



**Centro de Investigación en Alimentación  
y Desarrollo, A.C.**

**INTOLERANCIA ALIMENTARIA A MONO, DI,  
OLIGOSACÁRIDOS Y POLIOLES FERMENTABLES:  
DETECCIÓN POR HIDRÓGENO ESPIRADO Y  
ADECUACIÓN DIETÉTICA EN POBLACIÓN  
SONORENSE**

---

Por:

**Alejandra Chávez Ríos**

TESIS APROBADA POR LA

COORDINACIÓN DE NUTRICIÓN

Como requisito parcial para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Alejandra Chávez Ríos, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



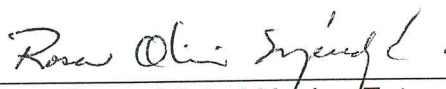
---

M. en C. Adriana Verónica Bolaños Villar  
Directora de Tesis



---

Dra. Ana María Calderón de la Barca  
Asesora



---

Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada  
Asesora



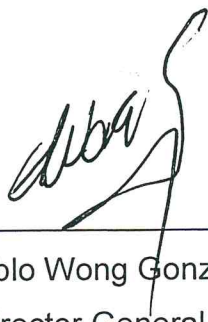
---

Dra. Elizabeth Carvajal Millán  
Asesora

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de tesis.



---

Dr. Pablo Wong González  
Director General

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo durante todo el posgrado, que ha ayudado a mi formación académica de manera extraordinaria. Además, agradezco al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) por permitirme realizar mis estudios de posgrado, por permitirme realizar esta meta de mi vida, por prestarme las instalaciones, el material y todo el equipo que está al alcance para que esta tesis se haya realizado, y por permitirme desarrollarme académicamente, progresar y prosperar.

Sobre todo, agradezco a mi directora de tesis Adriana V. Bolaños por todo el apoyo brindado durante la realización de este proyecto, tanto apoyo académico como emocional, y por siempre darme ánimos para seguir adelante. Gracias por su amistad, positivismo, paciencia, dedicación, por siempre ser una persona simpática, pero lo más importante, por haberme dado el honor de ser su primera estudiante, ha sido una excelente experiencia que superó por completo mis expectativas, mil gracias.

Así mismo, agradezco a mi Comité de Tesis, a la Doctora Rosa Olivia Méndez Estrada por brindarme todo su apoyo admirable durante la realización de este proyecto, igualmente a la Doctora Elizabeth Carvajal Millán por su estimable colaboración durante la realización de esta tesis, y un especial agradecimiento a la Doctora Ana María Calderón de la Barca principalmente por permitir que fuera parte del equipo del laboratorio de proteínas, por ser una guía estimable y admirable, por sus consejos y orientación brindados, y por todo el aprendizaje que me ayudó a crecer como alumna.

Les agradezco a Orlando Tortoledo, Alma Delia Contreras y a la Dra. Gabriela Ramos Clamont, por ayudarme con los métodos de laboratorio y la información necesaria para desarrollar este proyecto de tesis. Además a René Valenzuela y

a mis compañeros del laboratorio de proteínas Juan Pedro, Sandra, Teté, Rodrigo, Andrea Arreola, Andrea Aguilar, Reyna, Javier, Vero e Itzel Lagarda, gracias por brindarme su amistad, asesoría y ayuda durante la realización de esta tesis. Nunca olvidaré que mi cubículo me respalda siempre.

Así también le agradezco a todo el personal dentro de CIAD guardias de seguridad, personal de limpieza, encargados de la biblioteca, profesores y compañeros de CIAD. Además, un especial agradecimiento a los participantes de este proyecto, por haber confiado en nosotros.

A mis compañeros de generación siento que fuimos una generación muy unida, muchas gracias a todos por todo el apoyo brindado, por todas las tardes de estudio, por las desveladas trabajando, por todos los convivios y fiestas. En especial a Yuri, Eloy, Ale Amavizca, Marlene, Alva, Mónica, Marcos, Itzel Reyes, Maribel, Abi, Pepe, Karina, Alicia, Kike.

Le agradezco además, a mi amiga Ana Karen Bustamante, que aunque ella realizó su maestría en otra institución, el hecho de pasar por experiencias similares, nos ayudó mucho a sentirnos identificadas y apoyarnos en seguir adelante.

En especial y los más importantes, les agradezco muchísimo a mi familia por todo su apoyo brindado, desde que quise entrar a CIAD a realizar mi servicio social, durante todo el proceso para entrar y la duración de la maestría. Gracias por aguantarme cuando estuve estresada, por sacarme una sonrisa cuando lo necesitaba, mil gracias Papá, Mamá, Fer y Xime, los amo con todo mi corazón.

## **DEDICATORIA**

Le dedico esta Tesis a mi familia.

A mis papás: Norma Ríos y Alfonso Chávez.

Ya que siempre nos inculcaron que con educación y trabajo se llega lejos.

A mis hermanas: Fernanda y Ximena, por siempre estar conmigo.

## CONTENIDO

	Página
<b>Lista de Tablas</b> .....	ix
<b>Lista de Figuras</b> .....	x
<b>Resumen</b> .....	xi
<b>Abstract</b> .....	xii
<b>I.INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.ANTECEDENTES</b> .....	3
II.1 Intolerancia Alimentaria.....	3
II.1.1 Carbohidratos Fermentables.....	4
II.1.2 Intolerancia a FODMAP.....	5
II.1.3 Padecimientos Asociados a Intolerancia a FODMAP.....	7
II.1.4 Síntomas Causados por la Intolerancia a FODMAP.....	9
II.1.5 Calidad de Vida de Personas con Intolerancia a FODMAP.....	11
II.2 Dietas Restrictivas para Tratar Intolerancia a FODMAP.....	12
II.3 Dieta Baja en FODMAP.....	13
II.4 Alimentos que Contienen FODMAP.....	14
II.5 La Dieta Sonorense y su Contenido de FODMAP.....	16
II.6 Pruebas de Diagnóstico de Intolerancia a FODMAP.....	17
II.7 Prueba de Hidrógeno Espirado para la Detección de Intolerancia.....	18
II.8 Tratamiento de Intolerancia a Carbohidratos Fermentables Derivados de la Dieta Sonorense con Base en la Dieta Baja en FODMAP.....	20
<b>III.HIPÓTESIS</b> .....	21
<b>IV.OBJETIVOS</b> .....	22
IV.1 General.....	22
IV.2 Particulares.....	22
<b>V.MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
V.1 Diseño de Estudio y Selección de Sujetos.....	23
V.2 Prueba de Producción de Hidrógeno Espirado.....	23

## CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

V.3 Consejería y Recomendaciones Dietéticas.....	25
V.4 Selección y Adquisición de Alimentos para Análisis de FODMAP....	26
V.5 Análisis del Contenido de FODMAP en Alimentos.....	27
V.6 Análisis Estadístico.....	28
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
VI.1 Características de los Participantes.....	29
VI.2 Pruebas de Hidrógeno Espirado y Recomendaciones Dietéticas...	31
VI.3 Análisis de FODMAP en Alimentos.....	39
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VIII. REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>60</b>
IX.1 Registro de Síntomas.....	60
IX.2 Contenido de FODMAP en Alimentos.....	61
IX.3 Lista de compras - Alimentos Bajos en FODMAP.....	62
IX.4 Comidas y Colaciones Bajas en FODMAP.....	63



## LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Comparación de síntomas en intolerancias a FODMAP y en otras patologías.....	10
2	Diagnóstico y síntomas gastrointestinales al inicio del estudio.....	29
3	Resultados de las pruebas de intolerancia.....	32
4	Presencia e intensidad de síntomas en las pruebas de intolerancia.....	36
5	Síntomas al inicio del estudio y después de las recomendaciones dietéticas.....	37
6	Disminución de síntomas gastrointestinales después de las recomendaciones dietéticas.....	37
7	Contenido de FODMAP en la dieta de los participantes antes y después de las recomendaciones dietéticas.....	39
8	Alimentos seleccionados para el análisis de FODMAP.....	40
9	Características de los alimentos industrializados analizados.....	40
10	Contenido de fructosa, glucosa, sacarosa y fructanos de los alimentos analizados.....	41
11	Características de las bebidas analizadas.....	44
12	Contenido de fructosa, glucosa y sacarosa en las bebidas.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Aumento de hidrógeno por prueba de aliento.....	35

## RESUMEN

Los carbohidratos como lactosa, fructosa, sorbitol o fructanos de fácil fermentación en el colon (FODMAP), producen síntomas gastrointestinales en algunas personas. Sin un tratamiento, estos pacientes además del malestar pueden sufrir depresión y relegarse socialmente. El objetivo de la tesis fue detectar intolerancia a FODMAP en población sonorenses, analizar el contenido de esos carbohidratos en alimentos de consumo común y recomendar un tratamiento dietético individualizado. Se invitó a personas con síntomas gastrointestinales, sin parasitosis ni infección bacteriana. Se realizaron pruebas de hidrógeno espirado para detectar sobrecrecimiento bacteriano, intolerancia a lactosa, fructosa, sorbitol y fructanos. Al inicio y post-tratamiento con dieta reducida en FODMAP, se evaluó la intensidad de los síntomas con escala visual análoga y la dieta mediante recordatorio de 24 h. Se analizó el contenido de lactosa y fructosa por HPLC y fructanos después de hidrólisis enzimática, en alimentos y bebidas de consumo común. De los 11 participantes, 6 fueron intolerantes a lactosa, 3 a fructosa, 9 a sorbitol y 6 a fructanos; 7 (63.6%) de ellos, fueron intolerantes a 2 o más FODMAP. Las recomendaciones dietéticas ayudaron a disminuir ( $p \leq 0.05$ ) el dolor, distensión y ruidos abdominales, estreñimiento, diarrea y gases. Los alimentos altos en FODMAP fueron el queso regional, salsa de tomate tipo cátsup, coyotas de piloncillo, jugo de manzana o durazno, cebolla cambray y tortilla de harina. Los alimentos bajos en FODMAP fueron leche deslactosada, nopalitos, tortilla de maíz, tostadas de maíz, chile colorado, chile verde, jugo de naranja "con-frutta" y tallos de cebolla cambray. En conclusión, el protocolo de este estudio consistente en pruebas de aliento espirado y recomendaciones dietéticas bajas en FODMAP, fue eficiente para disminuir los síntomas gastrointestinales.

**Palabras clave:** fructosa, lactosa, sorbitol, fructanos, carbohidratos fermentables, intolerancia alimentaria, Sonora.

## ABSTRACT

Lactose, fructose, sorbitol or fructans (FODMAP), are carbohydrates easily fermented in colon, which in some people produce gastrointestinal symptoms. Without a treatment, patients may suffer additionally depression and social relegation. The aim of this study was to detect FODMAP intolerance in Sonoran population, to analyze the content of FODMAP in commonly consumed foods and to recommend a personalized dietetic treatment. Persons with gastrointestinal symptoms, without parasitosis or bacterial infection were invited. Small intestine bacterial overgrowth (SIBO), lactose, fructose, sorbitol and fructans intolerance were tested by hydrogen breath test. At the beginning and post-treatment with a low FODMAP diet the intensity of the symptoms was evaluated with analogous visual scale, as well as the diet by a 24-hour dietary recall. The content of lactose and fructose were analyzed by HPLC and fructans by enzymatic hydrolysis, in frequently consumed foods and beverages. From 11 participants, 6 were intolerant to lactose, 3 to fructose, 9 to sorbitol and 6 to fructans. Seven (63.6%) were intolerant to more than two FODMAP. Dietary recommendations decreased ( $p \leq 0.05$ ) pain, distention and abdominal noise, constipation, diarrhea, and gases. High FODMAP foods were the regional cheese, ketchup, coyotas de piloncillo, apple or peach juice, cambray onion and flour tortilla. Low FODMAP foods were lactose-free milk, nopalitos, corn tortillas, tostadas, red chili, green chili, "con-frutta" orange juice and spring onion stem. In conclusion, the study protocol to perform exhaled breath testing and low FODMAP dietary recommendations was efficient to decrease gastrointestinal symptoms.

**Key words:** fructose, lactose, sorbitol, fructans, fermentable carbohydrates, food intolerance, Sonora.

## 1. INTRODUCCIÓN

El bienestar y la salud, están determinados por la genética y otros factores ambientales como el estado socioeconómico, la dieta y el estilo de vida. Actualmente, estos últimos se han modificado en gran medida en nuestra población, por lo que se asocian a síntomas gastrointestinales que producen inflamación intestinal, muy comunes hoy en día. Entre otras causas de tales síntomas, están las intolerancias alimentarias, por ejemplo a carbohidratos fermentables como los oligosacáridos, disacáridos, monosacáridos y polioles (FODMAP). Debido a lo común de los síntomas gastrointestinales, la intolerancia a FODMAP se puede confundir hasta con una infección bacteriana, lo que lleva a un mal diagnóstico. Esto, genera altos gastos en consultas y pruebas para tratar de confirmar diagnósticos o tratamientos innecesarios (Wilson y Hill, 2014).

Entre las enfermedades con síntomas como diarrea, constipación, dolor y distensión abdominal en adultos, está la enfermedad celiaca o intolerancia al gluten de trigo, con mucha difusión actualmente. En población sonoreense, sólo alrededor del 15% de quienes el gastroenterólogo sospecha de enfermedad celiaca, lo son en efecto. Así, más del 80% de estos pacientes, sin un diagnóstico de infección bacteriana, parasitosis u otra enteropatía, podrían padecer intolerancia a FODMAP.

Para diagnosticar intolerancia a FODMAP se usan desde estudios genéticos, hasta dietas muy restrictivas que pueden durar un año, para evaluar por prueba y error los alimentos ofensores. La prueba de aliento espirado, que mide hidrógeno producido después de ingerir lactosa y otros disacáridos, ha sido utilizada desde hace muchos años; ahora, puede ser el método para detectar

intolerancia a FODMAP. Esta prueba no es costosa, no es invasiva y puede ser accesible para la población en general.

Una vez diagnosticada la intolerancia a FODMAP, se sugiere una dieta baja en alimentos que contengan los carbohidratos ofensores, como tratamiento para disminuir los síntomas gastrointestinales (Gibson y Shepherd, 2005). En algunos países, se tiene una lista amplia del contenido de FODMAP en alimentos de consumo común. Sin embargo, en México hay poca información sobre el contenido de FODMAP en los alimentos, mucho menos los que componen una dieta regional, como la de Sonora.

Esta tesis es un trabajo pionero en donde se realizó la detección de intolerancia a FODMAP en sonorenses, con síntomas gastrointestinales y sin diagnóstico. Así mismo, a quienes sufrían de esta clase de intolerancia, se les ofreció un tratamiento con dieta baja en FODMAP, considerando alimentos ya tipificados en otros lugares del mundo, así como los más comunes de la dieta sonorense. Para esto, previamente se analizó el contenido de FODMAP de los alimentos de consumo común en esta región del país. Finalmente, se evaluaron los síntomas previa y posteriormente a la recomendación dietética.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Intolerancia alimentaria

La intolerancia alimentaria, se puede deber a diversos factores metabólicos, lo cual genera reacciones adversas que se manifiestan como síntomas gastrointestinales molestos (Canani et al., 2016). La intolerancia alimentaria no es de carácter inmunológico a diferencia de las alergias, las cuales involucran al sistema inmune y se detonan con la ingestión de cantidades muy pequeñas de un alimento específico (Zugasti, 2009).

La intolerancia alimentaria es un proceso dosis-dependiente. Donde un consumo elevado, genera una serie de reacciones gastrointestinales como distensión abdominal, flatulencia, ruidos abdominales y diarrea, entre otros. Sin embargo, la persona no necesariamente debe dejar de ingerir por completo el alimento que la causa, ya que puede tolerar pequeñas cantidades.

La intolerancia a carbohidratos fermentables es un problema frecuente en el mundo (Shepherd et al., 2008; Reyes-Huerta et al., 2010; Rosado et al., 1994; Mckenzie et al., 2012; Montalto et al., 2013). La migración a países con mayor prevalencia a dicha intolerancia, como EUA, Europa o Australia, incrementan su incidencia (Gibson y Shepherd, 2005). Ello, debido al estilo de vida occidentalizado donde se prefieren productos industrializados con endulzantes calóricos o con una elevada cantidad de aditivos añadidos, para mejorar su palatabilidad o estabilidad.

### **2.1.1 Carbohidratos Fermentables**

Durante más de 10 años, se han estudiado ciertos carbohidratos de los alimentos agrupados bajo el término FODMAP, que en algunos individuos ocasionan síntomas gastrointestinales severos por su efecto osmótico y fácil fermentación (Gibson y Shepherd, 2005).

Los FODMAP, se encuentran en diversos alimentos. Por ejemplo, los oligosacáridos como los fructo-oligosacáridos (FOS) están contenidos en cebollas, ajo y trigo; los galacto-oligosacáridos (GOS) como los galactanos en el repollo y legumbres. Los polioles como manitol y sorbitol, en alimentos como champiñones o endulzantes artificiales. Los disacáridos como la lactosa es típica de los productos lácteos y los monosacáridos como la fructosa se encuentran en la miel, manzanas o jarabe de maíz (Barrett et al., 2010; Staudacher et al., 2012).

En la industria alimentaria se utilizan algunos FODMAP como endulzantes o aditivos (Fernández-Bañares et al., 2009). Uno de los más usados es la fructosa como endulzante para productos dietéticos, por su bajo contenido calórico y alto perfil de dulzor; además tiene menor índice glicémico que la glucosa. Se estima que en Estados Unidos las personas que ingieren bebidas endulzadas con regularidad, consumen entre 60-100 g diarios de fructosa (Beyer et al., 2005).

El sorbitol es utilizado como aditivo por sus propiedades funcionales humectantes, estabilizadoras y suavizantes. Aparte de encontrarse de forma natural en algunos alimentos, el sorbitol se añade a los procesados como mermeladas libres de azúcar, por aportar 2.6 kcal/g. También se adiciona a dulces, goma de mascar, pasta de dientes y a medicamentos en forma de jarabes (Fernandez-Bañares et al., 2009).

Los fructanos son carbohidratos fermentables que se encuentran en el trigo. Están formados por cadenas de fructosa unidas a una molécula de glucosa



(Fedewa y Rao, 2014) y son utilizados para mejorar la palatabilidad y estabilidad de los alimentos. Además, sus características les permiten reemplazar la grasa y azúcares como la sacarosa, reduciendo con ello hasta un 50% de calorías. Se estima que el consumo promedio de fructanos es de 2-12 g/día en Europa y de 1-8 g/día en Estados Unidos (Gibson y Shepherd, 2005; Fernández-Bañares et al., 2009).

Cuando se dan cambios en la selección de alimentos en las poblaciones, sobre todo cuando se adquiere una dieta más occidental, es frecuente el consumo de bebidas y jugos de frutas adicionadas con azúcares, pizzas, pastas, botanas empaquetadas, etc. En Europa y Estados Unidos, más de la mitad del requerimiento de azúcares para un individuo, se añade a los alimentos en la mesa o en el proceso de preparación. Así, al aumentar el consumo de alimentos occidentalizados, se incrementa el de carbohidratos fermentables (Gibson y Shepherd, 2005; Fernández-Bañares et al., 2009). Con ello, en ciertas personas sensibles, se eleva la posibilidad de presentar intolerancia a dichos carbohidratos.

### **2.1.2 Intolerancia a FODMAP**

Una de las condiciones más estudiadas y comunes, es la intolerancia a lactosa, en la cual se presentan síntomas como diarrea y gases después de la ingestión de alimentos lácteos (Misselwitz et al., 2013). Hay dos mecanismos que explican la mala absorción de lactosa, por deficiencia primaria o secundaria. La hipolactasia o deficiencia primaria de la enzima lactasa, supone una disminución de la producción o actividad de dicha enzima, provocando que la lactosa no sea parcial o del todo absorbida. La deficiencia secundaria de lactasa, es temporal debido a un proceso patológico, que ocurre comúnmente por enfermedades del intestino delgado. Entre éstas, se encuentran la enfermedad celiaca, enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa, síndrome del intestino irritable y las infecciones

bacterianas o parasitarias (Di Rienzo et al., 2013; Alliende, 2007; Quevedo et al., 2011).

La prevalencia de intolerancia a lactosa varía según la etnicidad y las costumbres alimentarias en diferentes regiones del mundo. Se estima que aproximadamente el 75% de la población mundial pierde la habilidad de digerir la lactosa a lo largo de su vida (Di Rienzo et al., 2013). En poblaciones caucásicas la hipolactasia va del 2 al 22%, mientras que en asiáticos o africanos oscila entre el 60 y el 100% (Jellema et al., 2010). En México, la prevalencia de intolerancia de lactosa fluctúa entre el 9 y el 30%, dependiendo de la zona. En la zona norte, a la cual pertenece Sonora, es del 9% (López et al., 1996; Rosado et al., 1994).

La intolerancia a fructosa, se puede dar por un error genético hereditario, donde hay deficiencia de la enzima aldolasa B, o problemas de malabsorción, al fallar alguno de los mecanismos implicados en su absorción (Latulippe y Skoog, 2011). Uno es la vía de alta capacidad GLUT-2, donde la fructosa es absorbida junto con glucosa. Otro, es la vía de baja capacidad GLUT-5, donde la fructosa en exceso se absorbe mediante difusión facilitada. Sin embargo, el GLUT-5 no es suficiente para absorber toda la fructosa en exceso, lo que provoca un efecto osmótico en el intestino delgado (Fedewa y Rao, 2014; Gibson y Shepherd, 2005).

La prevalencia de la intolerancia a fructosa en poblaciones caucásicas es del 15 al 25% (Raithel et al., 2013). En México, Reyes-Huerta et al. (2010), realizaron un estudio donde identificaron que la intolerancia de fructosa es del 16% entre los participantes sanos de su estudio. Los autores consideran la posibilidad de que ese porcentaje se asemeje al de la población en general, sin embargo hacen falta estudios para comprobarlo.

La intolerancia a fructanos no ha sido suficientemente estudiada, por lo que no hay información sobre su prevalencia. Las investigaciones que existen para

detectar esta intolerancia los han hecho en sujetos sanos (Donahue et al., 2010; Rivera et al., 2016; Bruhwiler et al., 2009). El organismo, tiene poca habilidad de romper las cadenas de oligosacáridos, absorbiéndolos solo entre 5 y 15%. Los fructanos que no se absorben, se fermentan en el colon por la microbiota intestinal. Aún no hay dosis estandarizadas para detectar su intolerancia, pero se recomienda usar dosis entre 7.5 y 12 g de fructanos (Fedewa y Rao, 2014).

Al igual que la intolerancia a fructanos, no existe información sobre la prevalencia de intolerancia a sorbitol. Sin embargo, se sabe que en la población general, el sorbitol se absorbe poco en el intestino delgado (Corazza et al., 1988), por lo que es asociado con la aparición de síntomas gastrointestinales en personas con enfermedades de inflamación intestinal (Fernández-Bañares et al., 2009).

### **2.1.3 Padecimientos Asociados a Intolerancia a FODMAP**

Una de las enfermedades más estudiada relacionada con la intolerancia a FODMAP es el síndrome del intestino irritable (SII), el cual afecta del 10 al 15% de la población general. Este síndrome se define como un desorden multifactorial, en el que influyen factores ambientales, así como una dieta alta en FODMAP (Rajilić-Stojanović et al., 2015). En México, quienes presentan SII, tienen una prevalencia de intolerancia a fructosa que se eleva hasta un 52%, en comparación con el 16% de la población que no lo padece (Reyes-Huerta et al., 2010). En estos casos, la restricción de FODMAP es muy importante para mejorar la calidad de vida (Ong et al., 2010).

Hay otras enfermedades intestinales relacionadas con la intolerancia a FODMAP y fáciles de confundir por la sintomatología, como la enfermedad de Crohn o la colitis ulcerosa. En ambos casos, las personas que las padecen tienden a presentar alguna intolerancia, por lo cual una dieta baja en FODMAP les ayuda a disminuir la severidad de sus síntomas (Geary et al., 2009).

La enfermedad celiaca, aunque es una enfermedad inmunológica (Calderón-de la Barca, 2013), se puede confundir fácilmente con otras enfermedades de inflamación intestinal e intolerancia a FODMAP. Ello, debido a la sintomatología común que se presenta en estos padecimientos como diarrea, distensión, dolor o ruidos abdominales. Mientras que en la enfermedad celiaca, la génesis de síntomas es causada por el gluten de trigo, en la intolerancia a FODMAP es debida a los fructanos de este cereal (El-Sahly et al., 2015). En ambas enfermedades se disminuye lo más posible el contenido de trigo y en la intolerancia a FODMAP, además se restringen otros alimentos como ajo y cebolla, cuyo contenido de fructanos es alto.

La sensibilidad al gluten es otro padecimiento que se confunde con intolerancia a FODMAP. Sapone et al. (2012), comentan que quienes la padecen se denominan sujetos no celíacos con sensibilidad al gluten (NCSG). En estos casos, se produce una reacción al gluten por mecanismos diferentes a los alérgicos o autoinmunes (Calderón de la Barca, 2013). La sensibilidad al gluten se confunde con la intolerancia a FODMAP por los síntomas gastrointestinales desarrollados, pero no por el gluten sino por los fructanos. Al consumir una dieta baja en trigo, mejoran los síntomas en las personas que la padecen (Capili et al., 2014).

Por otra parte, las infecciones bacterianas o parasitosis como la giardiasis, son problemas de salud pública en países en vías de desarrollo como México. Éstas podrían confundirse con intolerancia a FODMAP. Ello, debido a que la mucosa intestinal barrida por los parásitos genera malabsorción de nutrimentos, lo cual provoca síntomas gastrointestinales (Quihui et al., 2010).

Desde hace varios años, nuestro grupo de trabajo ha colaborado con gastroenterólogos del estado de Sonora. Los casos que han enviado son de personas con problemas gastrointestinales con sospecha de padecer enfermedad celiaca, en los cuales se ha descartado la posibilidad de infecciones

bacterianas. Así mismo, se les han indicado dietas sin lácteos o gluten sin lograr buenos resultados, ya que continúan padeciendo problemas intestinales. Solo a alrededor del 15% se le ha podido diagnosticar alguna de las enfermedades de inflamación intestinal. Sin embargo, aún quedan más del 80% sin un diagnóstico apropiado o tratamiento y es probable que algunos presenten algún tipo de intolerancia a FODMAP sin detectar.

#### **2.1.4 Síntomas Causados por la Intolerancia a FODMAP**

Los FODMAP por su característica de ser osmóticamente activos, atraen fácilmente líquidos (Staudacher et al., 2012; Magge y Lembo, 2012). Dicha actividad osmótica aumenta la osmolaridad en el lumen intestinal causando diarrea y otros síntomas gastrointestinales (Staudacher et al., 2014). Los FODMAP que no se absorben en el intestino delgado, pasan al intestino grueso donde son considerados como “comida rápida” por la microbiota. Allí, son rápidamente fermentados produciéndose dióxido de carbono, hidrógeno, y/o metano, causando síntomas gastrointestinales (Gibson y Shepherd, 2005).

Fernández-Bañares et al. (2006), identificaron intolerancias a carbohidratos fermentables en personas con síntomas gastrointestinales sin una enfermedad diagnosticada. De 36 sujetos con distensión abdominal y producción de gas, 26 (72.2%) presentaron malabsorción de algún carbohidrato (6 de lactosa, 12 de fructosa más sorbitol y 8 de lactosa y fructosa más sorbitol). De estos, 17 (65%) mostraron síntomas relacionados a alguna intolerancia de carbohidratos fermentables.

A diferencia del estudio antes citado, Gearry et al. (2009), evaluaron síntomas frecuentes en la enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa. Los síntomas más recurrentes en la primera fueron dolor y distensión abdominal, gases y diarrea. En la colitis ulcerosa se observó con mayor frecuencia diarrea, constipación,

náusea y gases, en concordancia con el estudio de Triggs et al. (2010). Así, los síntomas anteriores además de ser característicos en estas patologías, también se presentan en la intolerancia a FODMAP.

De acuerdo a varios autores (Riveros et al., 2014; McKensie et al., 2012; Shepherd y Gibson, 2006), las personas con síndrome de intestino irritable y colitis ulcerosa presentan náuseas y cansancio, además de flatulencia, diarrea, dolor y distensión abdominal que son distintivos en las intolerancias a lactosa y a fructosa (Tabla 1). Así pues, por la similitud de los síntomas en diferentes enfermedades de inflamación intestinal con los de las intolerancias a FODMAP (Tabla 1), no son bien reconocidas, diagnosticadas, ni tratadas (Fedewa y Rao, 2014).

**Tabla 1. Comparación de síntomas en intolerancias a FODMAP y en otras patologías**

<b>PADECIMIENTOS</b>	<b>SÍNTOMAS</b>
<b>Intolerancia a fructosa</b>	Dolor y distensión abdominal, flatulencia y diarrea
<b>Intolerancia a lactosa</b>	Dolor y distensión abdominal, flatulencia y diarrea
<b>Enfermedad de Crohn</b>	Dolor y distensión abdominal, flatulencia y diarrea
<b>Síndrome del intestino irritable</b>	Dolor y distensión abdominal, flatulencia, diarrea, náuseas y cansancio
<b>Colitis ulcerosa</b>	Flatulencia, diarrea, constipación y náuseas

*Fuente: McKensie et al., 2012; Shepherd y Gibson, 2006; Riveros et al., 2014; Geary et al., 2009.*

Otros factores que pueden dar inicio a síntomas gastrointestinales o a su severidad son el estrés, la ansiedad o la hipersensibilidad intestinal (Di Giorgio et al., 2016). La hipersensibilidad visceral es un conjunto de mecanismos donde hay transmisiones de sangre de un órgano a otro, para dar lugar (en las personas que lo presentan) a sensaciones de distensión, dolor o cambios en la motilidad intestinal (Zhou y Verne, 2011). Se ha demostrado que la hipersensibilidad visceral en personas con intolerancia a lactosa, juega un papel importante sobre la severidad de los síntomas (Di Stefano et al., 2007).

### **2.1.5 Calidad de Vida de Personas con Intolerancia a FODMAP**

En las personas sanas, los FODMAP aportan beneficios a la salud al actuar como laxantes naturales o prebióticos. Incluso ácidos grasos de cadena corta como el butirato producido al fermentarse, protege contra el cáncer de colon (Barrett, 2013). Por el contrario, las personas intolerantes a FODMAP, además de perder estos beneficios, pasan largos periodos con síntomas gastrointestinales. Ello puede resultar en ausentismo laboral o escolar, deficiencia en el desempeño deportivo o social (Wilson y Hill, 2014).

En las personas con intolerancia a fructosa, la baja absorción de este compuesto está asociada con bajos niveles de triptófano en sangre e interfiere con el metabolismo de este aminoácido. Ello, puede resultar en episodios de depresión, ya que el triptófano es precursor de la serotonina (Ledochowski et al., 2001). Así también, una deficiente absorción de fructosa puede provocar deficiencia de ácido fólico, vitamina B6 y B12, incrementando las concentraciones de homocisteína y con ello aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Ledochowski et al., 1999).

En el caso de deportistas se ha sugerido que alimentos ricos en fibra, ingeridos antes o durante el ejercicio pueden repercutir en su desempeño durante los entrenamientos o en las competencias. En algunos, causan distensión abdominal, flatulencia, diarrea o reflujo gastrointestinal durante el ejercicio o inmediatamente después de realizarlo (Van Nieuwenhoven et al., 2004).

En la práctica clínica, se ha observado incidencia de diarrea en pacientes que llevan nutrición enteral. Si bien, ello se puede deber a diversas causas (antibióticos, infecciones, efectos adversos a fármacos), la nutrición enteral es considerada generadora de síntomas en personas con intolerancia a FODMAP (Barrett et al., 2009). Halmos et al. (2010), observaron que en 160 pacientes

hospitalizados que recibían nutrición enteral, la diarrea disminuyó administrando una fórmula con 71% menos de FODMAP.

## 2.2 Dietas Restrictivas para Tratar Intolerancia a FODMAP

A través de los años, los alimentos se han relacionado con la causa de enfermedades en el ser humano; sin embargo, no está bien definido su papel en el desarrollo de las enfermedades inflamatorias del intestino. En cambio, se han utilizado como parte del tratamiento para controlarlas (Chey, 2013). Así, los síntomas gastrointestinales generados por estas enfermedades, se trataban con diversas dietas restrictivas inadecuadas con una continua persistencia de los síntomas. Algunos ejemplos de ellas son las dietas bajas en fibra, en grasa, en cafeína y/o alcohol. Sin embargo, la mejoría de síntomas no es significativa (Barrett, 2013).

Las dietas restrictivas tienen consecuencias nutricionales importantes. Pueden generar la pérdida de peso involuntaria o desórdenes alimentarios, especialmente en la etapa de crecimiento (Wilson y Hill, 2014). La exclusión de alimentos podría ocasionar deficiencia de vitaminas, minerales o macro nutrientes, necesarios para los procesos metabólicos del organismo. También interferir en la composición de la microbiota al disminuir la ingestión de fibra o eliminar carbohidratos como la inulina, que es un probiótico que ayuda a la proliferación de bifidobacterias (Mansueto et al., 2015). Por otro lado, dietas donde se disminuya cierto tipo de alimentos en lugar de eliminarlos por completo de la alimentación diaria, puede dar mejores resultados; como es el caso de la dieta baja en FODMAP.



### 2.3 Dieta Baja en FODMAP

Gibson y Shepherd (2005), propusieron la hipótesis de que una dieta baja en FODMAP disminuiría los síntomas gastrointestinales en personas con enfermedad de Crohn. Pronto, su hipótesis aplicó a personas con otras enfermedades de inflamación intestinal y en las que sufrían de intolerancia a FODMAP (Gibson y Shepherd, 2010; Gibson y Muir, 2013). La reducción de la ingestión de los FODMAP en la dieta no es una cura, pero sí disminuye los síntomas y mejora la calidad de vida (Barrett y Gibson, 2012).

La dieta baja en FODMAP consta de tres fases: la primera es la de restricción, que consiste en eliminar durante 6-8 semanas, todos aquellos alimentos que los contengan, elaborar un historial clínico y dar asesoría con información sobre la dieta (Williams, 2014). La siguiente es la fase de reintroducción, en la que se detectan los alimentos generadores de síntomas. Durante esta fase, se verifican y se proporciona asesoría sobre cómo, en qué orden reintroducirlos a la dieta y cuál es la cantidad tolerada. La última fase es la de control de síntomas gastrointestinales, en la que el sujeto consume únicamente la cantidad de FODMAP tolerados por su organismo. El proceso total para llevar una dieta baja en FODMAP dura alrededor de 10 meses (Gibson, 2011; Williams, 2014).

En los últimos once años, la dieta baja en FODMAP se ha probado en diferentes padecimientos asociados a las enfermedades inflamatorias intestinales, en diferentes partes del mundo (Barrett, 2013). En Australia, Ong et al. (2010), la probaron con 15 sujetos sanos y 15 con SII. A ambos grupos se les proporcionó una dieta alta y una baja en FODMAP. Aunque en los dos grupos se presentaron síntomas gastrointestinales, en los sujetos con SII, la distensión abdominal y flatulencia empeoraron con la dieta alta en FODMAP. Cuando se les cambió a dieta baja en FODMAP, los síntomas se atenuaron en los dos grupos.

En el Reino Unido, Staudacher et al. (2011), realizaron un estudio similar al de Ong et al. (2010) con sujetos que también padecían SII. La aplicación de la dieta baja en FODMAP la basaron en la lista de alimentos australianos ya analizados. Encontraron, que los alimentos recomendados ayudaron a disminuir los síntomas en la población de estudio. Sin embargo, recomendaron el análisis de los alimentos consumidos en el propio Reino Unido.

En México también se ha probado la eficacia de esta dieta en pacientes con síndrome del intestino irritable. A 31 participantes se les indicó la dieta baja en FODMAP por 21 días, en donde se evaluaron sus síntomas gastrointestinales. El 71% estuvo muy satisfecho con los resultados de la dieta, por la mejoría en los síntomas de flatulencia y distensión abdominal (Pérez et al., 2015).

#### 2.4 Alimentos que Contienen FODMAP

Son pocas las tablas que indican la cantidad de FODMAP en los alimentos. Las que se han publicado, están basadas principalmente en alimentos australianos (Gibson y Shepherd, 2010) o estadounidenses (Matthews et al., 1987; Li et al. 2002). En el caso de las bebidas se analiza por lo común la presencia de fructosa (Ventura et al., 2010). Por ello, se sigue trabajando en el análisis de FODMAP en alimentos o bebidas de diversas poblaciones para ampliar la información. Esto facilita el proceso de selección de alimentos para las personas que lo necesitan.

De manera general, entre los vegetales altos en fructanos se tiene al ajo, puerros y cebolla (11.5-45 g/100 g). Las frutas con alto contenido de fructanos son el durazno, melón y sandía (1.8-3.2 g/100 g) (Muir et al., 2007). Las frutas y verduras con alto contenido de monosacáridos son los arándanos, uvas, kiwi, mora azul, durazno, manzana, sandía, pimiento rojo y verde, espárragos y calabaza; el pan de trigo también los contiene en alta proporción (1.63-9.97 g/100 g). Las frutas y verduras con alto contenido de polioles son el durazno, sandía,

coliflor y champiñones (0.11-2.96 g/ 100 g). Las frutas y verduras destacadas por su contenido de oligosacáridos son el chile rojo seco, ajo, repollo y nectarina (0.34- 0.71 g/ 100 g) (Muir et al., 2009; Matthews et al., 1987; Li et al. 2002).

Según Gibson y Shepherd (2010), los puntos de corte para clasificar a los alimentos como altos o bajos en FODMAP, no están bien definidos. De acuerdo a cuidadosas observaciones clínicas y con ayuda de la retroalimentación de pacientes se ha llegado a algún acuerdo. Son altos en fructosa, los alimentos y bebidas cuyo contenido de fructosa supere por 0.5 g el de glucosa. De igual forma aquéllas con más de 3 g de fructosa en una porción promedio, independiente del contenido de glucosa. Así mismo, se consideran altos en FODMAP los alimentos con más de 0.2 g de fructanos por porción.

En países desarrollados se comercializan alimentos industrializados con bajo contenido de FODMAP, el cual es indicado en la etiqueta con un logo registrado (FODMAP PTY LTD, 2013). Los productos certificados bajos en FODMAP, son fáciles de identificar como tal, sin la necesidad de leer el etiquetado nutrimental. Estos se encuentran disponibles en el supermercado para las personas que llevan dieta baja en FODMAP. Sin embargo, en países como México, aún no se venden productos con etiquetado bajo en FODMAP.

Como se mencionó antes, los alimentos de los cuales se conoce el contenido de carbohidratos fermentables, son los que se consumen con mayor frecuencia en países desarrollados. En México no se cuenta con información similar. Por ello, se hace necesario realizar el análisis del contenido de FODMAP en los alimentos de la dieta mexicana, para proporcionar un tratamiento dietario adecuado para la población afectada.

## 2.5 La Dieta Sonorense y su Contenido de FODMAP

Los alimentos que se consumen en Sonora pueden llegar a ser muy variados, aunque los de consumo más frecuente, son una cantidad reducida y con poca variedad si se compara con la dieta mexicana en general.

Entre los platillos y alimentos más comunes en Sonora se encuentran la carne, pan, arroz, aceite de maíz, pescado, frijol, tortilla de maíz y harina, y refresco con gas. El consumo de frutas y verduras es más bien reducido y entre los que se consumen de manera frecuente están el plátano, manzana, naranja, limón, mango, uva, papa, lechuga, tomate, pepino, elote y cebolla (González-Siqueiros, 2008).

De las frutas y verduras más consumidas en Sonora, se conoce el contenido de FODMAP por cada 100 g del plátano con 2.7 g de fructosa y la manzana con 1.6 g de este mismo monosacárido, y además 0.7 g de sorbitol. La naranja, una fruta muy aceptada en la región, contiene 2.5 g, el limón 0.8 g, el mango 1.9 g y la uva 1.2 g de fructosa por cada 100 g de fruta. La papa, un tubérculo de alto consumo en Sonora, contiene 0.36 g, la lechuga 0.8 g, el pepino 1.49 g, el tomate 1.06 g de fructosa y 0.09 de fructo-oligosacáridos por cada 100 g. La cebolla contiene 1.38 g de fructosa, 11.5 g de fructanos, 0.19 g de galacto-oligosacáridos y 0.39 g de fructo-oligosacáridos, por cada 100 g (Muir et al., 2007 y 2009).

Otros componentes comunes en la dieta de los sonorenses son el frijol con 0.55% de fructosa y 0.02% de fructo-oligosacáridos, y el maíz con 0.18% de fructosa y 0.45% de sorbitol. Los refrescos con gas, de altísimo consumo en la población de Sonora, tienen alrededor de 5.4 g de fructosa en cada 100 mL, debido al jarabe de maíz alto en fructosa, que es uno de sus ingredientes. Sin embargo, no se conoce el contenido de FODMAP en algunas frutas o verduras, como la jícama o los nopales o en productos regionales como coyotas y tortillas de harina (González-Siqueiros, 2008; Muir et al., 2009; Ventura et al., 2010).

Así, la mayoría de los alimentos consumidos de manera frecuente en Sonora, tienen FODMAP y algunos no han sido analizados. Por ello, es importante realizar este análisis para el buen tratamiento dietario de las personas intolerantes a FODMAP.

Si bien, la dieta baja en FODMAP ayuda a detectar los alimentos generadores de síntomas gastrointestinales y su control y seguimiento ayuda a disminuirlos, el proceso es demasiado largo. Para optimizar el tiempo de su aplicación y evitar la restricción innecesaria de alimentos, se recomienda combinar con pruebas que ayuden a identificar el componente responsable de los síntomas.

## 2.6 Pruebas de Diagnóstico de Intolerancia a FODMAP

Para el diagnóstico de intolerancia de lactosa se pueden utilizar diversas pruebas (Misselwitz et al., 2013). El estándar de oro es un método invasivo a través de una biopsia intestinal donde se busca detectar la actividad enzimática de la lactasa (Deng et al., 2015). Otro método de diagnóstico es la medición del pH fecal, el cual debe ser menor a 5.5, pero es poco sensible. La prueba de aliento espirado con la que se mide un incremento  $\geq 20$  ppm de hidrógeno al dar una dosis de lactosa, sobre un valor basal es la más recomendable. Es menos invasiva, menos costosa, tiene una sensibilidad del 76-94% y una especificidad del 77-96% (Alliende, 2007).

Para diagnosticar intolerancia de fructosa, se utilizan diferentes métodos como pruebas genéticas, detectando el gen ALDOB, codificador de la enzima aldolasa B. También se realizan biopsias en donde buscan detectar actividad de la misma enzima (Baker et al., 2015). Se puede usar la prueba de aliento espirado (Fernández-Bañares et al., 2009), utilizando dosis 25 g de fructosa, buscando una concentración de hidrógeno espirado mayor de 20 ppm respecto a la muestra basal (Gibson et al., 2007).

De acuerdo a Fedewa y Rao (2014), aún no hay pruebas estandarizadas para el diagnóstico de la intolerancia a los fructanos. Sin embargo, la prueba de aliento espirado es una opción para ello, administrando una dosis de 7.5 g de fructanos para la prueba de tres horas.

Para la prueba de intolerancia a polioles se utiliza una dosis de sorbitol de 5-10 g (Fernández-Bañares et al., 2009). En algunos casos, la prueba de sorbitol se mezcla con fructosa utilizando dosis bajas de sorbitol (3.5 g) (Fernández-Bañares et al. 2006); cuando se realiza únicamente con sorbitol se recomienda utilizar una dosis de 10 g (Raithel et al., 2013). Se ha sugerido que las pruebas de sorbitol se realicen bajo propósitos de investigación y no para la práctica clínica (Montalto et al., 2013).

La prueba de aliento espirado, se utiliza en la investigación y en la práctica clínica para asegurarse que un sujeto tenga intolerancia a un carbohidrato. La mayoría de la bibliografía revisada sobre métodos de detección de intolerancia a FODMAP, coincide en que la prueba de aliento espirado es una herramienta clave, confiable y práctica. Además de que es un método no invasivo, económico y accesible (Alliende, 2007; Barrett, 2013; Teitelbaum y Ubhrani, 2010; Gibson et al., 2007).

## 2.7 Prueba de Hidrógeno Espirado para la Detección de Intolerancia

Uno de los métodos más utilizados para identificar problemas de intolerancia, es la prueba de hidrógeno espirado producido por las bacterias del intestino grueso que fermentan los carbohidratos no absorbidos. El hidrógeno producido se absorbe al torrente sanguíneo, se dirige hacia los pulmones y posteriormente se expulsa a través del aliento (Gasbarrini et al., 2009).

Antes de realizar la prueba de aliento espirado para detectar intolerancia a FODMAP, se recomienda efectuar una prueba de sobrecrecimiento bacteriano (SIBO, por sus siglas en inglés) y evitar falsos positivos (Nucera et al., 2005; Di Rienzo et al., 2013). Si la prueba de SIBO es positiva, es recomendable que el sujeto acuda al médico para recibir tratamiento (Quera et al., 2005). Si sale negativa, se procede con la prueba de aliento para detección de intolerancia dando indicaciones previas.

Durante las 2 semanas previas al examen se pide al sujeto que no consuma probióticos o antibióticos y que un día antes, evite el consumo de alcohol y alimentos ricos en fibra. De esta forma, los resultados tendrán el menor sesgo posible (Ong et al., 2010).

El día del análisis, el sujeto deberá presentarse en el laboratorio con ayuno de 8-10 h, mantener buena higiene oral (cepillado de dientes), sin fumar, ni realizar actividad física vigorosa antes o durante la prueba. Cumplido esto, se toma una muestra basal y después se administra una dosis de lactosa (25 g o su equivalente en leche entera), fructosa (25 g), sorbitol (10 g) o fructanos (7.5 g). Posteriormente, se colecta aire espirado cada 15 a 30 min, hasta llegar a un total de 3 h. Las pruebas serán positivas cuando se detecte un valor mayor o igual a 20 ppm de hidrógeno, sobre el valor basal. La prueba para cada carbohidrato se realiza en días diferentes con un tiempo entre ellas de 3 a 7 días (Raithel et al., 2013; De Roest et al., 2013; Shepherd et al., 2013; Nucera et al., 2005).

En la República Mexicana se pueden encontrar laboratorios donde se realiza la prueba de intolerancia a la lactosa por hidrógeno espirado. Tal es el caso del Hospital Juárez en la Ciudad de México, o en el Centro de Especialistas Médicos San Francisco en Monterrey (Gastrocirugía y Endoscopía, 2015). Sin embargo, en estos lugares se hace únicamente la prueba de lactosa. Se ha realizado la prueba de aliento espirado para la intolerancia de fructosa, con fines de investigación en Veracruz, en personas con síndrome del intestino irritable

(Reyes-Huerta et al., 2010). No hay lugares donde se diagnostique intolerancia relacionada a otros FODMAP, y solamente un lugar en donde se utiliza la dieta baja en FODMAP como tratamiento (INCMNSZ, 2015).

## 2.8 Tratamiento de Intolerancia a Carbohidratos Fermentables Derivados de la Dieta Sonorense con Base en la Dieta Baja en FODMAP

Las evidencias demuestran que una dieta baja en FODMAP ha funcionado para disminuir los síntomas en personas con intolerancia alimentaria o enfermedades de inflamación intestinal. Teniendo en cuenta la cantidad de personas referidas al Laboratorio de Proteínas en la Coordinación de Nutrición en CIAD A.C. con sospecha de enfermedad celiaca y resultado negativo, los síntomas podrían estar relacionados a intolerancia a FODMAP.

La dieta sonorense como las de otras poblaciones contiene carbohidratos fermentables. Sin embargo, en las tablas de composición de alimentos publicadas, no se encuentra el contenido de todos ellos. Aún hay alimentos que son parte de la dieta habitual de la región y no han sido analizados. Por ello, es necesario analizar el contenido de FODMAP de dichos alimentos, para incorporarlos a las recomendaciones alimentarias de personas con intolerancia.

La dieta baja en FODMAP se puede tomar como base para el tratamiento dietético de la intolerancia a carbohidratos fermentables, enfatizándose en el o los carbohidratos causantes de intolerancia. Esto beneficiará al paciente con la disminución de síntomas, sin tener que restringir por completo los FODMAP y sobre todo sin perder los beneficios que aportan a la microbiota intestinal.



### **3. HIPÓTESIS**

Los carbohidratos fermentables de la dieta sonoreense son causa de intolerancia en algunas personas con síntomas gastrointestinales. Dicha intolerancia puede detectarse mediante pruebas de hidrógeno espirado y tratarse con una dieta baja en FODMAP.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 General

Detectar intolerancia a carbohidratos fermentables en sonorenses mediante pruebas de aliento y analizar su contenido en alimentos de consumo común, para recomendar un tratamiento con dieta reducida en FODMAP.

### 4.2 Particulares

- ✓ Realizar pruebas de producción de hidrógeno espirado en aliento para detectar intolerancia a lactosa, fructosa, sorbitol y fructanos, en sonorenses.
- ✓ Analizar el contenido de FODMAP en alimentos de consumo frecuente en Sonora, de los cuales se desconozca este dato.
- ✓ Hacer recomendaciones para una dieta baja en FODMAP a los sujetos de estudio de acuerdo a la intolerancia que presenten y registrar si hay alivio de los síntomas después de un mes.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Diseño de Estudio y Selección de Sujetos**

El diseño de este estudio es de tipo cuasi-experimental, en el que participaron adultos seleccionados después de aplicarles un cuestionario clínico validado (Valencia, 2015), y adaptado para este estudio. Se invitó a quienes cumplieron con los siguientes criterios: ser originario de Sonora, manifestar síntomas gastrointestinales, no tener parasitosis o infección bacteriana activa, no haber tenido cirugías del aparato digestivo en el último año.

Las personas que aceptaron participar en el estudio firmaron una carta de consentimiento informado. Se estimó la gravedad de los síntomas gastrointestinales que normalmente presentan los participantes, mediante una escala visual análoga (Anexo 9.1) y su dieta por recordatorio de 24 h.

### **5.2 Pruebas de Producción de Hidrógeno Espirado**

Para agendar las pruebas, se confirmó que los participantes no tomaron antibióticos durante las dos semanas previas ni antiácidos siete días antes. El día anterior al análisis, se les pidió suspender el consumo de alcohol, alimentos ricos en fibra y FODMAP como frijoles, tortillas, pan integral, avena y cereales integrales. El día del examen se les solicitó presentarse con ayuno de 12 h, buena higiene bucal y no haber realizado actividades deportivas una hora antes. Durante la prueba se les permitió ingerir solamente agua.

La primera prueba de aliento que se realizó fue para detectar sobrecrecimiento bacteriano con una dosis de 50 g de glucosa (Quintron©, Milwaukee, WI) en dos participantes y 10 g de lactulosa (Lactulax ®, México, D.F.) en el resto. Si ésta resultó negativa, se continuó con las pruebas para identificar intolerancias. Para la de lactosa se administraron 25 g (Quintron©, Milwaukee, WI), para la de fructosa se dieron 45 g de jarabe de agave (Unicornio©, Guadalajara, México), conteniendo 25 g de fructosa. Para la de sorbitol se dieron 10 g (Quintron©, Milwaukee, WI) y para la de fructanos se proporcionaron 17.5 g de inulina de agave (Unicornio©, Guadalajara, México), conteniendo 8 g de fructanos. Todas las dosis se disolvieron en 250 mL de agua purificada para su administración. Las pruebas se realizaron con un tiempo de lavado de 7 días entre cada una.

El protocolo para realizar las pruebas de aliento se realizó de acuerdo a Gasbarrini et al. (2009). Se tomó una muestra basal de aire alveolar, pidiendo al participante que soplara a través de un tubo de plástico conectado a una jeringa de tres vías y a una bolsa de 500 mL con orificios pequeños para permitir el flujo de aire. Cuando la bolsa se infló casi por completo y mientras el participante continuaba soplando, se extrajeron 20 mL de aire alveolar con la jeringa. Después, se proporcionó la dosis correspondiente a la prueba de ese día (glucosa, lactulosa, lactosa, fructosa, sorbitol o fructanos). Posteriormente, se tomaron muestras de aire espirado cada 20 min durante la primera hora y después cada 30 min, hasta llegar a 3 h. En la prueba de intolerancia a fructanos se muestreó hasta llegar a 4 h.

La concentración de hidrógeno de la muestra basal y las muestras posdosis se midieron en un cromatógrafo de gases MicroLyzer mod CM-2 (Quintron, Milwaukee, WI), previamente calibrado con hidrógeno a una concentración de 102 ppm (QuinGas, Quintron, Milwaukee, WI). La prueba se consideró positiva cuando se observó un incremento  $\geq 20$  ppm de hidrógeno, con respecto al basal.

### 5.3 Consejería y Recomendaciones Dietéticas

A todos los participantes se les brindó consejería en alimentación balanceada, tamaño de porciones, intolerancia alimentaria y definición de FODMAP. Para dar recomendaciones generales sobre alimentación balanceada se tomó como referencia el plato del bien comer (NOM-043-SSA2-2012) y la jarra del buen beber de la Secretaría de Salud. Se indicó cómo medir porciones de alimentos con taza, cucharas para café y sopa, así como con la palma de la mano. Se explicó qué son los FODMAP, en qué alimentos pueden encontrarse y se envió un link sobre este punto (<https://www.youtube.com/watch?v=rzTDXHWy3aM>) a las redes sociales de los participantes.

Se explicó la importancia de revisar el etiquetado nutricional de alimentos. Para ello, se utilizaron muestras de empaques de alimentos para revisar junto con los participantes la lista de ingredientes e identificar FODMAP. Por ejemplo, quienes son intolerantes a sorbitol deben observar cuidadosamente si hay ingredientes cuyos nombres terminen en “ol”. Se les indicó leer completamente el etiquetado y no solamente el párrafo de ingredientes; ya que en ocasiones la compañía indica en otro apartado, que el producto pudo ser elaborado en plantas que procesan otros alimentos, y por lo tanto ese producto puede contener leche, soya, o trigo.

Los participantes recibieron recomendaciones dietéticas personalizadas de acuerdo a la(s) intolerancia(s) que presentaron. Como material de apoyo se utilizó un listado de alimentos con alto y con bajo contenido de FODMAP y al reverso una lista de compras con alimentos bajos en FODMAP (Anexo 9.2). Los alimentos contenidos en este material corresponden a los publicados por (Magge y Lembo, 2012; Canicoba y Natasi, 2016; Ong et al., 2010; Muir et al. 2007 y 2009) y a los analizados en este estudio. También se dio a los participantes un plan de alimentación de siete días con platillos y colaciones bajos en FODMAP (Anexo 9.3) para ayudarlos en el inicio de la modificación de su dieta.

Después de dar las recomendaciones dietéticas, se realizó el seguimiento de los participantes por redes sociales y por teléfono, durante un mes. En este tiempo, se mantuvo comunicación constante con los participantes para resolver dudas. Al mes se citó al participante para verificar el apego a la dieta baja en FODMAP con recordatorio de 24 h y evaluar la intensidad de síntomas gastrointestinales mediante la escala visual análoga.

#### 5.4 Selección y Adquisición de Alimentos para Análisis de FODMAP

Se seleccionaron alimentos de consumo frecuente a partir de los datos crudos de un estudio sobre alimentación de la población sonorenses, obtenidos por un cuestionario de frecuencia (González-Siqueiros, 2008). Así mismo, se incluyeron alimentos altos en FODMAP consumidos por los participantes, identificados con recordatorio de 24 h. De todos estos alimentos, se eligieron aquellos que no se han analizado para FODMAP y algunos de consumo frecuente similares a los ya analizados en otros países para comparar.

Los alimentos se adquirieron en el comercio local. Se realizó un muestreo considerando un total de setenta y tres supermercados en Hermosillo, los cuales se dividieron de acuerdo a su ubicación en el norte, centro y sur de la ciudad y posteriormente se eligió uno de cada zona por aleatorización. Los alimentos procesados se seleccionaron por aleatorización de marcas y cuando hubo solo una marca se muestrearon lotes diferentes. En el caso de vegetales, el estante que los contenía se dividió en nueve secciones, de las cuales se seleccionó una por aleatorización y de allí se tomaron dos unidades.

## 5.5 Análisis del Contenido de FODMAP en Alimentos

El contenido de lactosa, fructosa, y sacarosa se analizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), de acuerdo a la técnica descrita por Arenas de Moreno et al. (1995). Se utilizó un equipo Thermo Scientific Ultimate 3000™ con una columna Agilent Microsorb 100 x 4.6 mm D.I., un detector de índice refractivo (Refractomax 520) y el software Chromeleon 7. Se emplearon estándares de fructosa, glucosa, lactosa y sacarosa (1%v/v SIGMA). Como solución de extracción se usó etanol-agua (4:1) y como fase móvil una solución de acetonitrilo:agua (80:20).

La preparación de las muestras para HPLC, se realizó pesando 1 g de alimento sólido finamente molido o midiendo 10 mL de líquido. Las bebidas carbonatadas, fueron previamente degasificadas mediante sonicación (Branson 2800, Wareham, Massachusetts). A las muestras se les añadieron 40 mL de solución de extracción (etanol-agua 4:1) y se colocaron en placas de agitación durante 2 h. Se filtraron a través de membrana de nylon (0.22 µm) y se inyectaron en el cromatógrafo, por duplicado.

La cuantificación de fructanos se realizó con un juego de reactivos comercial (Megazyme fructan assay; Megazyme International Ireland Ltd., Wicklow, Ireland), el cual utiliza un método espectrofotométrico basado en reacciones enzimáticas. Las lecturas de absorbancia se leyeron a 410 nm en un espectrofotómetro (BioMate™ 3S de Thermo Scientific). Los alimentos fueron previamente molidos y liofilizados (Virtis Freezemobile 12SL, Warminster, Pensilvania).

## 5.6 Análisis Estadístico

Para llevar a cabo el análisis estadístico se utilizó el paquete NCSS versión 2006. Se realizó estadística descriptiva de las características generales de los participantes, síntomas presentados durante las pruebas de aliento espirado y diferencias en los gramos de FODMAP consumidos antes y después de las recomendaciones. Para la comparación de síntomas antes y después de las recomendaciones dietéticas, se realizó una prueba de comparación de medias con *t* de student ( $p \leq 0.05$ ).



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Características de los Participantes

Participaron en el estudio 11 sujetos (diez mujeres y un hombre), con un promedio de edad de 41.5 años y un rango entre 26 y 57 años. Cuatro fueron estudiantes, y el resto empleados. La mayoría (7/11) tenía diagnosticada alguna enfermedad de inflamación intestinal y todos presentaban síntomas gastrointestinales al inicio del estudio (Tabla 2). El médico, generalmente les indicó tratamiento farmacológico. A dos participantes con colitis nerviosa se les dio un tratamiento con analgésico y antiespasmódico (trimebutina), sin mejoraría de síntomas. Una participante con síndrome del intestino irritable, sufría además depresión y fue tratada con antidepresivos (prozac y tafil). Además, le restringieron alimentos irritantes, grasos o condimentados, sin mejorar síntomas.

**Tabla 2. Diagnóstico y síntomas gastrointestinales al inicio del estudio**

Partici pante	Diagnóstico	Distensión abdominal	Dolor abdo- minal	Ruido abdo- minal	Diarrea	Estreñi- miento	Gas	*Otro
1	No tiene	4.8	0.7	3	0	8.8	2.5	6.6
2	Colitis	2.1	0	0	0.8	2.7	1.7	9.1
3	Colitis	2	4.2	2.3	0	9.9	1.5	4.6
4	SGNC	6.5	0	5.3	3.8	3.3	7.1	0
5	Colitis	9.5	4.4	10	8.8	7.7	9	0
6	Colitis	9.2	0	8.7	0	7.2	9	0
7	No tiene	7.9	3.5	6.2	0	8.3	3.2	9
8	SII	4.7	4.6	5	8.9	7	7	0
9	SII	8.5	8.3	5.1	6.6	6.3	6.7	3.2
10	No tiene	7	7.5	3.5	4.1	4	5.2	0
11	SII	3.9	2.3	2.4	4.8	0.4	0.5	6

*Intensidad de síntomas: 0 (sin síntoma) a 10 (síntoma muy severo); SGNC: sensibilidad al gluten no celiaca, SII: síndrome del intestino irritable; \*Pesadez estomacal, náuseas, sensación de digestión lenta.*

De acuerdo al historial clínico de los participantes, algunos tienen antecedentes familiares de gastritis, colitis, SII o intolerancia a lactosa. Además, ellos mismos padecen otras enfermedades o condiciones como ansiedad y/o estrés, rinitis, migraña, depresión, irritabilidad, insomnio, dermatitis, reflujo gastroesofágico o vértigo. Algunos de estos padecimientos tienen relación con el diagnóstico y a su vez con la presencia de síntomas gastrointestinales.

Algunos autores argumentan que el estrés como el que padecen todos los sujetos (excepto el 4 y la 10) afecta la hipersensibilidad visceral y actúa como cofactor para la génesis de síntomas gastrointestinales (Mönnikes et al., 2001; Di Stefano et al., 2007; Blanchard et al., 2008). La rinitis presentado en el 46% de los sujetos (1, 2, 3, 9 y 10), se ha visto en el 80% de participantes con el síndrome del intestino irritable, en otro estudio (Tobin et al., 2008) o en 44% en participantes con enfermedad celiaca (Ellul et al., 2005). La migraña, que aqueja a la participante 5, es también síntoma de enfermedad celiaca y de acuerdo a Gabrielli et al. (2003), disminuye después de una dieta libre de trigo.

Por otra parte, en la sensibilidad al gluten no celiaca, además de los síntomas gastrointestinales también se presentan dolores de cabeza e insomnio (Grossi y Pace, 2015; Zarkadas et al., 2006; Di Giorgio et al., 2016), mismos que presenta el participante 4.

La participante 8, sufrió hace un año de intoxicación por salmonela sin recibir tratamiento y posteriormente, fue diagnosticada con síndrome del intestino irritable. Eso concuerda con lo encontrado por McKendrick y Read (1994), quienes detectaron que el 30% de las personas que habían tenido salmonelosis, desarrollaron síndrome del intestino irritable. También, presenta salpullido, el cual se observa en el 3% de las personas con este padecimiento (Locke et al., 2000).

## 6.2 Pruebas de Hidrógeno Espirado y Recomendaciones Dietéticas

Al inicio del estudio, los participantes señalaron algunos alimentos como generadores de síntomas gastrointestinales. Entre estos mencionaron a los lácteos, frutas como sandía, melón o plátano o alimentos con trigo. Sin embargo, a pesar de que los relacionaran con sus síntomas, la mayoría los consumía de manera cotidiana. Así se procedió a efectuar las pruebas de intolerancia para detectarlas de una manera precisa y dar recomendaciones dietéticas.

El total de los participantes resultaron negativos a la prueba de SIBO (Tabla 3). Todos los sujetos resultaron positivos a una prueba (sorbitol o fructanos) y 7/11 (64%) presentaron positividad a 2 o 3 pruebas. La mayoría de los sujetos fueron positivos a la combinación de sorbitol con lactosa o con fructanos. Solo 3 participantes dieron positividad a fructosa en combinación con sorbitol y lactosa o con sorbitol y fructanos. Una participante fue positiva en todas las pruebas de intolerancia. Estos resultados apoyan el hecho de que como indican Fernández-Bañares et al. (2009), la intolerancia a FODMAP no debe abordarse ni menos tratarse como intolerancias únicas. Es posible que los individuos tengan más de una intolerancia, sobre todo si padecen alguna enfermedad de inflamación intestinal (Gibson y Shepherd, 2005).

En una participante no se realizó la prueba de intolerancia a fructanos debido a que se perdió el contacto para repetir la prueba.

De las 6 participantes (55%) positivas a la prueba de intolerancia a lactosa, 3 padecían colitis y una de ellas (3) tenía antecedentes familiares. Aunque en México no se conoce la prevalencia de esta intolerancia en personas con enfermedades gastrointestinales, se sabe que en población general es del 30% (López et al., 1996) y en caucásicos con enfermedades de inflamación intestinal es de 51% (Wilder-Smith et al. 2013). Así pues, durante las recomendaciones la cantidad de lactosa en leche o productos lácteos debe limitarse a cantidades

tolerables para los participantes positivos, sin llegar a ser generador de síntomas gastrointestinales (Shaukat et al., 2010).

**Tabla 3. Resultados de las pruebas de intolerancia**

Participante	Lactosa	Fructosa	Sorbitol	Fructanos
1	-	-	+	-
2	+	-	+	+
3	+	-	-	+
4	+	-	+	-
5	+	+	+	-
6	-	-	+	-
7	-	-	+	NR
8	-	-	-	+
9	-	+	+	+
10	+	+	+	+
11	+	-	+	+

*La prueba fue positiva con valores  $\geq 20$ ppm respecto al basal. NR= no realizada.*

Tres de las participantes (27%) resultaron positivas a intolerancia a fructosa (Tabla 3). Esta cifra es menor que la observada en población caucásica con enfermedades de inflamación intestinal, en la cual la intolerancia a fructosa es del 45% (Barrett, 2013), mientras que en mexicanos con SII es del 52% (Reyes-Huerta et al., 2010). De los sujetos positivos en el presente estudio, una (9) tiene síndrome del intestino irritable, mientras que otra (5), tiene antecedentes familiares de esta enfermedad. Una de ellas también presenta episodios de depresión, los cuales se han asociado con la intolerancia a fructosa. La síntesis de serotonina es afectada por los bajos niveles de triptófano en sangre, que a su vez son afectados por la misma intolerancia a fructosa (Ledochowski et al. 2001) y se ha asociado con la génesis de síntomas gastrointestinales (De Giorgio et al. 2016). Además, de acuerdo a Simrén y Stotzer (2006), las personas con intolerancia a fructosa, pueden tener síntomas más severos si consumen sorbitol. Por ello en las tres participantes positivas a fructosa habría que poner especial

atención en sus recomendaciones dietarias ya que también fueron intolerantes a sorbitol (Tabla 3).

Para la prueba de intolerancia a fructanos no hay una dosis estandarizada, y son pocos los estudios que la han incluido (Donahue et al., 2010; Rivera et al., 2016; Holscher et al., 2014). En un inicio se corrió con 8 g de inulina de agave de acuerdo a Holscher et al. (2014), quienes probaron la tolerancia de sujetos sanos con 5 a 7.5 g de inulina de agave. Sin embargo, ninguno de nuestros participantes resultó positivo, a pesar de referir síntomas gastrointestinales al consumir productos de trigo (coyotas, tortillas de harina, galletas, panes o pasteles).

Para realizar la prueba de intolerancia a fructanos otros autores han dosificado con 7.5 a 12.5 g de fructanos (Rivera et al., 2016; Donahue et al. 2010). Por ello, se analizó el contenido de fructanos en la inulina de agave que se había utilizado, el cual fue de 45.66 g /100 g. Entonces, se ajustó la dosis a 17.52 g de inulina de agave para dar 8 g netos de fructanos. La prueba se repitió en 10/11 participantes, de los cuales 6 resultaron positivos (Tabla 3).

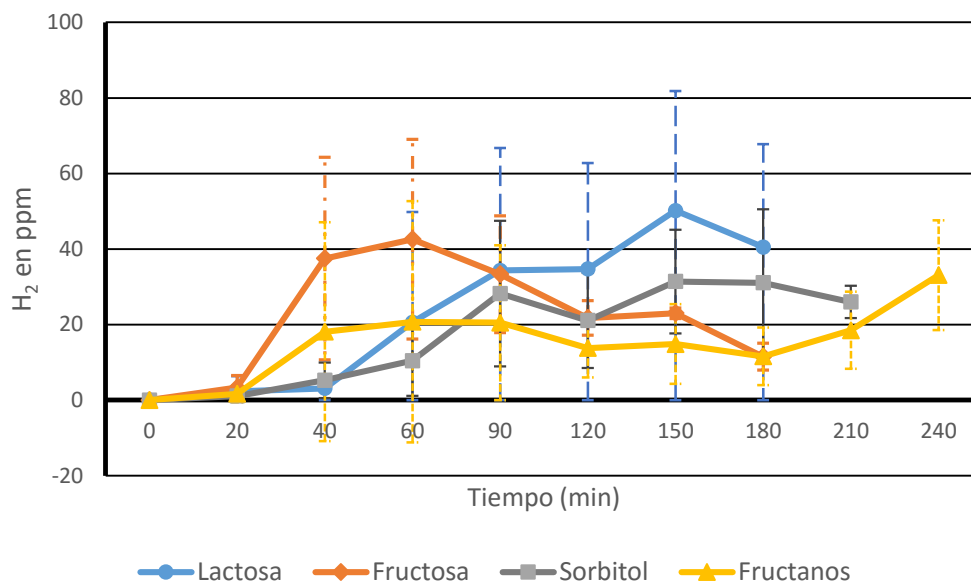
El-Salhy et al. (2015), sugieren que las personas con sensibilidad al gluten no celiaca (SGNC) y enfermedad celiaca, presentan síntomas similares a los de otras enfermedades como el síndrome del intestino irritable. Al igual que estos últimos, las personas con SGNC mejoran en sintomatología cuando consumen una dieta libre de gluten. Los autores recomiendan, que sobre todo en las personas con síndrome del intestino irritable, además se descarte cualquier posibilidad de enfermedad celiaca.

Aunque no fueron objetivos del estudio, se analizaron muestras de suero y sangre de tres participantes (4, 5, 6) para anticuerpos asociados y haplotipos relacionados a enfermedad celiaca. En los tres casos (4, 5 y 6), debido a que referían síntomas gastrointestinales severos al consumir trigo y además en el participante 4, por su diagnóstico de sensibilidad al gluten no celiaca. Los

participantes 4 y 5, fueron positivos a enfermedad celiaca en anticuerpos y tuvieron haplotipos de riesgo (Mejía-León et al., 2015). En la participante 6, los resultados fueron negativos, por lo que se descarta la sospecha de esta enfermedad. La prueba de intolerancia a fructanos de estos tres participantes fue negativa. Ello sugiere que los síntomas intestinales que padecen al consumir trigo se relacionan con el gluten de trigo más que con sus carbohidratos.

En la Figura 1, se muestra en general el aumento de hidrógeno espirado ( $\geq 20$  ppm) en los participantes positivos durante las pruebas de intolerancia. En la de lactosa y sorbitol, dicho incremento sucedió entre los 40 y 150 min postdosis. En la de fructosa y fructanos a partir de las 20, donde en la prueba de fructosa siguió aumentando hasta 60 min y en la prueba de fructanos el incremento de hidrógeno se siguió a los 240 min.

Durante las pruebas de aliento, los síntomas gastrointestinales ocurrieron en las pruebas de intolerancia a lactosa, sorbitol y fructosa. Estos se presentaron casi inmediatamente y en algunos sujetos fueron intensos, lo cual es común que suceda (Di Giorgio et al., 2016). Por ejemplo, la participante 3 desarrolló náuseas y ruidos abdominales 3 min después de haber tomado la dosis (lactosa) y se tornaron más severos entre los 90 y 120 min. Incluso, 7 h después de haber finalizado la prueba, aún persistían aunque en menor grado de severidad. Los síntomas gastrointestinales presentados por nuestros participantes durante las pruebas, coinciden con los de sujetos con enfermedades de inflamación intestinal (Gearry et al., 2009).



**Figura 1. Aumento de hidrógeno por prueba de aliento.** *Los valores son el promedio de los resultados de participantes positivos.*

Algunos participantes desarrollaron síntomas gastrointestinales, aún cuando su prueba fue negativa (Tabla 4). En la de lactosa, 6 fueron positivos pero 7 presentaron síntomas. Con fructosa, 3 fueron positivos y 6 tuvieron sintomatología. Cuando se administró sorbitol, 9 fueron positivos y de estos 6 desarrollaron síntomas más otros 3 que fueron negativos. En la prueba de intolerancia a fructanos 6 fueron positivos y 8 tuvieron síntomas.

La aparición de síntomas cuando las pruebas de intolerancia no son positivas, puede explicarse por la presencia de hipersensibilidad visceral o tránsito intestinal lento (Rivera et al., 2016; Gasbarrini et al., 2009). En el primer caso, el 40-60% de las personas con desórdenes de inflamación intestinal presenta hipersensibilidad visceral. Su umbral al dolor intestinal es menor al de las personas sanas. Ese dolor tiene lugar a partir de la transmisión de sangre de un organismo hacia las vísceras intestinales y viceversa, lo cual a su vez puede ocasionar síntomas como distensión o cambios en la motilidad intestinal. Cuando se tiene un tránsito intestinal lento, el alimento/compuesto tarda en salir del aparato gastrointestinal. Las tres horas que dura una prueba de aliento no son

suficientes para detectar un pico en las partes por millón de hidrógeno generado; por lo que puede resultar en un falso negativo.

**Tabla 4. Presencia e intensidad de síntomas en las pruebas de intolerancia**

Síntomas	Lactosa n=7	Fructosa n=6	Sorbitol n=9	Fructanos n=8
Distensión abdominal*	6 (4.1±3.2)	4 (2.8±1.9)	4 (5.2±3.3)	6 (2.6±2.2)
Dolor abdominal*	3 (5.8±2.7)	1 (5.9±0)	4 (4.4±3.5)	4 (2.6±2.2)
Ruidos abdominales*	7 (5.5±3.9)	4 (2.2±0.9)	4 (5.5±3.0)	6 (2.7±1.8)
Diarrea*	2 (7.8±3.1)	0	2 (1.5±0.8)	1 (0.9)
Gases*	5 (5.9±3.5)	5 (5.6±1.9)	6 (4.9±2.6)	6 (2.8±1.4)
Otro <sup>+</sup>	3 (7.3±1.3)	4 (4.7±4.1)	1 (4.1)	2 (3.0±2.4)

\*n (media ± DE intensidad de síntomas; 0 sin síntoma, 10 síntoma severo), <sup>+</sup>náusea, reflujo gastrointestinal, torzones, acidez y pesadez estomacal.

Por otro lado, Donahue et al. (2010) y Di Stefano et al. (2007), definen a las personas como intolerantes, a aquellas cuyas pruebas fueron positivas y presentaron síntomas. Consideran con mala absorción a las personas con pruebas positivas pero que no desarrollaron síntomas gastrointestinales. De acuerdo a lo anterior, en este estudio los participantes 1, 4 y 11 podrían presentar mala absorción.

En la Tabla 5 se muestra la mejoría de síntomas una vez que se dieron recomendaciones a los participantes de acuerdo a la(s) intolerancia(s) que presentaron. Los tres síntomas con mayor disminución fueron gases, distensión y ruidos abdominales. En general, la severidad de sus síntomas disminuyó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) con excepción del estreñimiento, que se mantuvo con menor grado de severidad (Tabla 6). Tres participantes (7,10 y 11) no se incluyeron en este análisis ya que la 10 y la 11 no habían empezado las recomendaciones dietéticas y la participante 7 no se pudo localizar.



**Tabla 5. Síntomas al inicio del estudio y después de las recomendaciones dietéticas**

Participante		Distensión abdominal	Dolor abdominal	Ruido abdominal	Diarrea	Estreñimiento	Gas	Otro*
1	Antes	4.8	0.7	3	0	8.8	2.5	6.6
	Después	1.5	0	0	0	0	1.9	0
2	Antes	2.1	0	0	0.8	2.7	1.7	9.1
	Después	0	0	0	0	4.3	0	0
3	Antes	2	4.2	2.3	0	9.9	1.5	4.6
	Después	0.1	0	0	0	0	0	0
4	Antes	6.5	0	5.3	3.8	3.3	7.1	0
	Después	1.1	0.1	1.1	0	0	4.9	0
5	Antes	9.5	4.4	10	8.8	7.7	9	0
	Después	0	0	0	0	3.3	0	0
6	Antes	9.2	0	8.7	0	7.2	9	0
	Después	1.8	0	0	0.8	4.6	2.1	0
8	Antes	4.7	4.6	5	8.9	7	7	0
	Después	6.2	0	0.1	0	6.8	0	0
9	Antes	8.5	8.3	5.1	6.6	6.3	6.7	3.2
	Después	2.2	3.3	0.7	2.2	2.5	1.2	0

*Intensidad de síntomas: 0 (sin síntoma) a 10 (síntoma muy severo), \*Pesadez estomacal, náuseas, sensación de digestión lenta.*

**Tabla 6. Disminución de síntomas gastrointestinales después de las recomendaciones dietéticas**

Síntomas	Antes Media ± DE	Después Media ± DE	P-valor* (P ≤ 0.05)
<b>Distensión abdominal</b>	5.91 ± 3.00	1.61 ± 2.04	0.005
<b>Dolor abdominal</b>	2.77 ± 3.06	0.42 ± 1.16	0.013
<b>Ruidos abdominales</b>	4.92 ± 3.27	0.23 ± 0.42	0.002
<b>Diarrea</b>	3.61 ± 3.98	0.37 ± 0.78	0.026
<b>Estreñimiento</b>	6.61 ± 2.49	2.68 ± 2.54	0.012
<b>Flatulencia (gases)</b>	5.56 ± 3.16	1.26 ± 1.72	0.003
<b>Otro</b>	2.93 ± 3.56	0 ± 0	0.026

\*Prueba t de student

Durante el tiempo en que se dieron las recomendaciones dietéticas a los participantes, se observó su interés en saber qué alimentos son aportadores de

FODMAP. También les interesaba conocer qué alimentos y en qué cantidad podrían consumir como bocadillos en su trabajo. Además, tuvieron dudas de cómo sazonar sus platillos sin utilizar cebolla o ajo; por lo que se recomendó el tallo de la cebolla cambray (baja en fructanos), perejil, cilantro, orégano, sal y pimienta.

El apego a las recomendaciones se mantuvo una vez que los participantes adquirieron confianza y sintieron la mejoría de sus síntomas. Los cambios en algunos fueron pequeños pero significativos. Por ejemplo, la sujeto 1, intolerante a sorbitol, redujo su consumo habitual de refresco con gas light. La participante 6, procuró comer más alimentos preparados en casa. Las participantes 2 y 9, intolerantes a fructanos, tienen más presentes el tamaño de las porciones. La participante 8, realizó sus propios menús durante todo el mes, de acuerdo a la lista de alimentos bajos en FODMAP. Además, sintió menos distensión abdominal debido a que empezó a desayunar. Incluso, la participante 5, bajó de peso.

Algunos participantes comentaron que las jornadas laborales largas e incluso el periodo vacacional les impidieron seguir las recomendaciones. El participante 4, las cumplió hasta donde fue capaz, adjudicándolo a que estuvo de vacaciones todo el periodo. Sin embargo, trató de evitar el consumo de manzanas y chicles por su contenido de sorbitol, ya que su resultado fue positivo en dicha prueba. Por otro lado la participante 3, aunque se le facilitó el seguimiento de recomendaciones, dejó mucho tiempo sin comer entre cada comida debido a las largas horas laborales, realizando a veces solo dos comidas al día (desayuno y cena) y una colación (naranja) a medio día. Las participantes 2 y 8, no mostraron mejoría en el estreñimiento y/o distensión abdominal, lo cual lo adjudicaron a las largas horas laborales, en donde dejaban mucho tiempo sin comer, comiendo en ocasiones aperitivos altos en FODMAP.

Al evaluar la dieta de los participantes antes y después de recibir las recomendaciones dietéticas, hubo disminución en el consumo de FODMAP (Tabla 7). En el caso de la lactosa, prácticamente no varió su consumo, el cual fue bajo, ya que desde el inicio del estudio los participantes comentaron que no ingerían muchos lácteos. No se realizó análisis estadístico de la dieta debido al tamaño pequeño de la muestra y la gran variabilidad de los datos.

**Tabla 7. Contenido de FODMAP en la dieta de los participantes antes y después de las recomendaciones dietéticas**

Compuesto	Antes*	Después*
Energía, kcal/d	1720.02 (733.92-3155.67)	1828.19 (567.73-3880.83)
Proteína, g/d	70.90 (31.67-147.43)	96.69 (29.82-306.40)
Grasa, g/d	65.56 (39.73-124.40)	65.56 (32.44-127.71)
Carbohidratos, g/d	221.01 (66.50-371.68)	229.47 (41.98-526.22)
Fibra , g/d	20.57 (9.11-31.68)	18.38 (6.55-39.81)
<b>Lactosa, g/d</b>	<b>0.23 (0-1.8)</b>	<b>0.34 (0-1.93)</b>
<b>Fructosa, g/d</b>	<b>6.45 (0.27-16.58)</b>	<b>2.24 (0-9.34)</b>
<b>Sorbitol , g/d</b>	<b>2.02 (0-10.59)</b>	<b>1.51 (0-1.07)</b>
<b>fructanos, g/d</b>	<b>4.02 (0.04-27.33)</b>	<b>0.31 (0-0.57)</b>

\*Promedio (rango)

### 6.3 Análisis de FODMAP en Alimentos

Los alimentos seleccionados para análisis de FODMAP se clasificaron como industrializados si tenían etiquetado e incluían ingredientes y no industrializados si carecían de estos (Tabla 8).

En la Tabla 9 se muestra el fabricante y el azúcar utilizado en la formulación de las distintas marcas muestreadas de alimentos industrializados, como se declara en el etiquetado. De acuerdo a su origen, dos marcas son sonorenses (La Máxima Tortillería y Tostinoza), cinco nacionales (Soriana, La Costeña, Bimbo, Wonder, y Milpa Real) y tres transnacionales (Heinz, Del Monte, Knorr). Los endulzantes utilizados en la mayoría no son específicos, con excepción de

fructosa en salsa de tomate cátsup Del Monte y jarabe de maíz alto en fructosa en pan BIMBO.

**Tabla 8. Alimentos seleccionados para análisis de FODMAP**

Industrializados	No industrializados
**Salsa de tomate tipo cátsup	†Cebolla blanca
**Puré de tomate	**Cebolla cambray
†Caldillo de tomate rojo	**Tallo de cebolla cambray
*Pan blanco	*Chile verde
†Pan integral	*Chile colorado
**Tostada de maíz	*Jícama
*Leche deslactosada	*Nopales
*Jugo y néctar (naranja, uva, durazno, manzana)	*Tortilla de maíz
*Té (negro y jazmín)	*Tortilla de harina
*Refresco con gas (lima-limón, naranja, cola, light)	**Coyota de piloncillo
	*Caldo de queso
	*Queso regional

*\*Tomados de los datos crudos de González-Siqueiros (2008). \*\*Obtenidos por recordatorio 24h †Alimentos ya analizados.*

**Tabla 9. Características de los alimentos industrializados analizados**

Alimento	Compañía	Azúcar utilizado como ingrediente*
Salsa de tomate tipo cátsup	Heinz	Azúcares
Salsa de tomate tipo cátsup	Del Monte	Fructosa
Salsa de tomate tipo cátsup	Soriana	Azúcar
Puré de tomate	La Costeña	Azúcares
Puré de tomate	Del Monte	Azúcar
Caldillo de tomate rojo	Knorr	Azúcar
Pan blanco	Bimbo	Jarabe de maíz alto en fructosa
Pan integral	Bimbo	Jarabe de maíz alto en fructosa
Pan integral	Wonder	Azúcares
Tostada de maíz	Milpa Real	No indica
Tostada de maíz ondulada	La Máxima Tortillería	No indica
Tostada de maíz plana	Tostinoza	No indica

*\*Como se declara en el etiquetado*

En general, el contenido de fructosa y glucosa de las tres marcas de salsa de tomate cátsup, fue mayor que en el resto de los alimentos analizados en este estudio (Tabla 10). La fructosa osciló entre 9.32 y 12.46 g por 100 g, mientras

que la glucosa varió de 13.48 a 14.84 g por 100 g. El puré de tomate La Costeña tuvo casi el doble de fructosa que el de la marca Del Monte. Los panes integrales tuvieron mayor contenido de fructosa que el pan blanco y en el integral de BIMBO no se detectó glucosa. En las tostadas no se detectó fructosa ni glucosa en ninguna de las marcas analizadas.

**Tabla 10. Contenido de fructosa, glucosa, sacarosa y fructanos de los alimentos analizados**

	Fructosa	Glucosa (g/100g)	Sacarosa	Fructanos
<b>Industrializados</b>				
Salsa de tomate cátsup Heinz	12.46±0.15	14.12±0.30	0	NA
Salsa de tomate cátsup Del Monte	9.32±0.82	13.48±0.56	0	NA
Salsa de tomate cátsup Soriana	10.48±0.18	14.84±0.77	0	NA
Puré de tomate La costeña	2.51±0.10	2.54±0.05	0	NA
Puré de tomate Del Monte	1.47±0.10	0	0	NA
Caldillo de tomate Knorr	1.26±0.09	0	0	NA
Pan blanco Bimbo	1.60±0.04	1.81±0.01	0	NA
Pan integral Bimbo	2.74±0.09	0	0	NA
Pan integral Wonder	2.42±0.07	1.82±0.01	0	NA
Tostada de maíz Milpa Real	0	0	0	NA
Tostada de maíz ondulada La máxima tortillería	0	0	0	NA
Tostada plana Tostinoza	0	0	0	NA
<b>No industrializados</b>				
Cebolla blanca	1.54±0.05	3.40±0.15	0	NA
Cebolla cambray	1.38±0.10	2.18±0.11	0	16.64
Tallos de la cebolla cambray	1.82±0.00	1.59±0.01	0	0.12
Chile verde	0	0	0	0.08
Chile colorado	0	0	0	0
Jícama	1.96±0.03	2.49±0.23	0	0.22
Nopales	0	0	0	0.09
Tortilla de maíz	0	0	0	0.18
Tortilla de harina	0	0	0	0.84
Coyota de piloncillo	3.57±.41	5.91±0.01	11.18±0.49	0.98
Caldo de queso	0	0	0	NA

*Los valores son medias del análisis por duplicado ± desviación estándar. NA= No analizado.*

El contenido alto de fructosa en las salsas de tomate cátsup (Heinz y Soriana), las hacen no recomendables para su consumo en personas con intolerancia a fructosa. De igual forma, los purés y caldillos de tomate sin glucosa (Knorr y Del Monte), podrían causar síntomas gastrointestinales a personas con la misma

intolerancia. Esto porque la fructosa necesita glucosa en una proporción 1:1 para absorberse en el intestino (Fujisawa et al., 1991). Así, es recomendable consumir estos productos de acuerdo a su tolerancia y con la vigilancia de un nutriólogo, que dé seguimiento a la dieta en general y aparición de síntomas.

En el pan blanco e integral BIMBO el etiquetado de ingredientes indica jarabe de maíz alto en fructosa y así lo confirmó el análisis. Lo mismo sucedió con el pan integral Wonder que solo señala azúcares, los cuales de acuerdo a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-187-SSA1/SCFI-2002, son mono y disacáridos.

Las tortillas que se analizaron (tanto de maíz como de harina) no eran industrializadas, no tenían etiquetado comercial, incluso las de harina eran hechas de forma artesanal. Así, no se detectaron los carbohidratos analizados. Por el contrario, Li et al. (2002), en Estados Unidos, analizaron tortillas industrializadas. Las de maíz, contenían fructosa (0.03%), glucosa (0.07%), sacarosa (0.28%), maltosa (1.53%) y las de harina, sacarosa (0.71%). Ello porque en las tortillas procesadas industrialmente se utilizan como ingredientes jarabe de maíz alto en fructosa o leche descremada en polvo.

La cebolla blanca es uno de los alimentos que ya ha sido analizado en otros países. El contenido de fructosa (1.54 g/100 g) y glucosa (3.40 g/100 g) que obtuvimos no difiere mucho al publicado por otros como Muir et al. (2009) quienes encontraron 1.38 g de fructosa y 3.36 g glucosa por 100 g. Adicionalmente, la cebolla cambray tuvo un resultado de glucosa similar al obtenido por Matthews et al. (1987) de 2.7 g de por 100 g. Ambas cebollas (blanca y cambray), presentaron menor contenido de fructosa que glucosa, por lo que las pueden consumir de manera regular las personas con intolerancia a fructosa. Sin embargo, el bulbo de la cebolla cambray tiene altas cantidades de fructanos (16.64 g por 100 g), por lo que pueden causar síntomas gastrointestinales en las personas con intolerancia a fructanos, a excepción de su tallo (0.12 g por 100 g) por la que puede ser reemplazada para cocinar.

En chile colorado (Anaheim seco) no detectamos fructanos al igual que Muir et al. (2009); sin embargo en chile verde (Anaheim) encontramos 0.094 g por 100 g. Muir et al. (2009), consideran como trazas cuando un alimento contiene de 0.5 a 0.9 g por 100 g de fructanos. Sin embargo, en el presente estudio se indican las cantidades exactas debido a que Gibson y Shepherd (2010), consideran un alimento alto en fructanos cuando contiene  $\geq 0.2$  g por porción.

Este estudio es el primero en analizar el contenido de carbohidratos específicos en jícama. De acuerdo a la cantidad total de azúcares detectados, se recomienda su consumo en forma moderada en personas con intolerancia a fructosa, ya que 100 g se consideran bajos en fructosa pero 160 g pasan a ser altos en FODMAP.

Por otra parte, alimentos con alto contenido de fructanos fueron la coyota y la tortilla de harina. La primera también fue alta en fructosa, glucosa e incluso en sacarosa, lo cual puede empeorar los síntomas en una persona con intolerancia a lactosa de acuerdo con Teuri et al. (1999). Las tortillas de maíz y los nopales tuvieron muy bajo contenido de fructanos (Tabla 10). El queso regional mostró un contenido de lactosa de 2.46 g por 100 g.

Los hallazgos del queso regional, jícama, nopales, tortilla de harina, coyota y caldo de queso, son nuevos y de mucha utilidad para ayudar en el tratamiento dietario de personas con intolerancia a FODMAP.

La variedad de bebidas muestreadas fue amplia ya que en el mercado existe una extensa gama de productos para un sabor determinado. En la Tabla 11, se presenta la compañía productora y el azúcar adicionado como ingrediente. Tres compañías de productos son sonorenses (Yaqui, Fontia, Jaztea), seis nacionales (Jumex, Bonafont Kids, Del Valle, Gold, Sonrisa, Ley) y cinco transnacionales (Nestlé, Lipton, Coca-Cola, Pepsi, Ajemex). La mayor parte de las bebidas en su etiquetado muestran como ingrediente azúcares, otras indican sucralosa, neotame, stevia, jarabe de maíz (alto en fructosa), concentrado o aspartame.

**Tabla 11. Características de las bebidas analizadas**

	<b>Compañía</b>	<b>Azúcar añadido*</b>
<b>Leche</b>		
Deslactosada	Yaqui	Azúcares
<b>Bebida de Mango</b>		
Néctar de mango	Jumex	Azúcares
Néctar de mango Con-Frutta	Gold	Azúcares
Néctar de mango Bida	Jumex	Sucralosa, Neotame
Jugo de mango	Bonafont Kids	Azúcares
Bebida de mango Frutsi	Del Valle	Sucralosa, Azúcar
Agüitas con pulpa de mango	Nestlé	Azúcar, Sucrosa
<b>Bebida de Naranja</b>		
Néctar de naranja Con-Frutta	Gold	Azúcares
Pau Pau con jugo de naranja	Jumex	Sucralosa, Azúcar
Amí naranja con jugo	Jumex	Sucralosa, Neotame
Orange punch con stevia	Fontia	Stevia
<b>Bebida de Uva</b>		
Bebida de uva Frutsi	Del Valle	Sucralosa
Amí uva con jugo	Jumex	Sucralosa, Neotame
Néctar de uva Con-Frutta	Gold	Azúcares
<b>Bebida de Durazno</b>		
Néctar de durazno Con-Frutta	Gold	Azúcares
Néctar de durazno	Jumex	Azúcares
Néctar de durazno	Del Valle	Azúcares
<b>Bebida de Manzana</b>		
Néctar clarificado de manzana	Del Valle	Azúcares
Néctar de manzana Natura	Sonrisa	Jarabe de maíz alto en fructosa
Jugo de manzana	Bonafont Kids	Sucralosa, Azúcar
Néctar de manzana	Jumex	Azúcares
<b>Té</b>		
Té negro sabor limón	Lipton	Azúcar, Jarabe de maíz
Té negro con limón, con stevia	Fontia	Stevia
Té natural de jazmín	Jaztea	Azúcar
<b>Refresco con gas</b>		
Sprite sabor lima-limón	Coca-Cola	Azúcares, Stevia, concentrado sprite
Mirinda sabor naranja	Pepsi	Azúcar y/o jarabe de maíz, concentrado mirinda naranja
Fanta sabor naranja	Coca-Cola	Azúcares, concentrado fanta naranja, Stevia
Big naranja	Ajemex	Aspartame
Cola regular	Coca-Cola	Azúcares, concentrados Coca-Cola
Sabor cola	Ley	Aspartame
Cola light	Coca-Cola	Mezcla de aspartame, concentrados coca-cola light
Cola light	Pepsi	Concentrado pepsi light, aspartame

\*Como se declara en el etiquetado

Casi en la mitad (41%) de las bebidas estudiadas en los ingredientes se menciona “azúcares” (Tabla 11). Según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 para alimentos y bebidas no alcohólicas, se hace esa nomenclatura para cualquier tipo



de azúcar distinto a la glucosa que se utilice como ingrediente. En el resto de las bebidas hay diversos endulzantes, como stevia, que se ofrece como una opción saludable por su bajo contenido calórico y su fuente natural (Chattopadhyay et al., 2014). Otros endulzantes declarados en las etiquetas son sucralosa y neotame, edulcorantes artificiales de bajo aporte calórico, utilizados por la industria para brindar buen sabor y estabilidad a altas temperaturas (Chattopadhyay et al., 2014; Nofre y Tinti, 2000).

En general, el 58% (18/31) de las bebidas analizadas fueron altas en fructosa con contenidos que variaron entre 0.45-6.06 g /100 mL, encabezadas por los refrescos con gas (no light) y todos los productos de manzana (Tabla 12). Dos bebidas (Bebida de mango Frutsi y Néctar de durazno Con-Frutta) mostraron un contenido moderado de fructosa 0.29 a 0.48 g /100 mL ya que por envase contienen más fructosa que glucosa, sin exceder los 0.5 g. Las bebidas con bajo contenido fueron aquellas con más glucosa que fructosa (Gibson y Sheperd, 2010). En esta categoría clasificaron agüitas con pulpa de mango, Néctar de naranja Con-Frutta, Amí naranja con jugo, Néctar de uva Con-Frutta, Amí uva con jugo y té natural de jazmín. Finalmente, en una (Néctar de naranja Con-Frutta) no se detectó fructosa, aun cuando su etiquetado declaraba contener azúcares. En los jugos Fontia (orange punch y te negro con limón), que solo declaran el uso de Stevia en el etiquetado, tienen además fructosa o glucosa, las cuales no están declaradas.

Los jugos de durazno analizados en este estudio tuvieron menos cantidad de fructosa que el jugo Kern's del mismo sabor (5.6 g/100 mL), disponible en el mercado de California, USA (Walker et al., 2014). De igual forma, la Coca-Cola regular mexicana vendida en California, contiene más fructosa (5.4 g/100 mL) y glucosa (5 g/100 mL), que la analizada en este estudio (Ventura et al. 2010).

**Tabla 12. Contenido de fructosa, glucosa y sacarosa en las bebidas**

	Fructosa		Glucosa		Sacarosa (g/100mL)
	g /100 mL	g/envase	g/100 mL	g/envase	
<b>Bebida de Mango</b>					
Néctar de mango (200 mL)	4.11±0.14	8.22	4.20±0.25	8.40	0
Néctar de mango Con-Frutta (180 mL)	0.45±0.03	0.81	0	0	0
Néctar de mango Bida (500 mL)	0.48±0.01	2.4	0.37±0.03	1.85	0
Jugo de mango (300 mL)	1.98±0.17	5.94	1.01±0.07	3.03	0
Bebida de mango Frutsi (250 mL)	0.41±0.01	1.02	0.24±0.01	0.60	0
Agüitas con pulpa de mango (300 mL)	0.38±0.03	1.14	0.42±0.02	1.26	1.08±0.01
<b>Bebida de naranja</b>					
Néctar de naranja Con-Frutta (180 mL)	0	0	0	0	0
Pau Pau con jugo de naranja (250 mL)	0.46±0.04	1.15	0.22±0	0.55	0
Amí naranja con jugo (500 mL)	0.21±0.01	1.05	0.21±0.01	1.05	0
Orange punch con stevia (500 mL)	2.10±0.04	10.5	2.17±0.09	10.85	0
<b>Bebida de uva</b>					
Bebida de uva Frutsi (250 mL)	0.47±0	1.17	0.25±0.01	0.62	0
Amí uva con jugo (500 mL)	0.24±0	1.20	0.32±0.02	1.60	0
Néctar de uva Con-Frutta (180 mL)	0.89±0.04	1.60	0.99±0.11	1.78	0
<b>Bebida de durazno</b>					
Néctar de durazno Con-Frutta (180 mL)	0.29±0	0.52	0.27±0.01	0.48	0.33±0
Néctar de durazno Jumex (200 mL)	4.30±0.01	8.60	3.71±0.01	7.42	0.66±0.05
Néctar de durazno Del Valle (200 mL)	3.59±0.09	7.18	4.21±0.01	8.42	0
<b>Bebida de manzana</b>					
Néctar de manzana Del Valle (200 mL)	4.40±0.01	8.80	3.38±0.06	6.76	0
Néctar de manzana Natura (200 mL)	6.06±0.08	12.12	3.97±0.11	7.94	0
Bonafont Kids con jugo de manzana (300 mL)	2.03±0.02	6.09	1.53±0.06	4.59	0
Néctar de manzana Jumex (200 mL)	3.68±0.08	7.36	3.01±0.11	6.02	2.21±0.10
<b>Té</b>					
Té negro sabor a limón (600 mL)	3.05±0.12	18.3	2.05±0.05	12.30	0
Té negro con limón, con stevia (500 mL)	1.61±0.01	8.05	1.88±0.07	9.40	1.87±0.01
Té natural de jazmín (500 mL)	0	0	0	0	6.76±0.15
<b>Refresco con gas</b>					
Sprite sabor lima-limón (355 mL)	4.11±0.16	14.59	2.94±0.03	10.43	0
Mirinda sabor naranja (355 mL)	4.25±0.07	15.08	3.27±0.21	11.60	0
Fanta sabor naranja (355 mL)	4.43±0.20	15.75	3.01±0.14	10.68	0
Big naranja (250 mL)	0	0	0	0	0
Cola regular Coca-Cola (355 mL)	4.48±0.07	15.90	3.46±0.14	12.28	3.12±0.07
Sabor cola Ley (250 mL)	0	0	0	0	0
Cola light Coca-Cola (355 mL)	0	0	0	0	0
<b>Leche</b>					
Yaqui deslactosada (250 mL)	0	0	0.59±0	1.47	0.26±0

*Los valores son medias del análisis por duplicado ± desviación estándar.*

La leche deslactosada fue incluida en el análisis para verificar que no hubieran otros carbohidratos que pudieran estar causando intolerancia. Sin embargo, solo se detectó glucosa; producto de la hidrólisis de la lactosa por la enzima lactasa, añadida como ingrediente. Aun así, la glucosa no es un compuesto generador de síntomas en intolerancias (Adhikari et al., 2010).

Por otro lado, los refrescos tipo light aunque no tuvieron los azúcares analizados, no se recomiendan debido a que son gasificadas, lo que causa distensión abdominal y gases, en la mayoría de las personas (sanas o con problemas gastrointestinales).

## 7. CONCLUSIONES

Las pruebas de producción de hidrógeno en aliento indicaron que el 64 % de las personas con síntomas gastrointestinales, presentan intolerancia a 2 o más FODMAP. Su identificación es esencial para orientarlas a modificar sus hábitos alimentarios de manera personalizada y mejorar su calidad de vida.

Los alimentos de la dieta sonoreense como coyotas, tortillas de harina y cebolla cambray son altos en fructanos. Así mismo, alimentos industrializados como la salsa de tomate tipo cátsup y las bebidas procesadas, principalmente las gasificadas, son fuentes importantes de fructosa. Por el contrario, alimentos como las tortillas de maíz, nopales o caldo de queso, no mostraron cantidades detectables de FODMAP. Este análisis de alimentos contribuyó a complementar el listado de carbohidratos fermentables y planificar dietas para personas con intolerancia a FODMAP en población sonoreense.

El apego a las recomendaciones dietéticas se cumplió en 8 de 9 participantes. En promedio se observaron diferencias en su consumo de FODMAP antes y después de dar las indicaciones nutricias, con la consecuente mejoría de síntomas.

Por último, el protocolo presentado en este estudio para efectuar pruebas de aliento espirado y recomendaciones dietéticas bajas en FODMAP, fue eficiente para la disminución de síntomas gastrointestinales en personas que presentan intolerancia a compuestos fermentables.

## 8. REFERENCIAS

- Adhikari K., Dooley L., Chambers E. 2010. Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States. *Journal of Food Science and Technology*. 43:113-118.
- Alliende F. 2007. Intolerancia a la lactosa y otros disacáridos. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*. 18(2):152-156.
- Arenas de Moreno L., Marín M., Castro de Rincón C., Sandoval L. 1995. Determinación por HPLC de los azúcares en los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) de una plantación comercial del municipio Mara. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 12:467-483.
- Baker P., Ayres L., Gaughan S., Weisfeld-Adams J. 2015. Hereditary fructose intolerance. En: Pagon R.A., Adam M.P., Ardinger H.H. (editors). *GeneReviews®*. Seattle (WA): Universidad de Washington, Seattle; 1993-2016 p.
- Barrett J.S. 2013. Extending our knowledge of fermentable, short chain carbohydrates for managing gastrointestinal symptoms. *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 28(3):300-306.
- Barrett J.S., Geary J.G., Muir J.G., Irving P.M., Rose R., Rosella O., Haines M.L., Shepherd S.J., Gibson P.R. 2010. Dietary poorly absorbed short-chain carbohydrates increase delivery of water and fermentable substrates to the proximal colon. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 31:874-882.
- Barrett J.S., Gibson P.R. 2012. Fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols (FODMAPs) and nonallergic food intolerance: FODMAPs or food chemicals? *Therapeutic Advances in Gastroenterology*. 5(4):261-268.
- Barrett J.S., Irving P.M., Muir J.G., Gibson P.R. 2009. Comparison of the prevalence of fructose and lactose malabsorption across chronic intestinal disorders. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 30:156-174.
- Barrett J.S., Shepherd S.J., Gibson P. 2009. Strategies to manage gastrointestinal symptoms complicating enteral feeding. *Journal of Parental and Enteral Nutrition*. 33(1):21-26.

- Beyer P.L., Caviar E.M., McCallum R.W. 2005. Fructose intake at current levels in the United States may cause gastrointestinal distress in normal adults. *Journal of the American Dietetic Association*. 105:1559-1566.
- Blanchard E.B., Lackner J.M., Jaccard J., Rowell D., Carosella A.M., Powell C., Sanders K., Krasner S., Kuhn E. 2008. The role of stress in symptom exacerbation among IBS patients. *Journal of Psychosomatic Research*. 64(2):119-128.
- Bruhwyler J., Carreer F., Demanet E., Jacobs H. 2009. Digestive tolerance of inulin type fructans: a double blind, placebo controlled, crossover, dose ranging, randomized study in healthy volunteers. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 60(2): 165-175.
- Calderón de la Barca A.M. 2013. Nuevos paradigmas en enfermedad celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca. *Revista de Gastroenterología de México*. 78(1):14-15.
- Canani R.B., Pezzella V., Amoroso A., Cozzolino T., Di Scala C., Passariello A. 2016. Diagnosing and treating intolerance to carbohydrates in children. *Nutrients*. 8:1-16.
- Canicoba M., Natasi V. 2016. La dieta reducida en FODMAP: ventajas y controversias. *Nutrición Clínica en Medicina*. 10(1):20-39.
- Capili B., Chang M, Anastasi J. 2014. A clinical update: nonceliac gluten sensitivity- is it really gluten?. *The Journal for Nurse Practitioners*. 10(9):666-673.
- Chattopadhyay S., Raychaudhuri U., Chakraborty R. 2014. Artificial sweeteners- a review. *Journal of Food Science and Technology*. 51:611-621.
- Chey W. 2013. The role of food in the functional gastrointestinal disorders: introduction to a manuscript series. *The American Journal of Gastroenterology*. 108:694-697.
- Corazza G.R., Strocchi A., Rossi R., Sirola D., Gasbarrini G. 1988. Sorbitol malabsorption in normal volunteers and in patients with coeliac disease. *Gut*. 29:44-48.
- De Roest R., Dobbs B., Chapman B., Batman B., O'Brien LA., Leeper JA., Hebblethwaite CR., Gearry RB. 2013. The low FODMAP diet improves gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome: a prospective study. *The International Journal of Clinical Practice*. 67(9):895-903.

- De Giorgio R., Volta U., Gibson PR. 2016. Sensitivity to wheat, gluten and FODMAPs in IBS: facts or fiction?. *Gut*. 65:169-178.
- Deng Y., Misselwitz B., Dai N., Fox M. 2015. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients*. 7:8020-8035.
- Di Rienzo T., D'Angelo G., D'Aversa F., Campanale MC., Cesario V., Montalto M., Gasbarrini A., Ojetti V. 2013. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 17(2):18-25.
- Di Stefano M., Miceli E., Mazzocchi S., Tana P., Moroni F., Corazza G.R. 2007. Visceral hypersensitivity and intolerance symptoms in lactose malabsorption. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*. 19:887-895.
- Donahue R., Attaluri A., Schneider M., Valestin J., Rao S.S. 2010. Absorptive capacity of fructans in healthy humans: a dose response study. *Gastroenterology*. 138:S709.
- El-Sahly M., Hatlebakk J.G., Gilja O.H., Hausken T. 2015. The relation between celiac disease, nonceliac gluten sensitivity and irritable bowel syndrome. *Nutrition Journal*. 14:1-8.
- Ellul P., Vassallo M., Montefort S. 2005. Association of asthma and allergic rhinitis with celiac disease. *Indian Journal of Gastroenterology*. 24(6):270-271.
- Fedewa A., Rao S.S. 2014. Dietary fructose intolerance, fructan intolerances and FODMAPs. *National Institutes of Health*. 16(1):370-383.
- Fernández-Bañares F., Esteve M., Viver J.M. 2009. Fructose-sorbitol malabsorption. *Current Gastroenterology Reports*. 11:368-374.
- Fernández-Bañares F., Rosinach M., Esteve M., Forné M, Espinós JC, Maria Viver J. 2006. Sugar malabsorption in functional abdominal bloating: a pilot study on the long-term effect of dietary treatment. *Clinical Nutrition*. 25:824-831.
- FODMAP PTY LTD. 2013. Certified products. Disponible en: <http://fodmapfriendly.com/certified-products/> (fecha de consulta: noviembre 19, 2016).
- Fujisawa T., Riby J., Kretchmer N. 1991. Intestinal absorption of fructose in the rat. *Gastroenterology*. 101(2):360-367.

- Gabrielli M., Cremonini F., Fiore G, Addolorato G, Padalino C., Candelli M., De Leo M. E., Santarelli L., Giacobozzo M., Gasbarrini G., Pola P., Gasbarrini A. 2003. Association between migraine and celiac disease: results from a preliminary case-control and therapeutic study. *The American Journal of Gastroenterology*. 98(3):625-629.
- Gasbarrini A., Corazza G.R., Gasbarrini G., Montalto M, Di Stefano M, Basilisco G, Parodi A, Usai-Satta P, Vernia P, Anania C, Astegiano M, Barbara G, Benini L, Bonazzi P, Capurso G, Certo M, Colecchia A, Cuoco L, Di Sario A, Festi D, Lauritano C, Miceli E, Nardone G, Perri F, Portincasa P, Riscato R, Sorge M, Tursi A. 2009. Methodology and indications of H<sub>2</sub>-breath testing in gastrointestinal diseases: the Rome consensus conference. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 29(1):1-49.
- Gastrocirugía y Endoscopia. 2015. Diagnóstico de intolerancia a la lactosa (deficiencia de lactasa de intestino delgado). Disponible en: [http://www.gastrointegral.com/tecnicas-diagnosticas/\\_diagnostico-de-intolerancia-a-la-lactosa-deficiencia-de-lactasa-de-intestino-delgado/](http://www.gastrointegral.com/tecnicas-diagnosticas/_diagnostico-de-intolerancia-a-la-lactosa-deficiencia-de-lactasa-de-intestino-delgado/) (fecha de consulta: abril 29, 2015).
- Gibson P.R. 2011. Food intolerance in functional bowel disorders. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 26(3):128-131.
- Geary R.B., Irving P.M., Barrett J.S., Nathan DM, Shepherd SJ, Gibson PR. 2009. Reduction of dietary poorly absorbed short-chain carbohydrates (FODMAPs) improves abdominal symptoms in patients with inflammatory bowel disease a pilot study. *Journal of Crohn's and Colitis*. 3:8-14.
- Gibson P.R., Muir J.G. 2013. Non-nutritional effects of food: an underutilized and understudied therapeutic tool in chronic gastrointestinal diseases. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 28(4):37-40.
- Gibson P.R., Newham E, Barrett J.S., Shepherd SJ, Muir JG. 2007. Review article: fructose malabsorption and the bigger picture. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 25:349-363.
- Gibson P.R., Shepherd S.J. 2005. Personal view: food for thought western lifestyle and susceptibility to Crohn's disease the FODMAP hypothesis. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 21:1399-1409.



- Gibson P.R., Shepherd S.J. 2010. Evidence-based dietary management of functional gastrointestinal symptoms: the FODMAP approach. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 25:252-258.
- González-Siqueiros L.E. 2008. Cambios en el patrón de consumo de alimentos y su relación con riesgo de enfermedades crónicas en la población sonorenses. Tesis de Maestría. Centro de Investigación de Alimentos y Desarrollo. Hermosillo, Sonora.
- Grossi E., Pace F. 2015. Human nutrition from the gastroenterologist perspective. Springer. Switzerland. 218 pp.
- Halmos E.P., Muir J.G., Barrett J.S., Deng M., Shepherd S.J., Gibson P.R. 2010. Diarrhoea during enteral nutrition is predicted by the poorly absorbed short-chain carbohydrate (FODMAP) content of the formula. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 32:925-933.
- Holscher H.D., Doligale J.L., Bauer L.L., Gourineni V., Pelkman CL., Fahey G.C., Swanson Jr., Swanson K.S. 2014. Gastrointestinal tolerance and utilization of agave inulin by healthy adults. *The Royal Society of Chemistry*. 5(6):1142-1149.
- INCMNSZ Instituto Nacional de Ciencias Médicas Salvador Zubirán. 2015. Departamento de Gastroenterología. Disponible en: <http://innsz.mx/Investigacion/departamentos?id=2> (fecha de consulta: noviembre 19, 2016).
- Jellema P., Schellevis F.G., Van Der Windt D.A.W.M., Kneepkens C.M.F., Van Der Horst H.E. 2010. Lactose malabsorption and intolerances a systematic review on the diagnostic value of gastrointestinal symptoms and self-reported milk intolerance. *QJM An International Journal of Medicine*. 103:555-572.
- Latulippe M.E., Skoog S.M. 2011. Fructose malabsorption and intolerance: effects of fructose with and without simultaneous glucose ingestion. *Clinical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51:583-592.
- Ledochowski M., Überall F., Propst T., Fuchs D. 1999. Fructose malabsorption is associated with lower plasma folic acid concentrations in middle-aged subjects. *Clinical Chemistry*. <http://www.clinchem.org/content/45/11/2013.full> (fecha de consulta: 9 de julio del 2015).

- Ledochowski M., Widner B., Murr C., Sperner-Unterweger B, Fuchs D. 2001. Fructose malabsorption is associated with decreased plasma tryptophan. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 36:367-371.
- Li B.W., Andrews K.W., Pehrsson P.R. 2002. Individual sugars, and insoluble dietary fiber contents of 70 high consumption foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 15:715-273.
- Locke G.R., Zinsmeister A.R., Talley N.J., Fett S.L., Melton L.J. 2000. Risk factors for irritable bowel syndrome: role of analgesics and food sensitivities. *The American Journal of Gastroenterology*. 95(1): 157-165.
- López P., Rosado J.L., Palma M., González C., Valencia M.E. 1996. Lactose maldigestion. Definition, prevalence in Mexico and its implications in milk consumption. *Revista de Investigación Clínica*. 48:25-31.
- Magge S., Lembo A. 2012. Low-FODMAP diet for treatment of irritable bowel syndrome. *Gastroenterology and Hepatology*. 8(11):739-745.
- Mansueto P., Seidita A., D'Alcamo A., Carroccio A. 2015. Role of FODMAPs in patients with irritable bowel syndrome: a review. *American Society of Parental and Enteral Nutrition*. 20:1-18.
- Matthews R.H., Pehrsson P.R., Farhat-Sabet M. 1987. Sugar content of selected foods: individual and total sugars. *Unites States Department of Agriculture. Reporte número 48*. 1-39.
- McKendrick M.W., Read N.W. 1994. Irritable bowel syndrome-post salmonella infection. *Journal of Infection*. 29:1-3.
- Mckenzie Y.A., Ader A., Anderson W., Wills A., Goddard L., Gulia P., Jankovich E., Mutch P., Reeves L.B., Singer A., Lomer M.C. 2012. British Dietetic Association evidence-based guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 25:260-274.
- Mejía-León ME., Ruiz-Dyck KM., Calderón de la Barca AM. 2015. Gradiente de riesgo genético HLA-DQ para diabetes tipo 1 y enfermedad celíaca en el noroeste de México. *Revista de Gastroenterología de México*. 80(2): 135-143.
- Misselwitz B., Pohl D., Frühauf H., Fried M., Vavricka S.R., Fox M. 2013. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European Gastroenterology Journal*. 1(3):151-159.

- Mönnikes H., Tebbe J.J., Hildebrandt M., Arck P., Osmanoglou E., Rose M., Klapp B., Wiedenmann B., Heymann-Mönnikes I. 2001. Role of stress in functional gastrointestinal disorders. Evidence for stress-induced alterations in gastrointestinal motility and sensitivity. *Digestive Diseases*. 19(3):201-211.
- Montalto M., Gallo A., Ojetti V., Gasbarrini A. 2013. Fructose, trehalose and sorbitol malabsorption. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 17(2):26-29.
- Muir J.G., Shepherd S.J., Rosella O., Rose R., Barrett J.S., Gibson P.R. 2007. Fructan and free fructose content of common Australian vegetables and fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55:6619-6627.
- Muir J.G., Rose R., Rosella O., Liels K., Barrett J.S., Shepherd S.J., Gibson P.R. 2009. Measurement of short-chain carbohydrates in common Australian vegetables and fruits by high-performance liquid chromatography (HPLC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57:554-565.
- Nofre C., Tinti J. 2000. Neotame: Discovery, properties, utility. *Food Chemical*. 69:245-257.
- Nucera G., Gabrielli M., Lupascu A., Lauritano E.C., Santoliquido A., Cremonini F., Cammarota G., Tondi P., Pola P., Gasbarrini G., Gasbarrini A. 2005. Abnormal breath test to lactose, fructose and sorbitol in irritable bowel syndrome may be explained by small intestinal bacterial overgrowth. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 21: 1391-1395.
- Ong D.K., Mitchell S.B., Barrett J.S., Shepherd S.J., Irving P.M., Biesiekierski J.R., Smith S., Gibson P.R., Muir J.G. 2010. Manipulation of dietary short chain carbohydrates alters the pattern of gas production and genesis of symptoms in irritable bowel syndrome. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 25:1366-1373.
- Pérez N., Torres-López E., Zamarripa-Dorsey F. 2015. Respuesta clínica en pacientes mexicanos con síndrome del intestino irritable tratados con dieta baja en carbohidratos fermentables (FODMAP). *Revista de Gastroenterología de México*. 80(3):180-185.
- Quera R., Quigley E.M., Madrid A.M. 2005. Sobrecrecimiento bacteriano intestinal. *Revista Médica de Chile*. 133:1361-1370.

- Quevedo L., Rojas M., Soto M. 2011. Intolerancia a la lactosa. *Revista Pediatría Electrónica*. 8(3):12-16.
- Quihui L., Morales G.G., Méndez R.O., Leyva J.G., Esparza J., Valencia M.E. 2010. Could giardiasis be a risk factor for low zinc status in schoolchildren from northwestern Mexico? A cross-sectional study with longitudinal follow-up. *BMC Public Health*. 10:1-7.
- Raithel M., Weidenhiller M., Hagel A., Hetterich U., Neurath M.F., Konturek P.C. 2013. The malabsorption of commonly occurring mono and disaccharides. *Deutsches Ärzteblatt International*. 110(46):775-782.
- Rajilić-Stojanović M., Jonkers D.M., Salonen A., Hanevik K., Raes J., Jalanka J., de Vos W.M., Manichanh C., Golic N., Enck P., Philippou E., Iraqi F.A., Clarke G., Spiller R.C., Penders J. 2015. Intestinal microbiota and diet in IBS: causes, consequences, or epiphenomena? *The American Journal of Gastroenterology*. 110:278-287.
- Reyes-Huerta J.U., de la Cruz-Patiño E., Ramírez-Gutiérrez de Velasco A., Zamudio C., Remes-Troche J.M. 2010. Intolerancia a la fructosa en pacientes con síndrome del intestino irritable; un estudio de casos y controles. *Revista de Gastroenterología de México*. 4(75):405-411.
- Rivera X.J., Galvez-Ríos S., Amieva-Balmori M., Rascon-Sosa O., Taboada-Liceaga H.A., Gomez-Castaños P.C., Reyes-Huerta J., Sanchez-Maza Y. de J., Remes-Troche J.M. 2016. Intolerance and hypersensitivity during and after an inulin (fructan) breath test. A study in irritable bowel syndrome and healthy controls. *Gastroenterology*. 150(4):1638.S-738.
- Riveros M.J., Parada A., Pettinelli P. 2014. Consumo de fructosa y sus implicaciones para la salud; malabsorción de fructosa e hígado graso no alcohólico. *Nutrición Hospitalaria*. 29(3):491-499.
- Rosado J.L., González C., Valencia M.E., López P., Palma M., López B., Mejía L., Báez M. 1994. Lactose maldigestion and milk intolerance: a study in rural and urban Mexico using physiological doses of milk. *The Journal of Nutrition*. 124:1052-1059.
- Sapone A., Bai J., Ciacci C., et al. 2012. Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*. 10(13):2-12.
- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y Servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para

su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, Marzo 11, 1999.

Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Diario Oficial de la Federación, Mayo 28, 2012.

Secretaria de Economía y Secretaria de Salud. Norma oficial mexicana nom-051-scfi/ssa1-2010, especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados información comercial y sanitaria. Diario Oficial de la Federación, Julio 30, 2009.

Shaukat A., Levitt M., Taylor B., MacDonald R., Shamliyan T.A., Kane R.L., Wilt T.J. 2010. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerances. *Annals of Internal Medicine*. 152, 797-803.

Shepherd S.J., Gibson P.R. 2006. Fructose malabsorption and symptoms of irritable bowel syndrome: guidelines for effective dietary management. *Journal of the American Dietetic Association*. 106:1631-1639.

Shepherd S.J., Lomer M.C., Gibson P.R. 2013. Short chain carbohydrates and functional gastrointestinal disorders. *The American Journal of Gastroenterology*. 108:707-717.

Shepherd S.J., Parker F.C., Muir J.G., Gibson P.R. 2008. Dietary triggers of abdominal symptoms in patients with irritable bowel syndrome: randomized placebo-controlled evidence. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 6:765-771.

Simrén M., Stotzer P.O. 2006. Use and abuse of hydrogen breath test. *Gut*. 55:297-303.

Staudacher H.M., Irving P.M., Lomer M.C. 2014. Mechanisms and efficacy of dietary FODMAP restriction in IBS. *Natures Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 11:256-266.

Staudacher H.M., Lomer M.C., Anderson J.L. Barrett J.S., Muir J., Irving P.M., Whelan K. 2012. Fermentable carbohydrate restriction reduces luminal bifidobacteria and gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome. *The Journal of Nutrition*. 142:1510-1518.

- Staudacher H.M., Whelan K., Irving P.M., Lomer M.C. 2011. Comparison of symptom response following advice for a diet low in fermentable carbohydrates (FODMAPs) versus standard dietary advice in patients with irritable bowel syndrome. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 24:487-495.
- Teitelbaum J.E., Ubhrani D. 2010. Triple sugar screen breath hydrogen test for sugar intolerance in children with functional abdominal symptoms. *Indian Journal of Gastroenterology*. 29:196-200.
- Teuri U., Vapaatalo H., Korpela R. 1999. Fructooligosaccharides and lactulose cause more symptoms in lactose maldigesters and subjects with pseudohypolactasia than in control lactose digesters. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 69(5):973-9.
- Tobin M.C., Bhavani M., Farhadi A., DeMeo M.T., Bansal P.J., Keshavarzian A. 2008. Atopic irritable bowel syndrome: a novel subgroup of irritable bowel syndrome with allergic manifestations. *Annals of Allergy, Asthma, and Immunology*. 100:49-53.
- Triggs C.M., Munday K., Hu R., Fraser A.G., Geary R.B., Barclay M.L. Ferguson L.R. 2010. Dietary factors in chronic inflammation: food tolerances and intolerances of a New Zealand caucasian Crohn's disease population. *Mutation Research*. 690:123-138.
- Valencia M. 2015. Desarrollo de un protocolo de tamizaje para evaluar el riesgo a enfermedad celiaca o diabetes tipo 1 en niños sonorenses. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Hermosillo, Sonora.
- Van Nieuwenhoven M.A., Brouns F., Kovacs E.M.R. 2004. The effect of two sports drinks and wáter on GI complaints and performance during an 18 km run. *Training and Testing*. 26:281-285.
- Ventura E, David J, Goran M. 2010. Sugar content of popular sweetened beverages based on objective laboratory analysis: focus on fructose content. *Obesity Journal*. 19(4):868-874.
- Walker R., Dumke K., Goran M. 2014. Fructose content in popular beverages made with or without high-fructose corn syrup. *Journal of Nutrition*. 30:1-8.
- Wilder-Smith C.H., Materna A., Wermelinger C., Schuler J. 2013. Fructose and lactose intolerance and malabsorption testing: the relationship with symptoms in functional gastrointestinal disorders. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 37:1074-1083.

- Williams M. 2014. La dieta baja en FODMAP para el síndrome del intestino irritable: Reino Unido como ejemplo. *Journal for Health Care Professionals*. 2:8-13.
- Wilson K., Hill R.J. 2014. The role of food intolerance in functional gastrointestinal disorders in children. *Australian Family Physician*. 43(10):686-689.
- Zarkadas M., Cranney A., Case S., Molloy M., Switzer C., Graham D., Butzner J.D., Rashid M., Warren R.E., Burrows V. 2006. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 19:41-49.
- Zhou Q., Verne G.N. 2011. New insights into visceral hypersensitivity- clinical implications in IBS. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 8(6):349-355.
- Zugasti A. 2009. Intolerancia alimentaria. *Endocrinología y Nutrición*. 56(5):241-250.

## 9. ANEXOS

### 9.1 Registro de Síntomas

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Sexo M F Edad \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES

Por favor, marque sobre la línea (“I”) la severidad con la que presenta cada síntoma.

#### Hinchazón abdominal

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Dolor abdominal

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Ruidos abdominales (Borborigmos)

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Diarrea

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Estreñimiento

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Flatulencia (gases)

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo

#### Otro \_\_\_\_\_

 Sin  Síntoma muy   
síntoma severo



## 9.2 Contenido de FODMAP en alimentos

	<b>ALTO contenido de FODMAP</b>	<b>Alternativas con BAJO contenido de FODMAP</b>
<b>Disacáridos</b>	Leche, quesos blandos, yogurt, nieve de leche, queso regional. Frutos secos, frutos enlatados, cerezas, durazno, uvas (+15 pz), mango, pera, ciruela, dátil, jícama	Leche deslactosada, yogurt sin lactosa y quesos deslactosados, quesos duros (mozzarella, de cabra, cheddar), margarina, nieve de agua. <b>Otros:</b> Caldo de queso
<b>Monosacáridos</b>	<b>Frutas:</b> Manzana, pera, cerezas, mango, ciruela, uvas, frutos enlatados, frutos secos, miel, miel de maple, jarabe de agave, dulces, jarabe de maíz alto en fructosa (leer etiquetado). <b>Otros:</b> Coyotas, puré y caldillo de tomate comercial, catsup <b>Bebidas:</b> Jugos industrializados, de soya, vino dulce, cerveza*, sodas, té, café.	<b>Frutas:</b> Naranja, plátano (1/2 pz), fresa, mora azul, toronja, melón, kiwi, mandarina, papaya, piña, uvas (15 pz), arándanos <b>Verduras:</b> Zanahoria, lechuga, tomate, alfalfa, acelga, limón, lima, pepino, espinaca, papa, pepino, calabacitas, nopales, parte verde de la cebolla cambray, chile verde y colorado. <b>Endulzantes:</b> glucosa <b>Bebidas:</b> Agua, té sin cafeína, jugos naturales de fruta sin FODMAP, jugos industrializados:, jugo de naranja (Amí, Con-Frutta), jugo de uva (Amí, Con-Frutta), Jugo de mango (Agüitas), té helado(Jaztea)
<b>Oligosacáridos</b>	<b>Verduras:</b> Cebolla blanca y cambray, repollo, espárrago, camote, ajo, <i>champiñones, cilantro, aguacate, coliflor, brócoli.</i> <b>Frutas:</b> sandía, manzana <b>Leguminosas y Cereales:</b> Garbanzo, lentejas, soya, frijol, trigo (pasta, pan blanco o integral), centeno, <i>tortilla de harina*</i>	<b>Leguminosas y Cereales:</b> Tofu, arroz, quinoa, pan y pastas libre de gluten, tortilla y tostada de maíz, <i>avena*</i>
<b>Polioles</b>	Dulces de caramelo duro, gomitas y chicles, productos etiquetados como libre de azúcar.	
Cualquier alimento de origen animal que tenga salsas, gravy, o este marinado o sazonado con ingredientes que contengan FODMAP (lea el etiquetado de alimentos).		

*Alimentos en cursiva son los alimentos que se pueden comer con moderación o en cantidad tolerable. \*Alimentos que pueden contener gluten.*

### 9.3 Lista de Compras - Alimentos Bajos en FODMAP

#### FRUTAS

Naranja  
Plátano  
Fresa  
Moras  
Toronja  
Melón  
Kiwi  
Mandarina  
Papaya  
Piña  
Uvas  
Arándanos



#### VERDURAS

Zanahoria  
Lechuga  
Tomate  
Alfalfa  
Acelga  
Limón  
Lima  
Pepino  
Espinaca  
Lechuga  
Papa  
Pepino  
Calabacitas  
Nopales  
Chile verde



#### CEREALES

Arroz  
Quinoa  
Pan y pastas libre de gluten

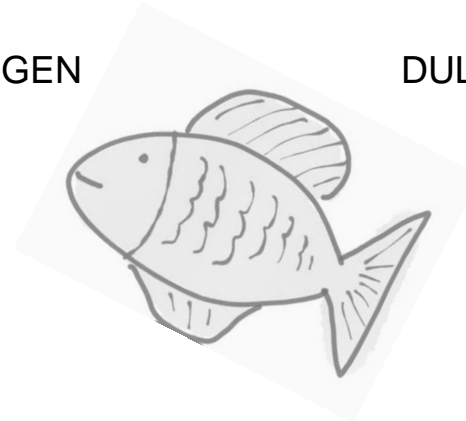
#### GRASAS Y ACEITES

Manteca  
Margarina  
Mantequilla  
Semillas de girasol  
Semillas de calabaza  
Aceite de oliva  
Aceite de maíz  
Aceite de girasol  
Aceite de coco  
Aceite de canola

#### ALIMENTOS DE ORIGEN

##### ANIMAL

Pollo  
Pescado y mariscos  
Res  
Puerco  
Atún  
Sardina  
Huevos



#### PRODUCTOS LÁCTEOS Y

##### OTROS

Leche deslactosada  
Quesos duros: mozzarella, de cabra, cheddar, parmesano  
Tofu

#### BEBIDAS

Agua  
Té sin cafeína  
Jugos naturales de fruta sin FODMAP  
Jugo de naranja (Amí, Con-Frutta)  
Jugo de uva (Amí, Con-Frutta)  
Jugo de mango (Agüitas)  
Té helado (Jaztea)

#### DULCES Y OTROS

Chocolate oscuro  
Glucosa  
Tapioca

# 9.4 Comidas y colaciones bajas en FODMAP

Ejemplo de un plan de alimentación de una semana

LNH. Alejandra Chávez Ríos

Correo: [alecr49@gmail.com](mailto:alecr49@gmail.com) Cel. 6622241510

## Indicaciones generales

Todos los días puede tomar café descafeinado.

Tomar té de preferencia sin cafeína (té SIN cafeína: manzanilla, gordolobo, flor de azahar, de limón; té CON cafeína: verde, rojo, negro).

Sazonar las comidas con sal, pimienta, orégano, perejil, aceite de su preferencia, **exceptuando** sazónadores con cebolla o ajo.

Endulzar con media cucharadita de miel de abeja natural o con un sobrecito de stevia.

Tratar de incluir en todas las comidas de medio día, ensalada fresca con verduras indicadas de bajo contenido de FODMAP.

## Día 1: 1264-1453 Kcal

### Desayuno 294-480 Kcal

Huevo revuelto: 1 huevo con 2 rebanadas de jamón o 3 cucharadas de machaca y una cucharadita de aceite. Acompañado de 2 tortillas de maíz y 1 taza de melón picado. De tomar 1 taza de leche deslactosada o té.

### Colación 79 Kcal

2 naranjas medianas.

### Comida 502 Kcal

½ taza de picadillo: carne molida con verduras (zanahoria, apio, tomate, papa), sazonada con sal y pimienta al gusto. Acompañar con: ¼ de taza de arroz con elote y ensalada fresca (Ejemplo: Lechuga, espinaca, tomate, zanahoria, cilantro. Sazonada al gusto).

De tomar: Agua, jugo de naranja, limón, jamaica natural o té.

### Colación 26 Kcal

1 zanahoria rallada con limón.

### Cena 312 Kcal

Tomate relleno: 1 tomate saladett partido por la mitad relleno de atún con lechuga, espinaca, pepino y mayonesa.

De tomar: té o jugo de verdura (ver recetario).

## **Día 2:** 1393-1470 Kcal

### **Desayuno 367 Kcal**

Avena: preparada con 1/3 de taza de avena y 1 taza de agua. Colocar la taza de agua en una ollita junto con 1/3 de taza de avena, dejar hervir 1 minuto y servir. Se puede endulzar y acompañar con una pieza mediana de plátano y maduro y dos cucharadas y media de almendras picadas. De tomar: jugo de fruta natural sin azúcar añadida (ver recetario)

### **Colación 108 Kcal**

2 tazas de melón picado.

### **Comida 476-556 Kcal**

Opción 1: Pescado empapelado, 1 pieza de filete de pescado con espinacas y tomate, sazonado al gusto.

Opción 2: Brochetas bajas en FODMAP (ver recetario). Acompañar con: ensalada de verduras (ejemplo: lechuga, cilantro, tomate, y chile verde) y 2 tortillas de maíz o 1/3 de taza de arroz blanco cocido o rojo (sin puré).

Agua, jugo de naranja, limón, jamaica o té.

### **Colación 106 Kcal**

2 tazas de fresa picada o una pieza de plátano mediana (es caso de ser tolerada).

### **Cena 251 Kcal**

Una tostada de atún/pollo y verdura. De tomar: jugo de verduras (hasta un litro, ver recetario).

## **Día 3:** 1483 Kcal

### **Desayuno 462 Kcal**

2 Papas hashbrown tamaño mediano (ver recetario) acompañadas con 1 pieza de huevo frito o revuelto preparado con 1 cucharadita de aceite.

Jugo de naranja natural.

### **Colación 108 Kcal**

2 tazas de melón picado.

### **Comida 469 Kcal**

Pollo con verduras: 1 ½ taza de pollo cocido con verduras (calabacita, zanahoria, papa). Acompañar con 1/3 taza de arroz con elote, ensalada fresca (ejemplo: lechuga, tomate, cilantro, zanahoria, nopales) y 2 tortillas de maíz.

Agua natural o jugo de fruta natural sin azúcar añadida.

### **Colación 40 Kcal**

2 tazas de pepino picado con limón.

### **Cena 404 Kcal**

Ensalada de atún (1 lata de atún con lechuga, espinaca, cilantro, tomate, sazonado con sal y pimienta al gusto) y 2 tostadas de maíz.

Jugo de verduras (ver recetario).

## **Día 4:** 1337- 1455 Kcal

### **Desayuno 371-447 Kcal**

Torta de huevo: 1 huevo con espinaca y tomate, servir con una cucharadita de queso duro rallado (mozzarella, cheddar, en caso de ser tolerado), preparado con 1 cucharadita de aceite. Acompañar con 2 tortillas de maíz.

Agua, té o jugo de fruta/verdura natural (ver recetario)

### **Colación 93 Kcal**

1 toronja y 1 naranja mediana.

### **Comida 587-629 Kcal**

Tortitas de atún: 3 tortitas de atún tamaño mediano hechas con 2 cucharaditas de aceite. Acompañar con ensalada (lechuga, espinaca, tomate, zanahoria, cilantro) y arroz con elote o 2 tortillas de maíz.

Agua o limonada natural.

### **Colación 79 Kcal**

2 naranjas medianas.

### **Cena 207 Kcal**

1 tazón (2 tazas) de crema de zanahoria (hecha a base de agua o caldo de pollo). De tomar: agua o limonada natural.

## **Día 5:** 1306-1420 Kcal

### **Desayuno 348-462 Kcal**

Opción 1: Yogur con frutas. Una taza de yogur natural (en caso de ser tolerado) acompañada de 1 taza de papaya picada, 1 taza de melón picado y dos cucharadas de almendras picadas. De tomar, un jugo de frutas y/o verduras natural (ver recetario).

Opción 2: 2 Papas hashbrown tamaño mediano (ver recetario) acompañadas con 1 pieza de huevo preparado con 1 cucharadita de aceite. De tomar jugo de fruta/verdura natural (ver recetario).

### **Colación 106 Kcal**

2 tazas de fresa picada o una pieza de plátano mediana (es caso de ser tolerada).

### **Comida 583 Kcal**

Caldo de pollo con arroz y verduras: 75 g de pollo, 2/3 taza de arroz, verduras variadas (calabacita, zanahoria, papa), sazonado al gusto. Acompañar con 2 piezas de tortilla de maíz.

Agua, limonada o jamaica natural.

### **Colación 40 Kcal**

2 tazas de pepino picado con limón.

### **Cena 229 Kcal**

Pepino relleno: ½ pieza de pepino partida en mitades (sin semillas) relleno de ensalada de zanahoria y repollo con 1 cucharadita de mayonesa (opcional). Agua o té sin cafeína.

## **Día 6:** 1241-1683 Kcal

### **Desayuno 222-426 Kcal**

Opción 1: un plato de fruta (1 taza de cada fruta: melón, papaya, plátano, fresas).

Opción 2: 1 burrito (tortilla de maíz) de huevo con machaca

Jugo de fruta natural, agua o té.

### **Colación 110 Kcal**

2 tazas de papaya picada.

### **Comida 445-683 Kcal**

Opción 1: Ensalada de pollo, con lechuga, espinaca, cilantro, zanahoria, tomate, pepino, tiritas de maíz, sazonar con una cucharada de aceite de oliva.

Opción 2: COMIDA FUERA DE CASA, Boneless (pedir sin empanizar) con zanahoria y apio, (de preferencia sin aderezo o comerlo hasta donde sea tolerable).

Jugo de fruta/verdura natural, agua, té o limonada natural sin endulzar.

### **Colación 130 Kcal**

2 tazas de fresa picada o una pieza de plátano mediana (es caso de ser tolerada).

### **Cena 334 Kcal**

2 tostadas con ensalada de atún, pollo o carne deshebrada y 1 cucharadita de mayonesa (opcional). De tomar: Agua o té.

## **Día 7:** 1237-1569 Kcal

### **Desayuno 452-510 Kcal**

1 taza de chilaquiles sin queso (o en cantidad tolerable), sin cebolla, acompañado de 1 huevo revuelto cocinado con 1 cucharadita de aceite.

Jugo de naranja natural (sin azúcar).

### **Colación 166 Kcal**

2 tazas de piña picada.

### **Comida 357-631 Kcal**

Opción 1: Ensalada de pollo (lechuga, espinaca, zanahoria, pepino, cilantro, tomate) sazonada al gusto, con arroz blanco y dos piezas de tostada de maíz. Agua o jugo de fruta y/o verdura sin endulzar.

Opción 2: COMIDA FUERA DE CASA. Sushi sin empanizar con cualquier ingrediente de origen animal, zanahoria, pepino. Sin empanizar. Agua o limonada natural sin endulzar. Salsa de soya (contiene gluten).

### **Colación 40 Kcal**

2 tazas de pepino picado con limón.

### **Cena 222 Kcal**

Papas con jamón preparado con 1 pieza de papa, 2 piezas de jamón y 1 cucharadita de aceite. De tomar: 800ml-1 litro de jugo de verduras: 1 pieza de zanahoria, ½ pieza de pepino y 1 varita de apio.

# RECETARIO

## Pudin de chía

Ingredientes: 3 cucharadas de chía y 5 cucharadas de leche (deslactosada o de arroz).

En un recipiente pequeño colocar la chía y leche deslactosada o de arroz, revolver bien asegurándose que todas las semillas de chía queden remojadas. Dejar en el refrigerador toda la noche.

## Papas hashbrown

Ingredientes: papa, zanahoria, huevo, aceite, sal y pimienta.

Cocer la papa y zanahoria. Una vez cocidas, molerlas y darle la forma de nuggets. Bañarlos con huevo revuelto con sal y pimienta y ponerlos en un sartén con 1 cucharada de aceite. Esperar a que dore.

## Brochetas bajas en FODMAP

Ingredientes: carne de res, pollo, calabaza, tomate, zanahoria, aceite de oliva, sazónadores al gusto (sin ajo ni cebolla molida)

Cortar la carne en cubos, luego cortar la verdura del mismo tamaño. Tomar los palitos de brochetas y aceitarlos. Insertar los ingredientes, combinando los colores. Por último, dales un toque de sal y otro condimento que te guste como orégano, tomillo o pimienta.

Para la cocción puedes elegir meterlos al horno que deberá estar precalentado a 170°C o hacerlos en una plancha. Colocar un poco de aceite de oliva en la superficie antes de colocar las brochetas.

## Agua de jamaica sin endulzar

Ingredientes: 2 tazas de flor de Jamaica y 2 litros de agua.

Poner la jamaica en un litro de agua y dejar hervir por 3 minutos. Colar para remover la flor. Agregar un litro más de agua y refrigerar.

## Jugos de verduras:

### Opción 1

Ingredientes: 1 pieza de zanahoria, ½ pieza de pepino y 1 varita de apio. Licuar las verduras en la licuadora o procesador de alimentos con 2-3 tazas de agua, hasta que quede bien fina la verdura.

### Opción 2

Ingredientes: 1 taza de piña picada, 1 taza de pepino picado. Licuar los ingredientes en la licuadora o procesador de alimentos con 2-3 tazas de agua, hasta que los ingredientes queden bien finos.

### Opción 3

Ingredientes: 1 taza de pepino picado, 1 taza de fresas, 1 taza de piña picada. Licuar los ingredientes en la licuadora o procesador de alimentos con 2-3 tazas de agua, hasta que los ingredientes queden bien finos.

### Opción 4

Ingredientes: 1 taza de piña picada, 1 taza de fresas, 1 naranja picada o en gajos. Licuar los ingredientes en la licuadora o procesador de alimentos con 2-3 tazas de agua, hasta que los ingredientes queden bien finos.