2.40	28.30	1.35	1.90	3.80	25.95
24	8	5	7	7	0.00	88	1.30	2.70	5.10	21.10	1.90	2.40	4.75	18.60
25	7	8	8	8	3.45	102	2.45	5.80	5.45	17.80	1.55	2.80	6.35	15.50
Prom	6.9	6.7	7.4	6.7	1.52	96.5	1.95	4.13	5.77	18.35	1.61	4.02	6.28	17.91

Nota: En la prueba de intensidad la bebida de arroz fue evaluada con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14%.

**Cuadro C.9** Resultados de la prueba de comparación pareada, percepción de la intensidad del amargor del PROP, valores de glucosa sanguínea en ayunas, y pruebas de medición de la intensidad de la bebida 0,1% de grasa con la escala de Green y adición de azúcar ad libitum (°Brix) al arroz con leche 3,0% de grasa en los estados pre y posprandial, para los no diabéticos sin ascendencia diabética.

Juez	Prueba de comparación pareada (N°. aciertos)				PROP (cm)	Glucosa Ayunas (mg%)	Preprandial			Posprandial				
	Líquido		Sólido				Intensidad (cm)			Intensidad (cm)				
	0.1% grasa	3.3% grasa	0.1% grasa	3.3% grasa			5%	9%	14%	5%	9%	14%	°Brix	°Brix
1	8	7	8	7	0.25	86	2.90	5.60	6.40	17.85	2.30	5.50	6.50	16.45
2	5	5	5	4	0.25	122	1.10	2.80	5.65	24.95	1.10	2.85	5.65	19.70
3	7	8	6	6	0.00	95	2.10	3.10	5.25	21.00	1.40	3.05	5.00	21.77
4	7	7	7	8	0.00	104	1.25	3.00	5.95	19.05	1.25	5.90	5.80	18.40
5	5	6	7	8	1.35	88	0.20	1.10	2.80	24.05	0.20	0.20	2.80	23.50
6	3	5	7	6	2.10	85	4.65	2.80	5.60	19.70	2.35	6.65	5.60	17.10
7	7	8	8	8	2.10	103	2.55	5.00	5.30	19.05	2.70	5.60	5.70	18.00
8	8	7	8	7	0.10	82	1.55	3.90	5.20	21.40	1.45	2.90	5.35	21.70
9	7	7	7	6	0.00	113	3.80	4.55	3.30	25.50	1.10	1.80	4.20	20.70
10	8	8	8	8	2.10	93	3.50	5.65	9.00	19.10	3.50	6.80	9.20	22.80
11	6	4	8	5	0.00	92	1.45	3.00	5.95	16.95	1.30	3.00	8.65	16.55
12	7	8	7	8	0.90	95	1.15	2.80	5.70	24.75	1.05	2.80	5.65	27.40
13	7	8	8	8	0.00	102	2.80	3.75	6.35	14.47	2.45	4.70	6.95	14.35
14	7	6	7	7	0.15	96	2.50	5.15	5.10	20.80	1.20	2.65	2.70	19.65
15	7	5	7	3	0.00	91	3.35	3.50	5.00	21.30	3.90	3.90	5.25	19.00
16	8	8	8	8	0.70	91	2.50	4.00	5.00	28.30	1.35	2.55	6.15	24.30
17	6	6	7	5	0.80	105	2.80	3.00	5.70	12.97	5.55	5.70	5.55	12.25
18	7	6	8	7	0.30	111	2.60	2.45	5.65	22.10	2.70	2.75	5.50	26.75
19	8	7	3	5	0.00	92	2.80	1.70	3.75	28.55	0.20	1.10	2.80	22.70
20	7	5	8	6	0.00	101	0.40	1.70	3.80	23.95	0.60	1.80	3.70	18.75
21	7	6	4	5	5.40	98	7.45	5.10	6.20	18.67	3.15	6.05	5.20	18.47
22	8	8	8	8	0.00	85	0.55	3.40	7.85	14.00	2.20	4.40	9.00	14.45
23	7	3	6	5	0.00	110	3.00	1.30	5.90	26.05	0.30	1.30	3.10	30.20
24	5	5	6	7	0.30	78	1.55	5.30	6.40	22.05	0.90	3.10	9.00	23.85
25	7	5	5	6	0.60	102	0.20	5.65	8.50	14.50	1.15	2.75	5.65	15.65
26	8	7	5	7	0.15	94	0.95	1.50	3.50	25.73	0.45	1.40	2.60	23.00
<b>Prom</b>	<b>6.8</b>	<b>6.3</b>	<b>6.8</b>	<b>6.5</b>	<b>0.68</b>	<b>96.7</b>	<b>2.29</b>	<b>3.49</b>	<b>5.57</b>	<b>21.03</b>	<b>1.76</b>	<b>3.51</b>	<b>5.51</b>	<b>20.29</b>

Nota: En la prueba de intensidad la bebida de arroz fue evaluada con tres concentraciones de azúcar: 5%, 9% y 14%.