

Efecto de la viscosidad en la percepción de dulzura en una bebida

Jean Pierre Enriquez Murcia

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la viscosidad en la percepción de dulzura en una bebida

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jean Pierre Enriquez Murcia

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto de la viscosidad en la percepción de dulzura en una bebida.

Jean Pierre Enriquez Murcia

Resumen. La evaluación sensorial determina preferencias del consumidor generando percepciones que pueden variar acorde a la textura del producto. La reducción de azúcar toma importancia en la industria ya que su ingesta actual sobrepasa valores recomendados. La primera fase del estudio determinó el efecto de distintas concentraciones de azúcar mediante análisis de aceptación y viscosidad realizando evaluaciones reométricas con seis tratamientos, utilizando Bloques Completos al Azar (BCA) y separación de medias Tukey. La fase dos evaluó el efecto de la viscosidad en la detección de reducción de azúcar mediante umbral de detección con metodología 2-elección forzada alternativa, utilizando un BCA con arreglo factorial de 6 x 3, analizándose mediante Chi Cuadrado y regresión lineal. La fase tres evaluó el umbral medio hedónico de aceptación general en distintas viscosidades, utilizando un BCA con arreglo factorial de 5 x 3 y separación de medias Tukey, correlacionando la aceptación general, sabor y apariencia. Los panelistas aceptaron muestras entre 10 y 8% de azúcar; el 80% de las observaciones se acercan a las pendientes a las tres viscosidades a 9% de azúcar empieza a disminuir la aceptación. Se concluyó que los panelistas aceptaron las muestras con mayor dulzura; la viscosidad no influyó en la capacidad de detección de reducción de azúcar, conforme aumentó el nivel de dulzura aumentó el grado de dificultad para elegir la muestra más dulce. El sabor es el atributo que más influyó la aceptación general. A 0.15% xanthan disminuye la aceptación general del producto. Se recomienda evaluar muestras a diferentes temperaturas.

Palabras clave: Aceptación general, estímulo, evaluación sensorial, reducción de azúcar.

Abstract. Sensory evaluation determines consumer's preferences where perceptions can change according to textural characteristics. Sugar reduction is important in the industry because its current intake exceeds recommended values. The first phase determined different concentrations of sugar using acceptance test, and viscosity performing rheometric evaluations with six treatments using a Randomized Complete Block Design (RCB), and analyzed by a Tukey test. In the phase two the effect of viscosity in detection of sugar reduction, with just noticeable difference using 2- alternative forced choice methodology was evaluated, using a RCB with factorial arrangement of 6 x 3, analyzed by a Chi-square test and linear regression. In the phase three hedonic mean threshold for overall liking through viscosity levels was evaluated, using a BCA with 5 x 3 factorial arrangement, with a Tukey test, overall liking was correlated with flavor and appearance. The panelists preferred the samples between 10 and 8% sugar, the observations were adjusted over 80% in the slopes of the viscosities; at 9% of sugar acceptance tends to decrease. The study concludes that panelists accepted the sweeter samples, the viscosity did not influence the detection ability for sugar reduction, since increase the sweetness level increases the degree of difficulty to choose the sweeter sample; overall liking was affected at 0.15% xanthan, where flavor present high degree of relation. It is recommend to evaluate samples at different temperatures.

Key words: Overall liking, perception, sensory evaluation, stimulus, sugar reduction.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	22
5. RECOMENDACIONES.....	23
6. LITERATURA CITADA.....	24
7. ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Cantidad de ingredientes utilizados en la preparación de muestras de la fase 2...	6
2. Cantidad de ingredientes utilizados en la preparación de muestras de la fase 3...	7
3. Resultado de análisis de aceptación para el atributo de dulzura.....	10
4. Resultados del análisis Chi Cuadrado (χ^2) en el umbral de diferencia.....	14
5. Valores de análisis estadístico.....	14
6. Evaluación del atributo sabor a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.....	16
7. Evaluación del atributo apariencia a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.....	17
8. Evaluación de la aceptación general a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.....	18
9. Correlación entre aceptación general con sabor y apariencia.....	19
10. Evaluación de la percepción de dulzura a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.....	21

Figuras	Página
1. Curva de viscosidad preliminar.....	11
2. Curva de viscosidad preliminar con incremento en el nivel de azúcar.....	12
3. Curva preliminar con incrementos en la viscosidad.....	13
4. Regresión lineal de la viscosidad influenciada por el porcentaje de respuestas correctas en la reducción de azúcar.....	15
5. Medición reométrica en niveles de azúcar a viscosidades constantes.....	15
6. Representación gráfica de separación de medias con error estándar en aceptación general.....	19
7. Medición reométrica en niveles de azúcar a viscosidades constantes.....	20

Anexos	Página
1. Correo de reclutamiento.....	26
2. Formulario de consentimiento: prueba discriminatoria.....	27
3. Formulario de consentimiento: prueba de aceptación.....	28
4. Correlación de atributos a 0.00% viscosidad.....	29
5. Correlación de atributos a 0.08% viscosidad.....	29
6. Correlación de atributos a 0.15% viscosidad.....	29

1. INTRODUCCIÓN

La textura de los alimentos provoca en los sentidos táctiles una percepción sobre los estímulos físicos resultantes del contacto entre una parte del cuerpo con el alimento, donde las experiencias orales-somato sensoriales juegan un rol importante en la determinación de atributos sensoriales del producto. La estimulación de los receptores orales-somato sensoriales puede generar un sentido crítico sobre el juzgamiento de la textura de los alimentos que pasan por la boca generando la experiencia, denominada "sensación en la boca", donde el aumento de la viscosidad tiende a perjudicar la percepción de sabor y aroma del panelista (Spence y Piqueras 2016).

La manifestación sensorial de la estructura se puede definir como la composición interna de los productos medida por el sentido cinestésico en los músculos de manos, lengua o labios. Las propiedades de sensación táctil son percibidas como partículas geométricas o propiedades de humedad por los nervios táctiles (Meilgaard *et al.* 2016). La textura generalmente se asocia con alimentos sólidos mientras que la viscosidad con alimentos líquidos, desafortunadamente la distinción entre estos tiende a ser confusa, por lo cual es imposible demarcar claramente entre ambos (Bourne 2002).

La reducción de azúcar toma cada vez más importancia en la ciencia sensorial al igual que en la industria alimenticia, en varios países su ingesta excede los valores recomendados establecidos en los lineamientos: menor al 10% de la ingesta calórica total (OMS 2015). Una reducción gradual a lo largo de 5 años en 40% del contenido de azúcares añadidos en bebidas llevaría a una reducción en los niveles de sobrepeso, obesidad e incidencia de diabetes tipo 2 (Yuan *et al.* 2016).

La sacarosa es el azúcar más consumida y de amplio uso en la industria alimenticia, siendo fuente de contribución en las propiedades sensoriales y palatabilidad donde los jugos endulzados con sacarosa no presentan sabor amargo ni percepción de regusto dulce (Furtado y André 2015). El procesamiento oral de alimentos es considerado el puente entre la textura de alimentos y la percepción sensorial. Es posible compensar la pérdida en la intensidad del sabor causada por la reducción de azúcar basándose en modificaciones de la microestructura del alimento (Stieger y Van de Velde 2013).

La evaluación sensorial es una ciencia de medición enfocada en investigación para generar mejoras en la industria alimentaria determinando gustos y preferencias de los consumidores (Sancho *et al.* 2002). La fisiología de los sentidos y la psicología de la percepción, juegan un rol importante en la psicofísica de los alimentos, siendo responsable de la relación entre órganos sensoriales y respuesta humana (Hernandez 2005).

Las pruebas de discriminación muestran la percepción entre dos o más objetos basándose en una característica en particular. Utilizada generalmente en reformulaciones analizando si el producto final fue notablemente afectado (Amerine *et al.* 1965). Pueden generarse dos tipos de contradicciones: 1) dos productos con formulaciones distintas podrían generar la misma respuesta, 2) la muestra podría generar varias respuestas (Rogers 2017). El umbral se puede determinar utilizando metodología 2 - Elección Forzada Alternativa (McClure 2008)

Las pruebas de aceptación, conocidas también como pruebas de nivel de agrado relacionan el nivel de satisfacción y la predilección de los panelistas hacia la muestra (Ramirez 2012). Umbral Medio Hedónico se utiliza generalmente en estudios enfocados en reducción en los porcentajes de ingredientes, donde los panelistas califican la muestra acorde a la escala hedónica (Lawless y Heymann 1998).

El propósito del estudio fue analizar el efecto de la viscosidad respecto a la percepción de dulzura de los panelistas, para lo cual, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar las concentraciones de azúcar aceptadas por los consumidores y los niveles de viscosidad acorde a comportamientos reométricos.
- Evaluar el efecto de la viscosidad en la detección de reducción de azúcar.
- Evaluar el umbral medio hedónico en la aceptación general a diferentes viscosidades.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

La investigación se condujo en el centro de ciencia sensorial de la Universidad de Tennessee, Instituto de Agricultura, ubicado en la ciudad de Knoxville, estado de Tennessee, Estados Unidos de América. La preparación y envasado del producto al igual que los paneles se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial. Las mediciones reométricas y refractométricas se realizaron en el laboratorio de propiedades físicas, ambos laboratorios situados en el edificio de ciencia de alimentos de la Universidad de Tennessee.

Materiales.

Las materias primas utilizadas fueron:

Kool-Aid. Se adecuó como vehículo para el desarrollo de la investigación. El jugo en polvo se prestó para evaluar las variables de viscosidad y dulzura al no contar con azúcar, gelificantes ni espesantes en su formulación, tampoco implicó riesgo hacia los panelistas al ser libre de alérgenos (KHC 2018).

Goma xanthan. Es un hidrocoloide que requiere ser dispersado e hidratado para su uso, sin necesidad de calentamiento, se mantiene estable a un rango entre 1 a 13 de pH, con un rango de uso de 0.05 a 0.8% del producto (Myhrvold *et al.* 2011).

Agua destilada. Agua libre de químicos, sales y microorganismos que en exceso podrían causar daños en la salud, su uso se da generalmente en laboratorios y hospitales como medida higiénica (SADM 2011).

Azúcar blanca. Es el producto del purificado y cristalizado de la sacarosa cuya función principal es endulzar un alimento (FAO 1994).

Equipos.

- Reómetro - Advanced Rheometer 2000
- Potenciómetro - Fisher Scientific pH meter Model Accumet AE150
- Refractómetro – Pocket Digital Refractometer Model 300051
- Balanza analítica - Mettler Toledo
- Balanza semianalítica – Navigator OHAUS ®
- Agitador magnético

Preparación de bebida base.

Se estableció de acuerdo a las especificaciones del producto, para un sobre de Kool-Aid en presentación de 4.5 g se agregó 1.893 L de agua destilada. Se tomaron estas cantidades como referencia para elaborar volúmenes de mayor tamaño dependiendo la cantidad a trabajar. Para las mediciones de los ingredientes: se utilizó balanza semi analítica para pesado del agua, se tomó en consideración que 1 ml es 1 g, para el resto de los ingredientes se utilizó una balanza analítica. Todos los ingredientes fueron depositados en un vaso de precipitación y mezclados con un agitador magnético.

A partir de la preparación de la bebida base la investigación se dividió en tres fases:

Fase 1. Establecimiento de niveles de viscosidad y dulzura

Fase 2. Determinación del Umbral de Diferencia

Fase 3. Determinación del Umbral Medio Hedónico

Fase 1. Establecimiento de niveles de viscosidad y dulzura.

Medición de pH. Se utilizó 100 ml de agua destilada y 0.24 g de Kool-Aid para preparar la muestra, misma que se trasladó al agitador magnético por 10 minutos, se midió el pH por triplicado utilizando el potenciómetro, la muestra presentó un pH 2.69 información utilizada para determinar el gelificante a usar en la investigación.

Evaluación preliminar de dulzura. Se evaluaron seis porcentajes de dulzura (10, 8, 6, 4, 2 y 0 %), para cada uno de los porcentajes de azúcar a utilizar se requirió 100 ml de agua destilada, al tratarse de seis muestras, se utilizó un total de 600 ml, adicionándose además 1.426 g de Kool-Aid, se colocó en el agitador magnético por 10 minutos. Una vez lista la solución madre se procedió a colocar 100 ml en vasos de precipitación debidamente rotulados con cada porcentaje de azúcar respectivamente, a los cuales se agregó las cantidades 10, 8, 6, 4, 2 y 0 g de azúcar, posteriormente cada muestra se trasladó al agitador magnético por 15 minutos.

Se realizó la prueba de aceptación preliminar con la finalidad de establecer los niveles de dulzura que serán utilizados en el estudio, se contó con la participación de seis panelistas (n=6), con formación en análisis sensorial. La prueba conto con seis muestras: 10, 8, 6, 4, 2 y 0% de azúcar, las cuales se codificaron y aleatorizaron evitando influencias entre panelistas. Se utilizó el programa REDJADE ® para la recolección de datos, se realizó dos preguntas a los panelistas: ¿Que tanto le gusta o disgusta el nivel de dulzura de esta muestra?, usando la escala hedónica de nueve puntos, siendo uno (1) “me disgusta extremadamente” y nueve (9) "me gusta extremadamente". La segunda pregunta solicitó a panelista “Calificar el nivel de dulzura de la muestra” en una escala de 0 a 15.

Evaluación reométrica preliminar de viscosidad. Una vez establecido el gelificante se evaluaron nueve muestras con 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.15, 0.25 % de goma xanthan y una muestra sin gelificante. Para cada nivel de viscosidad se utilizaron 100 ml de agua destilada, siendo un total de 900 ml al cual se adicionó 2.04 g de Kool-Aid colocándose

en el agitador magnético por 10 minutos, se depositó 100 ml en cada vaso de precipitación, a los cuales se agregó las respectivas cantidades de goma xanthan, finalmente se trasladó al agitador magnético por 15 minutos cada muestra. Para la medición reométrica se trabajó con 1.3 ml de la muestra a temperatura ambiente realizando una única lectura en el reómetro.

Evaluación preliminar de azúcar y viscosidad sobre el efecto reométrico. En base a los resultados de la primera evaluación reométrica se decidió evaluar tres porcentajes de goma xanthán (0.00, 0.08 y 0.25%), con seis niveles de azúcar iniciando en 5%, e incrementando en 1% hasta llegar al 10%, con el objetivo de determinar si el azúcar es causante de cambio en los niveles de viscosidad. Se utilizó el mismo procedimiento y los mismos intervalos de tiempo para preparar las muestras con 1800 ml de agua destilada y 4.28 g de Kool-Aid.

Adicionalmente se evaluaron muestras con 0.15 y 0.20% de goma xanthan sin presencia de azúcar con el propósito de determinar puntos intermedios entre 0.08 y 0.25% de goma xanthan. Se utilizaron 200 ml de agua destilada y 0.453 g de Kool-Aid. En ambas preparaciones al trabajarse con 100 ml de agua destilada los gramos en azúcar como en goma xanthan equivalen a los porcentajes citados de los mismos. Para cada una de las muestras se realizaron mediciones por triplicado utilizando 1.3 ml de la muestra.

Fase 2. Determinación del Umbral de Diferencia.

Previo a la prueba se presentó a revisión para obtener la autorización de la investigación un resumen de la investigación, el formato de correo electrónico de reclutamiento, y la hoja de consentimiento a la Junta de revisión institucional la cual provee supervisión ética y regulatoria a toda investigación que involucre a seres humanos protegiendo su bienestar y derechos (UTK 2018).

El umbral de diferencia o por su nombre en inglés Just Noticeable Difference (JND), se obtuvo utilizando la prueba de comparación pareada: 2 - Elección Forzada Alternativa o 2 - Alternative Forced Choice por su nombre en inglés (2 - AFC).

Con los resultados de la evaluación preliminar de dulzura realizada en la fase 1 se definió comparar la muestra que contiene 10% de azúcar con las muestras de 9.5, 9, 8.75, 8.5 y 8% de azúcar, a tres niveles de viscosidad (0.00, 0.08 y 0.15% de goma xanthan) elegidos de acuerdo a resultados de la segunda medición reométrica de la fase 1, cada nivel de viscosidad se evaluó en sesiones independientes.

Las muestras correspondientes a las tres sesiones se elaboraron el día previo a la primera sesión almacenándose en el cuarto frío a 4 °C. Se utilizó 12000 ml para la muestra control, para conseguir esta cantidad se preparó en cuatro tandas, se utilizó; agua destilada a la cual se agregó azúcar y Kool-Aid, posteriormente se trasladó al agitador magnético por 10 minutos, para la sesión 1 (0.00%) no se utilizó goma xanthan, para la sesión 2 se agregó lo correspondiente para 0.08%, y para la sesión 3 con 0.15% de goma xanthan (Cuadro 1), posteriormente se llevó al agitador magnético por un período de 15 minutos.

Cuadro 1. Cantidad de ingredientes utilizados en la preparación de muestras de la fase 2.

Dulzura (%)	Agua (ml)	Azúcar (g)	Kool-Aid (g)	Goma Xanthan (g)		
				S1 (0.00%)	S2 (0.08%)	S3 (0.15%)
10	3000	300	7.132	0	2.4	4.5
9.5	2000	190	4.75	0	1.6	3.0
9	2000	180	4.75	0	1.6	3.0
8.75	1200	105	2.85	0	1.0	1.8
8.5	2000	170	4.75	0	1.6	3.0
8	800	64	1.9	0	0.6	1.2

S= Sesión, correspondiente a cada día.

ml= Mililitros

g= gramos

Las muestras fueron codificadas y aleatorizadas para el panel, en la evaluación participaron 50 panelistas no entrenados (36 panelistas del género femenino y 14 masculinos) miembros de la Universidad de Tennessee, a los cuales se informó mediante correo electrónico la temática, el producto a evaluar y la necesidad de asistir a tres sesiones para completar su participación; la muestra con 8% de azúcar se sirvió únicamente a los primeros 20 panelistas, siendo sustituido por el 8.75% a partir del panelista 21 hasta el número 50. Se presentaron seis sets de muestras pareadas en cada sesión, cada par de muestras se sirvió en diferentes escenas a los panelistas.

Se sirvió 40 ml de producto en copas plásticas de 2 oz debidamente codificadas y tapadas. El panel sensorial se realizó en horario matutino, iniciando la preparación del panel a las 7:00 a.m. hora local en Knoxville, Tennessee, se inició sacando las muestras del cuarto frío para que se mantuvieran a temperatura ambiente del laboratorio de análisis sensorial 22 °C.

Los horarios de recolección de datos fueron de 7:30 a.m. hasta las 13:00 p.m. al inicio del panel se colocó un tablero con fichas de numeración de 1 hasta 50 en la entrada del laboratorio de análisis sensorial, mismo que contó con seis cabinas de evaluación contando cada cabina con un respectivo ipad, la dinámica para los panelistas consistió en ingresar a la cabina, llenar la hoja de consentimiento, posteriormente introducir su número en el ipad para dar inicio a la encuesta operada por el programa REDJADE ® desde donde se dio las siguientes indicaciones a los panelistas: “En frente de usted hay dos muestras, comenzando con la muestra de la izquierda, evalúe cada una y marque la muestra que sea más dulce. Debe hacer una elección, incluso si solo es una suposición. Puede volver a probar con la frecuencia que desee”.

La dinámica en el interior del laboratorio consistió en servir en una bandeja en la cual se colocó una hoja de papel en blanco sobre la cual se sirvió los pares de muestras codificadas que consistían en una muestra control acompañada con cada uno de los niveles de azúcar, el vaso con agua y galletas oyster crackers como limpiador de paladar, el orden para servicio lo aleatorizó el programa, mostrándolo en dos monitores al interior del laboratorio.

Confirmación de viscosidad y °brix. Una vez terminado el panel de cada una de las sesiones las muestras se colocaron en vasos de precipitación de 50 ml rotulados para cada una de las concentraciones, se trasladaron al laboratorio de propiedades físicas, donde se realizó la medición reométrica por triplicado de 1.3 ml para cada concentración, la medición de los °brix se realizó también con el refractómetro para confirmar las concentraciones de azúcar con 1 ml de la muestra.

Fase 3. Determinación del Umbral Medio Hedónico.

Se utilizó el Umbral Medio Hedónico o Hedonic Mean Threshold (HMT) por su nombre en inglés. Con los resultados de la evaluación preliminar de dulzura de la fase 1 se definieron para el estudio: una muestra control con 10%, muestras con niveles de 9.5, 9, 8.75, 8.5 y 8% de azúcar, para tres niveles de viscosidad (0.00, 0.08 y 0.15% de goma xanthan) que fueron elegidos de acuerdo a resultados de la segunda medición reométrica, cada nivel de viscosidad corresponde a cada sesión.

Se prepararon las muestras correspondientes a las tres sesiones el día anterior a la sesión 1, las muestras se almacenaron en el cuarto de refrigeración a 4 °C. Para cada una de las muestras se necesitó agua destilada a la cual se agregó Kool-Aid y azúcar, posteriormente se trasladó al agitador magnético por 10 minutos, y se agregó goma xanthan de acuerdo a los porcentajes (0.00, 0.08 y 0.15%) se uniformizó por un intervalo de 15 minutos en el agitador magnético (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de ingredientes utilizados en la preparación de muestras de la fase 3.

Dulzura (%)	Agua (ml)	Azúcar (g)	Kool-Aid (g)	Goma Xanthan (g)		
				S1 (0.00%)	S2 (0.08%)	S3 (0.15%)
10	1400	140	3.33	0	1.1	2.1
9.5	1400	133	3.33	0	1.1	2.1
9	1400	126	3.33	0	1.1	2.1
8.75	1400	122.5	3.33	0	1.1	2.1
8.5	1400	119	3.33	0	1.1	2.1
8	1400	112	3.33	0	1.1	2.1

S= Sesión, correspondiente a cada día.

ml= Mililitros

g= gramos

En la evaluación participaron 55 panelistas no entrenados (37 panelistas del género femenino y 18 masculinos) miembros de la Universidad de Tennessee, a los cuales se informó mediante correo electrónico la temática, producto a evaluar y la necesidad de asistir a tres sesiones para completar su participación.

Se sirvió de manera individual cada una de las muestras codificadas, iniciando siempre con la muestra de calentamiento (8.75% de azúcar), la cual se utilizó para familiarizar a los panelistas con el procedimiento de evaluación a realizar durante toda la sesión, la prueba de calentamiento tubo fines ilustrativos por lo cual no se incluyó en el análisis de datos.

Se sirvió y tapó las copas plásticas de 2 oz que contenían 25 ml de producto. El panel sensorial se realizó en horario matutino, iniciando a las 7:00 a.m. hora local en Knoxville, Tennessee, se sacaron las muestras del cuarto frío para climatizarlas a temperatura ambiente del laboratorio 22 °C, se sirvió 55 contenedores de papel con galletas oyster crackers, como limpiador de paladar y 55 vasos de 3 oz con agua, los horarios de recolección de datos fueron de 7:30 a.m. hasta las 13:00 p.m.

Se colocó un tablero con fichas de numeración de 1 hasta 55 en la entrada del laboratorio de análisis sensorial, mismo que contó con seis cabinas de evaluación contando cada cabina con un respectivo ipad, la dinámica para los panelistas consistió en ingresar a la cabina, llenar la hoja de consentimiento, posteriormente introducir su número en el ipad para dar inicio a la encuesta operada por el programa REDJADE ® se pidió a los panelistas usar una escala hedónica de nueve puntos. Siendo uno (1) "me disgusta extremadamente" y nueve (9) "me gusta extremadamente" para evaluar: apariencia, sabor y aceptación general siendo este último atributo el de mayor interés. Se calificó la intensidad de dulzura una en escala de cinco puntos siendo uno (1) "demasiado débil" y cinco (5) "demasiado fuerte".

La dinámica en el interior del laboratorio consistió en servir en una bandeja en la cual se colocó una hoja de papel en blanco sobre las cuales se sirvió las muestras codificadas de manera individual iniciando por la muestra de calentamiento, el orden para servicio lo aleatorizó el programa, mostrándolo en dos monitores al interior del laboratorio. Una vez terminado el panel para cada una de las sesiones se trasladó muestras en vasos de precipitación de 50 ml rotulados con cada una de las concentraciones al laboratorio de propiedades físicas, donde se realizó la medición reométrica por triplicado de 1.3 ml para cada concentración, se utilizó el refractómetro para confirmar las concentraciones de azúcar con 1 ml de la muestra.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Fase 1. Establecimiento de niveles de viscosidad y dulzura: Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde los bloques fueron los panelistas, con seis tratamientos (10,8,6,4,2,0% azúcar). Los resultados fueron analizados mediante el programa Statistical Analysis Software SAS® versión 9.4, con una separación de medias Tukey (Probabilidad de 0.05).

Fase 2. Umbral de Diferencia: Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde los bloques fueron los panelistas, con arreglo factorial de 6 x 3 siendo los factores: seis porcentajes de azúcar (10, 9.5, 9, 8.75, 8.5, 8 %) y tres niveles de viscosidad (0.00, 0.08, 0.15 % xanthan), con un total de 18 tratamientos, usando una probabilidad de 0.05. Se realizó una prueba de Chi Cuadrado (χ^2) para cada uno de los niveles de dulzura con viscosidad mediante el programa Statistical Analysis Software SAS® versión 9.4. Se

realizó una regresión lineal para analizar la pendiente y el coeficiente de determinación R^2 , utilizando el programa JMP® versión 14.

Fase 3. Umbral Medio Hedónico: Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde los bloques fueron los panelistas, con un arreglo factorial de 5 x 3 siendo los factores: cinco porcentajes de azúcar (10, 9.5, 9, 8.5, 8 %) y tres niveles de viscosidad (0.00, 0.08, 0.15 % xanthan), con un total de 15 tratamientos, y usando una probabilidad de 0.05. Los resultados fueron analizados mediante los programas Statistical Analysis Software SAS® versión 9.4, y JMP® versión 14 a través de una separación de medias Tukey (Probabilidad de 0.05), se realizó una correlación de aceptación general con sabor y apariencia utilizando el programa Statistical Analysis Software SAS® versión 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Establecimiento de niveles de viscosidad y dulzura.

Evaluación preliminar de dulzura. Existió diferencia significativa entre niveles de azúcar en la aceptación por parte de los panelistas ($P < 0.05$) (Cuadro 3). Se evidenció que a niveles de 10, 8 y 4% de azúcar se generó mayor aceptación por parte de los panelistas, ubicándose en calificaciones de “me gusta mucho” y “me gusta ligeramente” respectivamente, mientras que las muestras con 2 y 0% de azúcar fueron las que obtuvieron menor aceptación en los panelistas con calificaciones de “me disgusta moderadamente” y “me disgusta mucho” respectivamente.

En la calificación del nivel de dulzura de la muestra, existió diferencia significativa entre muestras ($P < 0.05$) (Cuadro 3). Es posible identificar que los panelistas otorgaron una mayor calificación (10 y 9) a las muestras más dulces, correspondiente a 10 y 8% de azúcar respectivamente, mismas que fueron estadísticamente iguales, mientras que las muestras correspondientes a 0 y 2% de azúcar tuvieron las calificaciones más bajas (1 y 2) de todas las muestras, no obstante las muestras correspondientes a 8, 6 y 4% de azúcar también fueron estadísticamente iguales, lo que indica que los panelistas tuvieron la capacidad de detectar cambios mínimos en la intensidad de dulzura ya que estos se dieron cada dos puntos porcentuales de azúcar.

Cuadro 3. Resultado de análisis de aceptación para el atributo de dulzura.

% azúcar	Aceptacion dulzura	Calificación dulzura
	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
10	7.67 \pm 0.52 ^a	10.32 \pm 2.25 ^a
8	6.33 \pm 0.82 ^{ab}	9.07 \pm 2.37 ^{ab}
6	4.83 \pm 2.32 ^{bc}	5.88 \pm 2.30 ^b
4	5.67 \pm 1.03 ^{abc}	6.87 \pm 2.69 ^b
2	3.50 \pm 1.38 ^{cd}	2.37 \pm 2.36 ^c
0	2.33 \pm 1.21 ^d	1.13 \pm 1.39 ^c
%C.V.	24.42	31.59

^{a-d} Medias seguidas con letra diferente en cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

D.E= Desviación estándar

%C.V. = Coeficiente de variación

Aceptación= Escala hedónica de 9 puntos, siendo uno (1) “me disgusta extremadamente” y nueve (9) “me gusta extremadamente”

Calificación= Rango en la escala de 0 a 15

De acuerdo a Sancho *et al.* (2002), el azúcar es un estimulante primario para la detección del sabor dulce, dicho sabor es detectado por el sentido del gusto siendo la lengua el órgano que lo detecta específicamente en la punta. La preferencia por muestras dulces es algo innato, siendo normal que los panelistas sean capaces de detectar cambios a diferentes niveles de dulzura debido a que hubo una variación en los porcentajes de azúcar en las muestras.

Yuan *et al.* (2016), en un estudio de reducción gradual del porcentaje de azúcar en bebidas, encontraron que solo en el Reino Unido el consumo anual estimado de bebidas azucaradas ha aumentado en al menos 400 millones de litros durante la última década, manteniéndose constantemente alto en el período 2010 al 2013, con estos antecedentes se puede explicar que es normal la tendencia se los panelistas a otorgar mejor calificación a muestras más dulces.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó continuar la investigación con niveles de azúcar entre 10 y 8%, siendo 10% el control, y 9.5, 9, 8.75, 8.5 y 8% muestras con reducción de azúcar.

Evaluación reométrica preliminar de viscosidad. Las muestras con 0.00, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.15, 0.25% de goma xanthan se midieron en el reómetro, se pudo apreciar que el nivel de viscosidad en general sube gradualmente a medida que aumenta el porcentaje de goma xanthan, con una excepción en 0.08 y 0.15% que no obtuvieron un incremento continuo, al tratarse de una diferencia muy pequeña en cuanto a la cantidad de gelificante utilizado entre muestras no representa un cambio tan pronunciado en estos puntos (Figura 1).

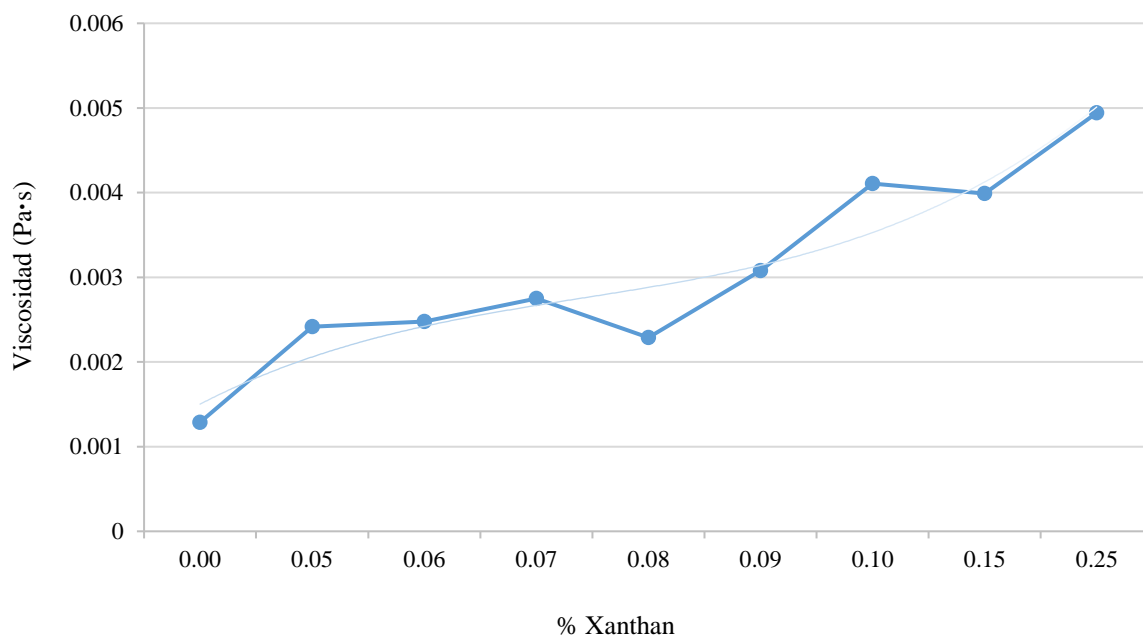


Figura 1. Curva de viscosidad preliminar.

Evaluación preliminar de azúcar y viscosidad sobre el efecto reométrico. Se determinó trabajar con tres concentraciones de goma xanthan (0.00, 0.08 y 0.25%) las cuales se midieron por triplicado en el reómetro, cada nivel de viscosidad contó con seis niveles de azúcar iniciando en 5% e incrementando en 1% hasta llegar a 10% de azúcar (Figura 2), se tomó el 0.08% de goma xanthan, como punto de referencia para comparar las diferencias con los otros niveles de viscosidad (0.00 y 0.25%). Entre 0.08 y 0.00% se obtuvo una diferencia de viscosidad promedio alrededor de 0.003499 Pa·s la cual no fue tan acentuada en comparación a la diferencia promedio entre 0.08 y 0.25% de 0.013925 Pa·s, excediendo cuatro veces la diferencia entre 0.08 y 0.00% de viscosidad, al existir diferencias muy acentuadas entre los niveles de viscosidad podría influir en una diferenciación inmediata en las respuestas de los panelistas.

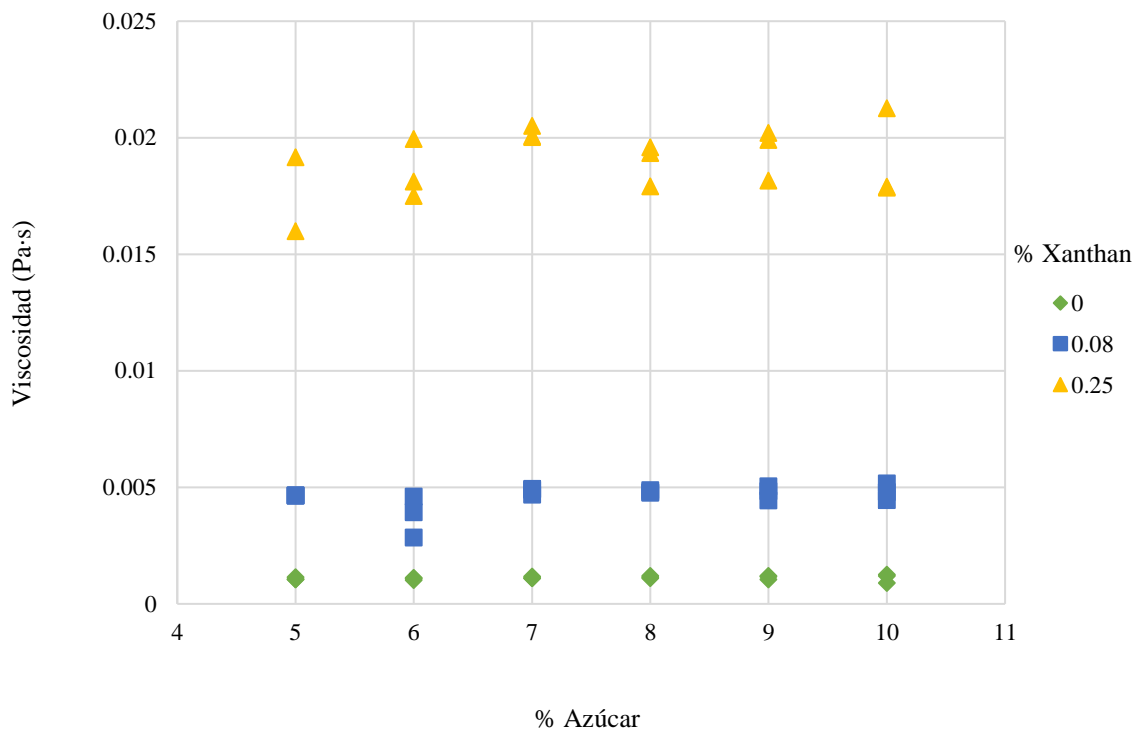


Figura 2. Curva de viscosidad preliminar con incremento en el nivel de azúcar.

Bourne (2002), indica que las propiedades reológicas juegan un rol importante en la aceptación de los productos para la industria alimentaria en atributos como sabor y el sentido del tacto, donde el panelista puede generar una idea acerca de las cualidades texturales del producto recibiendo estímulos que serán transformados en sensaciones las interpretadas e integradas con experiencias para generar percepciones por parte del panelista, el cual detectará con mayor facilidad cambios en textura o viscosidad del producto.

Se identificó que las viscosidades de 0.00, 0.08 y 0.25% de goma xanthan se mantienen constantes a diferentes porcentajes de azúcar, manteniendo las de la bebida en rangos similares.

Debido a la diferencia de 0.013925 Pa·s entre las dos viscosidades más altas 0.08 y 0.25%, se decidió evaluar muestras con valores intermedios 0.15 y 0.20% de goma xanthan por triplicado, para reducir la diferencia de viscosidad entre muestras, las dos nuevas mediciones se compararon con los niveles de la segunda medición donde según la gráfica (Figura 3) se observa que estos dos valores efectivamente se posicionaron en un nivel entre 0.08 y 0.25%.

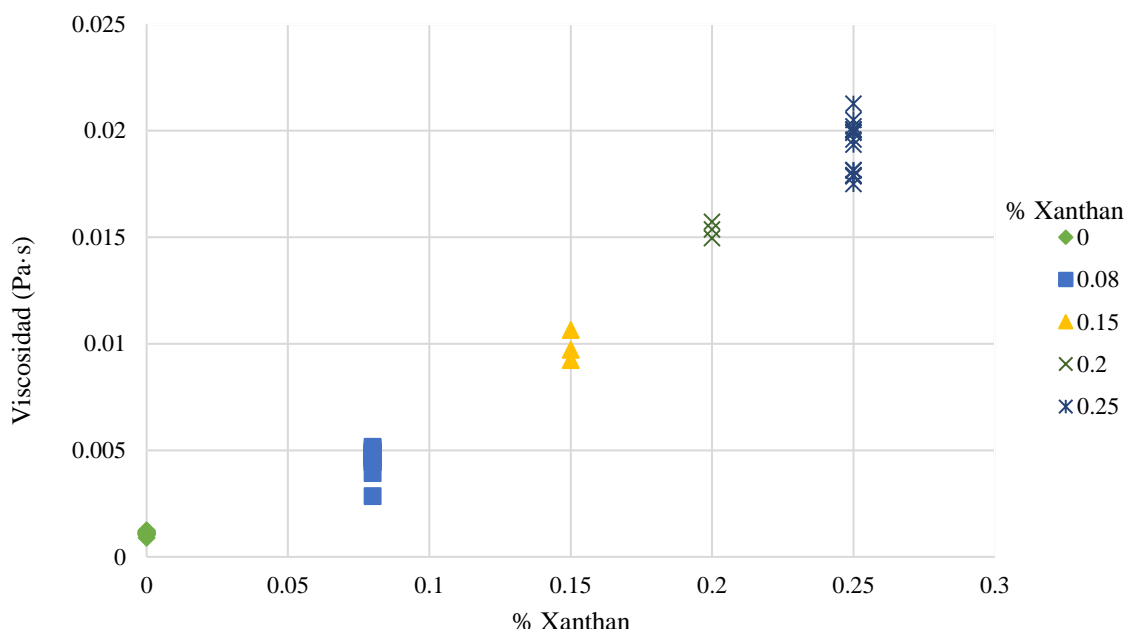


Figura 3. Curva preliminar con incrementos en la viscosidad.

Se decidió utilizar los porcentajes de 0.00, 0.08 y 0.15% de goma xanthan para el desarrollo de la investigación, tomando en consideración rango de aplicación que posee la goma xanthan de 0.05 a 0.8% del producto. Las diferencias entre estos niveles de viscosidad oscilan alrededor de 0.005 Pa·s al comparar el 0.08% de viscosidad con las otras concentraciones 0.00 y 0.15%. Los porcentajes se eligieron por el hecho de que se trabajará con una bebida, al incrementar concentraciones pequeñas no gelificará el producto, mismo que es preparado con agua a temperatura ambiente o refrigerada, la goma xanthan tiene la capacidad de ser incorporada a estas temperaturas (Myhrvold *et al.* 2011).

Fase 2. Umbral de Diferencia.

Se sirvió de manera pareada el control (10%) con cada una de las muestras con reducción de azúcar, al servir 10% con 9.5% de azúcar, a 0.00% xanthan, las respuestas correctas no fueron significativamente mayores a las incorrectas (χ^2 $P > 0.05$). En los demás casos sí existió diferencia significativa χ^2 $P < 0.05$, indicando que las personas pudieron elegir la

muestra más dulce. Al parear el control 10% con 8% de azúcar a 0.00 y 0.15% viscosidad, todos los panelistas eligieron correctamente la muestra más dulce (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados del análisis Chi Cuadrado (χ^2) en el umbral de diferencia.

Viscosidad (%)	Muestras (% azúcar)	Correcto	Incorrecto	Pr > ChiSq
0.00	10 - 9.5	30	20	0.1573
0.00	10 - 9	40	10	<.0001
0.00	10 - 8.75	25	5	0.0003
0.00	10 - 8.5	46	4	<.0001
0.08	10 - 9.5	36	14	0.0019
0.08	10 - 9	35	15	0.0047
0.08	10 - 8.75	24	6	0.001
0.08	10 - 8.5	42	8	<.0001
0.08	10 - 8	19	1	<.0001
0.15	10 - 9.5	32	18	0.0477
0.15	10 - 9	42	8	<.0001
0.15	10 - 8.75	26	4	<.0001
0.15	10 - 8.5	39	11	<.0001

La regresión para la línea de la pendiente se definió para cada una de las sesiones, al comparar las muestras reducidas en azúcar con la muestra control, se encontró un comportamiento normal (Figura 4), se identificó que conforme se reducía el contenido de azúcar la cantidad de respuestas correctas incrementaron, manteniéndose ese comportamiento en las tres sesiones. Las pendientes muestran el comportamiento de las respuestas correctas a medida que se reduce el porcentaje de azúcar, el R^2 es una medida relativa del grado de asociación lineal o de efecto a las variables explicativas entre reducción de azúcar y el porcentaje de respuestas correctas donde las muestras con 0.00% de viscosidad fueron las que presentaron el R^2 mas alto 0.9593, el 0.00% presentó el R^2 menor de las tres sesiones 0.8043 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de análisis estadístico.

	0.00%	0.08%	0.15%
Pendiente	26.40	16.60	21.20
R^2	0.96	0.85	0.80

R^2 = Coeficiente de determinación

En la medición reométrica se pudo observar que el porcentaje de azúcar no tiene una influencia hacia la viscosidad del producto (Figura 5), se observó un comportamiento constante entre las muestras con reducción de azúcar a través de las diferentes viscosidades.

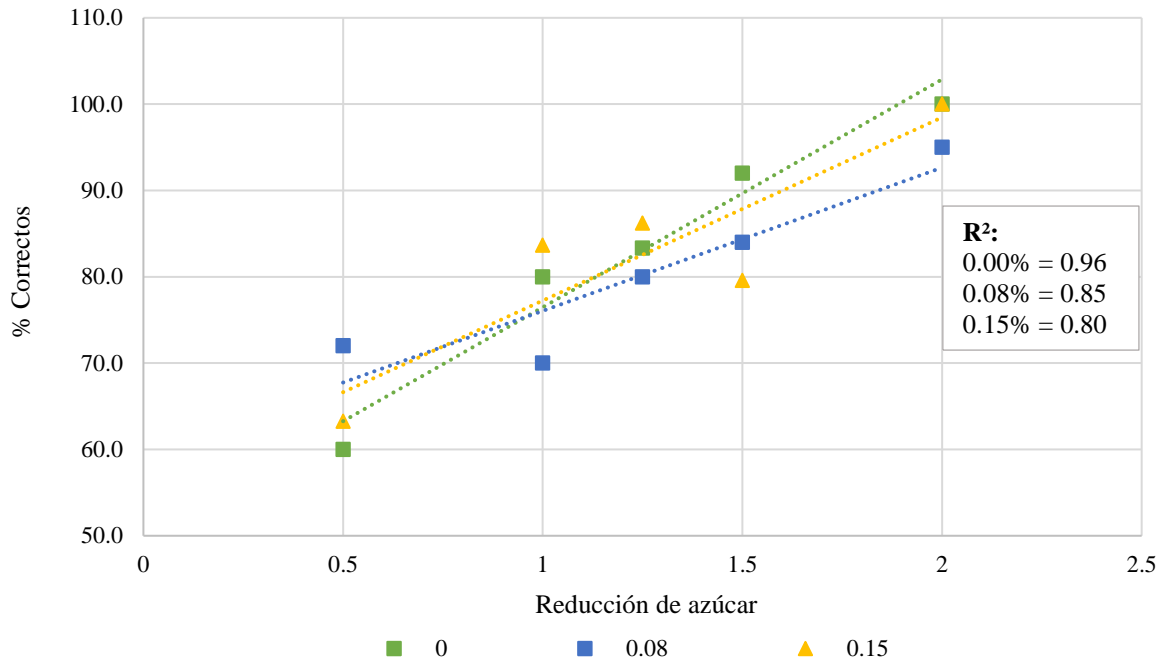


Figura 4. Regresión lineal de la viscosidad influenciada por el porcentaje de respuestas correctas en la reducción de azúcar.

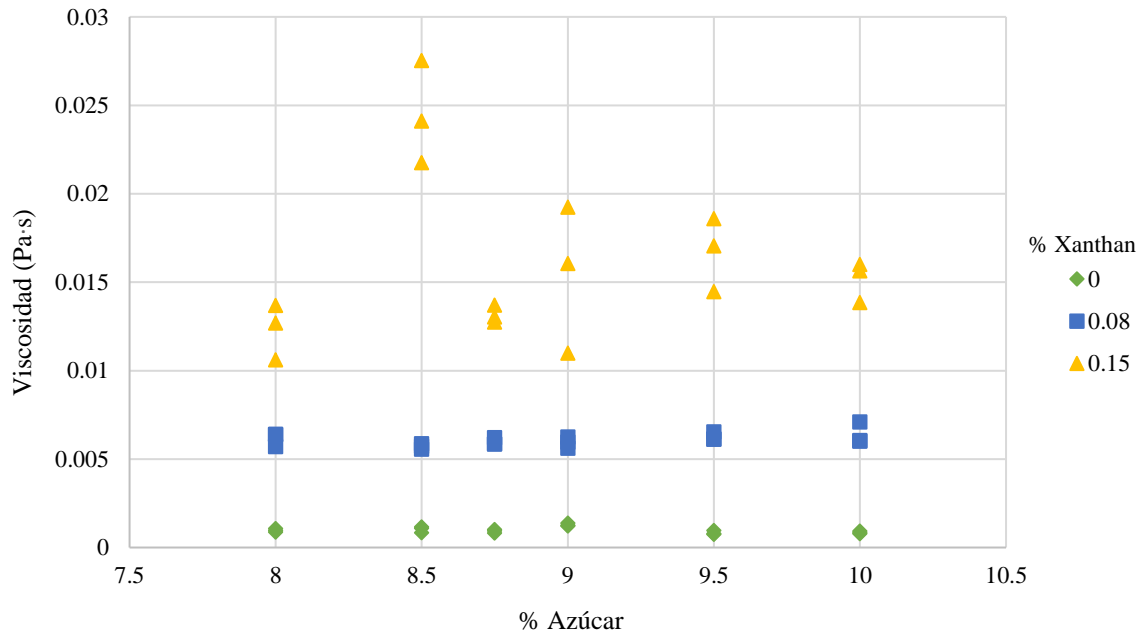


Figura 5. Medición reométrica en niveles de azúcar a viscosidades constantes.

Filho *et al.* (2015), en un estudio de reducción de azúcar en jugo de uva encontraron que los consumidores eligieron la muestra control como la más dulce alrededor de todas las muestras con reducción de azúcar, esto se debe a que las reducciones de azúcar fueron de un 2% entre cada muestra, volviendo más perceptible al panelista detectar la muestra más

dulce al servir las en forma pareada, contrario a esta investigación la cual demuestra que al probar con reducciones más pequeñas en el porcentaje de azúcar (0.5%) entre muestras, se incrementa el nivel de dificultad de selección de la muestra más dulce a medida que esta se acerca al control.

Según Santagiuliana *et al.* (2018), las respuestas sensoriales mediante el gusto generan una experiencia en la estimulación del panelista, asociando los cambios en viscosidad al contraste en la percepción de textura, lo cual concuerda con lo observado en este estudio donde a medida que los panelistas probaron cada una de las muestras se fueron familiarizando con la viscosidad, teniendo comportamientos similares en las tres sesiones, las concentraciones de goma xanthan no generaron cambios tan drásticos en la viscosidad del producto.

Fase 3. Umbral Medio Hedónico.

Sabor. El atributo sabor no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en las muestras con diferentes niveles de dulzura. A concentraciones de 0.00 y 0.08% de goma xanthan, se situó entre “me gusta levemente” y “me gusta moderadamente”, contrario al mayor nivel de viscosidad 0.15% donde sí existió diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo 10, 9.5 y 9% la mejor calificación “me gusta moderadamente”, por su parte 10, 9, 8.5 y 8% de azúcar tuvieron menor aceptación “no me gusta ni me disgusta” y “me gusta levemente”.

Al comparar cada porcentaje de dulzura en los tres niveles de viscosidad, no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) manifestando que la viscosidad no influyó en la aceptación de los panelistas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Evaluación del atributo sabor a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.

% Azúcar	Media \pm D.E.		
	0.00% Xanthan	0.08% Xanthan	0.15% Xanthan
10	6.29 \pm 1.59 ^{a A}	6.38 \pm 1.87 ^{a A}	6.22 \pm 1.62 ^{ab A}
9.5	6.11 \pm 1.86 ^{a A}	6.47 \pm 1.69 ^{a A}	6.53 \pm 1.51 ^{a A}
9	6.53 \pm 1.97 ^{a A}	6.04 \pm 1.61 ^{a A}	6.09 \pm 1.48 ^{ab A}
8.5	6.31 \pm 1.44 ^{a A}	6.42 \pm 1.82 ^{a A}	5.73 \pm 1.92 ^{b A}
8	6.17 \pm 1.54 ^{a A}	6.00 \pm 1.82 ^{a A}	5.73 \pm 1.83 ^{b A}
%C.V.	21.33	21.70	20.88

^{a-b} Medias seguidas con letras minúsculas diferente en cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^A Medias seguidas con letra mayúscula igual en cada fila son estadísticamente iguales ($P > 0.05$)

D.E. = Desviación estándar

%C.V. = Coeficiente de variación

Escala hedónica de 9 puntos, siendo uno (1) “me disgusta extremadamente” y nueve (9) “me gusta extremadamente”

De acuerdo a Santagiuliana *et al.* (2018), cuando los consumidores son expuestos a alimentos con varias clases de estímulos, en este caso los porcentajes de dulzura a las tres viscosidades, se puede generar una varianza a largo plazo en la aceptación del producto, ya que mientras aumenta la complejidad en la viscosidad o textura del alimento disminuye la ingesta y aceptación del mismo, lo cual se evidenció en esta investigación al incrementar la viscosidad a 0.15% disminuyó la aceptación por parte de los consumidores al momento de reducir la concentración de azúcar.

Apariencia. Se obtuvo como resultado en este atributo que a los tres niveles de viscosidad no existió diferencia significativa entre las muestras con diferentes porcentajes de azúcar, situándose entre “me gusta ligeramente” y “me gusta moderadamente”. Al comprar cada porcentaje de dulzura en los tres niveles de viscosidad, no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Evaluación del atributo apariencia a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.

% Azúcar	Media \pm D.E.		
	0.00% Xanthan	0.08% Xanthan	0.15% Xanthan
10	6.67 \pm 1.07 ^{a A}	6.69 \pm 1.33 ^{a A}	6.56 \pm 1.48 ^{a A}
9.5	6.65 \pm 1.09 ^{a A}	6.62 \pm 1.45 ^{a A}	6.47 \pm 1.46 ^{a A}
9	6.80 \pm 1.08 ^{a A}	6.65 \pm 1.29 ^{a A}	6.58 \pm 1.46 ^{a A}
8.5	6.73 \pm 1.08 ^{a A}	6.69 \pm 1.46 ^{a A}	6.54 \pm 1.51 ^{a A}
8	6.78 \pm 0.96 ^{a A}	6.56 \pm 1.32 ^{a A}	6.58 \pm 1.56 ^{a A}
%C.V.	7.98	10.79	10.22

^a Medias seguidas con letra minúscula igual en cada columna son estadísticamente iguales ($P>0.05$)

^A Medias seguidas con letra mayúscula igual en cada fila son estadísticamente iguales ($P>0.05$)

D.E. = Desviación estándar

%C.V. = Coeficiente de variación

Escala hedónica de 9 puntos, siendo uno (1) “me disgusta extremadamente” y nueve (9) “me gusta extremadamente”

El Kool-Aid tiene al colorante como el cuarto ingrediente de mayor porcentaje en la formulación, generando una apariencia muy similar en las muestras, además, los porcentajes utilizados de goma xanthan no tuvieron la capacidad de alterar la apariencia del producto ya que se agregaron en pequeñas concentraciones (Myhrvold *et al.* 2011), estos factores ocasionaron que no ocurrieran cambios sensorialmente perceptibles por parte de los panelistas, debido a que no se realizó un análisis instrumental en el cual se trabaja con factores totalmente distintos a los que los panelistas pueden detectar al momento de analizar un producto.

Aceptación general. Fue el atributo de mayor relevancia en esta parte de la investigación, en las muestras con diferentes niveles de dulzura a concentraciones de 0.00 y 0.08% de

goma xanthan no hubo diferencia significativa ($P>0.05$), en las muestras con 0.15% de goma xanthan sí existió diferencia significativa ($P<0.05$) donde 10, 9.5 y 9% de azúcar tuvieron mayor aceptación “me gusta ligeramente”, por su parte las menores aceptaciones se reportaron entre “me gusta ligeramente” y “no me gusta ni me disgusta”. Al comprar cada porcentaje de dulzura para los tres niveles de viscosidad, no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en viscosidad para las muestras de 10 y 9.5% de azúcar, las viscosidades en las muestras con 9, 8.5 y 8% de azúcar si tuvieron diferencia significativa ($P<0.05$), a viscosidades de 0.00 y 0.08% xanthan disminuye la aceptación del consumidor (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación de la aceptación general a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.

% Azúcar	Media \pm D.E.		
	0.00% Xanthan	0.08% Xanthan	0.15% Xanthan
10	6.40 \pm 1.53 ^{a A}	6.11 \pm 1.97 ^{a A}	6.04 \pm 1.74 ^{ab A}
9.5	6.26 \pm 1.68 ^{a A}	6.33 \pm 1.82 ^{a A}	6.18 \pm 1.76 ^{a A}
9	6.62 \pm 1.79 ^{a A}	6.05 \pm 1.81 ^{a AB}	6.02 \pm 1.63 ^{ab B}
8.5	6.07 \pm 1.49 ^{a A}	6.40 \pm 1.83 ^{a AB}	5.46 \pm 1.98 ^{b B}
8	6.11 \pm 1.59 ^{a A}	5.95 \pm 1.84 ^{a AB}	5.42 \pm 1.89 ^{b B}
%C.V.	20.92	22.15	20.28

^{a-b} Medias seguidas con letras minúsculas diferentes en cada columna son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^{A-B} Medias seguidas con letras mayúsculas diferentes en cada fila son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

D.E. = Desviación estándar

%C.V. = Coeficiente de variación

Escala hedónica de 9 puntos, siendo uno (1) “me disgusta extremadamente” y nueve (9) “me gusta extremadamente”

La viscosidad influyó en la aceptación general, se observó que en 0.00 y 0.08% xanthan no hay efecto en la reducción de azúcar para la aceptación general, es decir que los panelistas no encontraron mayor diferencia a través de las muestras a diferentes porcentajes de azúcar, contrario al 0.15% xanthan donde la reducción de azúcar generó una disminución en aceptación general de los panelistas con respecto a las otras viscosidades donde es posible observar que al reducirse al 9% de azúcar empieza a ocurrir una reducción en la aceptación general (Figura 6).

En estudios de reducción de azúcar en jugo de uva realizado por Filho *et al.* (2015), encontraron que al reducir dicho producto de 9% (muestra control) a 6.78% de azúcar se generó un umbral donde empieza a ocurrir reducción en la aceptación general del producto, lo cual se evidenció en esta investigación al bajar de la muestra control 10% a 9% de azúcar.

Según Stieger y Van de Velde (2013), los alimentos líquidos actúan como lubricante en el área de contacto entre la lengua y el paladar generando cambio en las percepciones de

viscosidad al momento de la sensación bucal, es ahí donde los panelistas pueden detectar cambios en las viscosidades, donde la aceptación general se reduce a medida que la viscosidad incrementa.

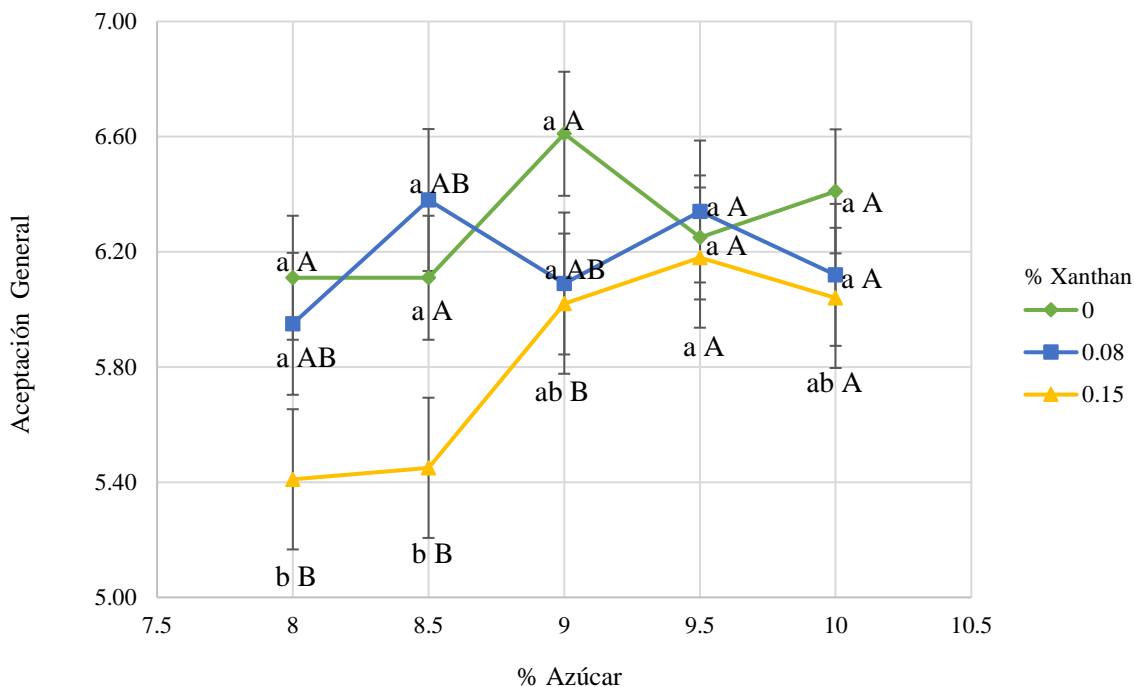


Figura 6. Representación gráfica de separación de medias con desviación estándar en aceptación general.

Letras minúsculas a-b muestran separación de medias entre dulzura a cada nivel de viscosidad. Letras mayúsculas A-B muestran separación de medias entre viscosidad a cada nivel de dulzura.

Correlación. La correlación de aceptación general con sabor fue alta (>0.7) de 0.82%, 0.908% y 0.83% en 0.00, 0.08 y 0.15% xanthan respectivamente. El grado de relación que representa apariencia sobre la aceptación general fue baja (<0.5) de 0.25%, 0.49% y 0.49% en 0.00, 0.08 y 0.15% viscosidad respectivamente (Cuadro 9). Con lo que se demuestra que el sabor tiene mayor aceptación que la apariencia sobre la aceptación.

Cuadro 9. Correlación entre aceptación general con sabor y apariencia.

Atributo	Aceptación General		
	0.00% Xanthan	0.08% Xanthan	0.15% Xanthan
Sabor	0.82 <.0001	0.91 <.0001	0.83 <.0001
Apariencia	0.25 <.0001	0.49 <.0001	0.47 <.0001

En la medición reométrica se pudo observar que el porcentaje de azúcar no tiene una influencia en la viscosidad del producto (Figura 7), se observó un comportamiento constante entre las muestras con reducción de azúcar a través de las diferentes viscosidades.

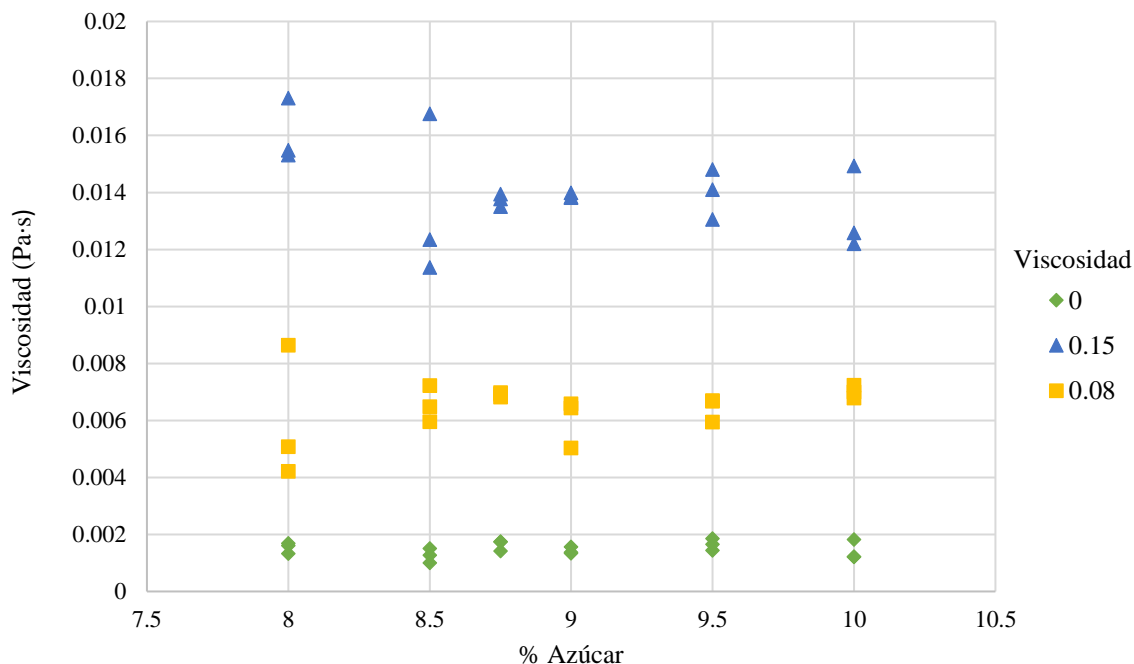


Figura 7. Medición reométrica en niveles de azúcar a viscosidades constantes.

Percepción de dulzura. Al evaluar cada nivel de dulzura en una viscosidad, se obtuvo como resultado que sí existió diferencia significativa en los tres niveles de xanthan ($P < 0.05$). El nivel de dulzura en general tuvo una calificación entre “ligeramente fuerte” y “ni fuerte ni débil”, las cuales fueron estadísticamente diferentes entre sí a la misma viscosidad: 0.00, 0.08, 0.15% xanthan respectivamente, en 0.00 y 0.08% xanthan tuvieron mejores calificaciones muestras con mayores cantidades de azúcar (10, 9.5, 9%), mientras que a 0.15% xanthan únicamente tuvieron mejores calificaciones 10 y 9% de azúcar, se identificó por su parte que la calificaciones más bajas se las tres viscosidades se situaron en 9, 8.5y 8% de azúcar, identificando que los panelistas pueden detectar y diferenciar intensidades de dulzura a medida que estas cambian. Al comparar cada porcentaje de dulzura a través de los tres niveles de viscosidad, se evidenció que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$), indicando que la viscosidad no influencia en la calificación de dulzura de las muestras (Cuadro 10).

Filho *et al.* (2018), en su investigación en reducción de azúcar en jugo de uva encontraron que los panelistas califican mejor las muestras a medida que el nivel de azúcar aumenta y se acerca al control, esto es debido a las tendencias actuales de alto consumo de bebidas edulcoradas a nivel mundial (Yuan *et al.* 2016).

Cuadro 10. Evaluación de la percepción de dulzura a tres niveles de viscosidad y cinco porcentajes de azúcar.

% Azúcar	Media ± D.E.		
	0.00% Xanthan	0.08% Xanthan	0.15% Xanthan
10	3.22 ± 0.96 ^{ab A}	3.44 ± 0.90 ^{a A}	3.47 ± 0.90 ^{a A}
9.5	3.47 ± 0.96 ^{a A}	3.15 ± 0.85 ^{ab A}	3.24 ± 0.77 ^{ab A}
9	3.16 ± 0.74 ^{abc A}	3.09 ± 1.02 ^{abc A}	3.00 ± 0.82 ^{bc A}
8.5	3.06 ± 1.01 ^{bc A}	3.07 ± 0.77 ^{bc A}	2.87 ± 0.94 ^{c A}
8	2.83 ± 0.92 ^{c A}	2.76 ± 0.96 ^{c A}	2.93 ± 1.09 ^{bc A}
%C.V.	21.92	22.26	21.21

^{a-c} Medias seguidas con letras minúsculas diferentes en cada columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^A Medias seguidas con letra mayúscula igual en cada fila son estadísticamente iguales (P>0.05)

D.E. = Desviación estándar

%C.V. = Coeficiente de variación

Escala de cinco puntos siendo uno (1) "demasiado débil" y cinco (5) "demasiado fuerte"

4. CONCLUSIONES

- Los panelistas presentaron mayor aceptación hacia muestras con mayor dulzura, entre 10 y 8% de azúcar, y el nivel de diferencia entre viscosidades fue muy similar a 0.00, 0.08 y 0.15% de goma xanthan.
- La viscosidad no influyó en la capacidad de detección de reducción de azúcar; a medida que se incrementó el nivel de dulzura, aumentó el grado de dificultad en la elección de la muestra más dulce.
- Al 9% de azúcar se generó un umbral donde se evidenciaron cambios perceptibles en aceptación general a viscosidad alta 0.15% xanthan, lo cual no ocurrió a 0.00 y 0.08% xanthan.
- El sabor fue el atributo que tiene una mayor influencia en la aceptación general del consumidor.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar experimentos con una mayor separación entre los niveles de dulzura para evaluar el umbral de rechazo del consumidor o por su nombre en inglés Consumer Rejection Threshold (CRT) y el umbral de aceptación del consumidor o Consumer Acceptance Threshold (CAT) por su nombre en inglés.
- Evaluar muestras a diferentes temperaturas para determinar si la viscosidad tiene una mayor influencia en la percepción de dulzura en los panelistas.
- Cambiar tonalidades en el producto para determinar si la apariencia tiene una mayor influencia sobre la aceptación general.

6. LITERATURA CITADA

Amerine M, Pangborn R, Roessler E. 1965. Principles of sensory evaluation of food. 1a ed. Nueva York (Estados Unidos de América): Academic press. 601p.

Bourne M. 2002. Food texture and viscosity: Concept and measurement. 2a ed. Nueva York (Estados Unidos de América): Academic press. 427p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 1994. Codex alimentarius: Sugars, cocoa products and chocolate and miscellaneous products. 2a ed. Roma (Italia): Secretariat of the FAO/WHO. 205p.

Filho T, Della S, Minim L, Navarro R, Rodrigues V. 2018. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the hedonic rejection threshold. Journal of sensory studies. 33(1): 1-13.

Filho T, Rodrigues V, Navarro R, Della S, Minim L. 2015. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. Food research international. 76(1): 561-566.

Furtado I, André H. 2015. Passion fruit with different sweeteners: sensory profile by descriptive analysis and acceptance. Food science and nutrition. 3(2): 129-139.

Hernandez E. 2005. Evaluación sensorial. 1a ed. Bogotá (Colombia): Universidad nacional abierta y a distancia. 128p.

KHC (Kraft Heinz Company). 2018. Products: Kool-aid tropical punch drink powder. [internet]. Estados Unidos de América: KHC; [Consultado 2018 mar 09]. <http://www.kraftrecipes.com/products/kool-aid-tropical-punch-drink-m-921.aspx>

Lawless H, Heymann H. 1998. Sensory evaluation of food: Principles and practices. 1a ed. Nueva York (Estados Unidos de América): International Thompson Publishing. 819p.

McClure S. 2008. Examination of the subject defined 2-AFC [Tesis]. Universidad de Cornell- Estados Unidos de América. 95p.

Meilgaard C, Civille G, Carr T. 2016. Sensory evaluation techniques. 5a ed. Nueva York (Estados Unidos de América): CRC Press- Taylor and Francis group. 600p.

Myhrvold N, Yung C, Bilet M. 2011. Modernist cuisine. 1a ed. Washington (Estados Unidos de América): The cooking lab LLC. 424p.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2015. Nota informativa sobre azúcares recomendada en la directriz de la OMS para adultos y niños. [internet]. Suiza: OMS; [Consultado 2018 may 23]. http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugar_intake_information_note_es.pdf?ua=1

Ramirez J. 2012. Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. Revista reciteia. 12(1): 83-102.

Rogers L. 2017. Discrimination testing in sensory science. 1a ed. Cambridge (Estados Unidos de América): Woodhead publishing. 500p.

Sancho J, Bota E, de Castro J. 2002. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. 1a ed. Barcelona (España): Ediciones de la universidad de Barcelona. 336p.

Santagiuliana M, Piqueras B, Van der Linder E, Stieger M, Scholten E. 2018. Mechanical properties affect detectability of perceived texture contrast in heterogeneous food gels. Food hydrocolloids. 80(1): 254-263.

SADM (Servicio de Agua y Drenaje Monterrey). 2011. Beneficios del consumo de agua destilada. [internet]. México: SADM; [Consultado 2018 jun 01]. <https://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=155>

Spence C, Piqueras B. 2016. Oral-somatosensory contributions to flavor perception and the appreciation of food and drink pdf. 1a ed. Oxford (Reino Unido): Universidad de Oxford. 21p.

Stieger M, and Van de Velde F. 2013. Microstructure, texture and oral processing: New ways to reduce sugar and salt in foods pdf. 1a ed. Wageningen (Países Bajos): Universidad Wageningen. 15p.

UTK (University of Tennessee-Knoxville). 2018. Institutional review board. [internet]. Estados Unidos de América: UTK; [Consultado 2018 feb 26]. <https://irb.utk.edu/>

Yuan M, He F, Yin Y, Hashem K, MacGregor G. 2016. Gradual reduction of sugar in soft drinks without substitution as a strategy to reduce overweight, obesity, and type 2 diabetes: a modelling study. *Lancet Diabetes Endocrinol*; [Consultado 2018 may 23] 4(1): 105-114. [eng. https://www.thelancet.com/pdfs/journals/landia/PIIS2213-8587\(15\)00477-5.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/landia/PIIS2213-8587(15)00477-5.pdf)

7. ANEXOS

Anexo 1. Correo de reclutamiento.

Correo 1.

Tema: Sensorial de Kool-Aid

Estamos buscando personas para participar en un estudio que evalué el nivel de dulzura en una bebida con sabor a ponche de frutas en [fechas] desde [hora].

Esta prueba será en tres sesiones, cada sesión requiere no más de 20 minutos para ser completada una vez que haya iniciado. Al completar la prueba recibirá una tarjeta de regalo de \$ 10.

Si desea participar, vaya al siguiente enlace.

[Enlace para la encuesta]

Gracias por sus respuestas,
UT Centro Sensorial

Correo 2.

Tema: Sensorial de Kool-Aid

Estamos buscando personas para participar en un estudio que evalué el nivel de dulzura en una bebida con sabor a ponche de frutas en [fechas] desde [hora].

Esta prueba será en tres sesiones, cada sesión requiere no más de 20 minutos para ser completada una vez que haya iniciado. Al completar la prueba recibirá una tarjeta de regalo de \$ 20.

Si desea participar, vaya al siguiente enlace.

[Enlace para la encuesta]

Gracias por sus respuestas,
UT Centro Sensorial

NÚMERO IRB: UTK IRB-18-04341-XP
IRB FECHA DE APROBACIÓN: 03/05/2018

Anexo 2. Formulario de consentimiento: prueba discriminatoria.

Declaración informativa de consentimiento Dulzura en una bebida

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación recopilará información sobre la dulzura de diferentes variaciones de Kool-Aid.

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO

La prueba completa tomará 3 sesiones, cada una de aproximadamente 20 minutos. Las 3 sesiones se llevarán a cabo en diferentes días. Se le pedirá que evalúe varias muestras de una bebida de ponche de frutas para obtener dulzura.

RIESGOS

Los riesgos asociados con este estudio son mínimos y no se encuentran en la vida cotidiana. Sin embargo, al igual que con cualquier alimento / bebida, existe el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. Además, es posible que los datos recopilados como parte de este estudio se hagan públicos a través de una publicación de datos.

BENEFICIOS

Los hallazgos de este estudio se utilizarán para comprender mejor cómo los humanos perciben múltiples entradas sensoriales.

COMPENSACIÓN

Si completa este estudio, recibirá una tarjeta de regalo de \$ 10.

CONFIDENCIALIDAD

Sus respuestas no incluirán ninguna información identificable. Se le pedirá que firme una hoja al terminar la sesión para recibir su tarjeta de regalo. Los datos se almacenarán de forma segura y estarán disponibles solo para las personas que realizan el experimento. Según las reglamentaciones de la Universidad de Tennessee, los nombres y fechas de las personas que recibieron compensación por este proyecto pueden ser entregados a la oficina comercial para garantizar el uso adecuado de los fondos. No se hará referencia en los informes orales o escritos que podrían vincular a los participantes al estudio. Estos registros se conservarán durante 3 años.

INFORMACIÓN DEL CONTACTO

Si tiene preguntas en cualquier momento sobre este estudio o si tiene algún problema, puede comunicarse con Curtis Luckett, en cluckett@utk.edu. Si tiene preguntas sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con el Oficial de Cumplimiento IRB de la Universidad de Tennessee a utkirb@utk.edu o al (865) 974-7697.

PARTICIPACIÓN

Su participación es voluntaria, puede rechazar participar o finalizar su participación en cualquier momento sin penalización o pérdida de beneficios a los que de otra manera tenga derecho. Si se retira del estudio antes de que se complete la recopilación de datos, se borrarán sus datos.

CONSENTIMIENTO

He leído la información anterior. He recibido una copia de este formulario. Acepto participar en este estudio.

Nombre del participante (Impreso) _____

Firma del participante _____ Fecha _____

NÚMERO IRB: UTK IRB-18-04341-XP
IRB FECHA DE APROBACIÓN: 03/05/2018

Anexo 3. Formulario de consentimiento: prueba de aceptación.

Declaración informativa de consentimiento
Aceptación en una bebida

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación recopilará información sobre la dulzura de diferentes variaciones de Kool-Aid.

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO

La prueba completa tomará 3 sesiones, cada una de aproximadamente 20 minutos. Las 3 sesiones se llevarán a cabo en diferentes días. Se le pedirá que evalúe varias muestras de una bebida de ponche de frutas para obtener dulzura.

RIESGOS

Los riesgos asociados con este estudio son mínimos y no se encuentran en la vida cotidiana. Sin embargo, al igual que con cualquier alimento / bebida, existe el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. Además, es posible que los datos recopilados como parte de este estudio se hagan públicos a través de una publicación de datos.

BENEFICIOS

Los hallazgos de este estudio se utilizarán para comprender mejor cómo los humanos perciben múltiples entradas sensoriales.

COMPENSACIÓN

Si completa este estudio, recibirá una tarjeta de regalo de \$ 20.

CONFIDENCIALIDAD

Sus respuestas no incluirán ninguna información identificable. Se le pedirá que firme una hoja al terminar la sesión para recibir su tarjeta de regalo. Los datos se almacenarán de forma segura y estarán disponibles solo para las personas que realizan el experimento. Según las reglamentaciones de la Universidad de Tennessee, los nombres y fechas de las personas que recibieron compensación por este proyecto pueden ser entregados a la oficina comercial para garantizar el uso adecuado de los fondos. No se hará referencia en los informes orales o escritos que podrían vincular a los participantes al estudio. Estos registros se conservarán durante 3 años.

INFORMACIÓN DEL CONTACTO

Si tiene preguntas en cualquier momento sobre este estudio o si tiene algún problema, puede comunicarse con Curtis Luckett, en cluckett@utk.edu. Si tiene preguntas sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con el Oficial de Cumplimiento IRB de la Universidad de Tennessee a utkirb@utk.edu o al (865) 974-7697.

PARTICIPACIÓN

Su participación es voluntaria, puede rechazar participar o finalizar su participación en cualquier momento sin penalización o pérdida de beneficios a los que de otra manera tenga derecho. Si se retira del estudio antes de que se complete la recopilación de datos, se borrarán sus datos.

CONSENTIMIENTO

He leído la información anterior. He recibido una copia de este formulario. Acepto participar en este estudio.

Nombre del participante (Impreso) _____

Firma del participante _____ Fecha _____

NÚMERO IRB: UTK IRB-18-04341-XP
IRB FECHA DE APROBACIÓN: 03/05/2018

Anexo 4. Correlación de atributos a 0.00% viscosidad.

	APARIENCIA	SABOR	ACEPTACIÓN
APARIENCIA	1.00	0.21 0.0003	0.25 <.0001
SABOR	0.21 0.0003	1.00	0.82 <.0001
ACEPTACIÓN	0.25 <.0001	0.82 <.0001	1.00

Anexo 5. Correlación de atributos a 0.08% viscosidad.

	APARIENCIA	SABOR	ACEPTACIÓN
APARIENCIA	1.00	0.43 <.0001	0.49 <.0001
SABOR	0.43 <.0001	1.00	0.91 <.0001
ACEPTACIÓN	0.49 <.0001	0.91 <.0001	1.00

Anexo 6. Correlación de atributos a 0.15% viscosidad.

	APARIENCIA	SABOR	ACEPTACIÓN
APARIENCIA	1.00	0.43 <.0001	0.47 <.0001
SABOR	0.43 <.0001	1.00	0.83 <.0001
ACEPTACIÓN	0.47 <.0001	0.83 <.0001	1.00