

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Validación de las Pruebas Sensoriales de Aceptación por Medio
de Indicadores Electrofisiológicos

Trabajo de graduación presentado por Isabella Engelhardt Bran
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los
Alimentos

Guatemala,

2024

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



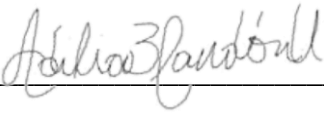
Validación de las Pruebas Sensoriales de Aceptación por Medio
de Indicadores Electrofisiológicos

Trabajo de graduación presentado por Isabella Engelhardt Bran
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los
Alimentos

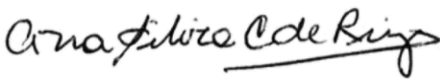
Guatemala,

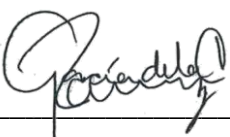
2024

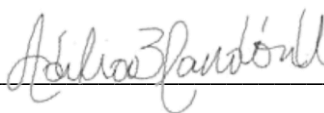
Vo. Bo:

(f) 
M.Sc. Adilia Blandón

Tribunal Examinador

(f) 
M.Sc. Ana Silvia Colmenares

(f) 
Dra. Claudia García de la Cadena

(f) 
M.Sc. Adilia Blandón

Fecha de aprobación:

Guatemala 9 de enero de 2024

Agradecimiento

Extiendo un agradecimiento especial a las personas que estuvieron a mi lado durante el proceso de elaboración del presente trabajo, mi familia y amigos cercanos, debido a que fueron un gran soporte durante todo el proceso. De igual manera, agradezco el apoyo de Javier Hernández, para la interpretación de datos; Ana Silvia Colmenares, Adilia Blandón y Claudia García de la Cadena, por guiarme y brindarme los conocimientos, apoyo y retroalimentación necesaria durante la presente investigación.

De igual manera, extiendo un agradecimiento a los 36 panelistas que participaron en la investigación, sin su apoyo, participación y cooperación este trabajo no podría haber sido posible.

Índice

Agradecimiento	v
Índice	vi
Lista de cuadros.....	viii
Lista de figuras	viii
Resumen	x
1 Introducción	1
2 Antecedentes y Marco teórico	2
2.1 Cerebro.....	2
2.1.1 Sistema gustativo	2
2.2 Sistema Nervioso Autónomo	3
2.3 Neurociencia cognitiva	4
2.3.1 Equipos	5
2.3.2 Emociones.....	5
2.4 Mediciones fisiológicas	6
2.4.1 Frecuencia cardiaca.....	6
2.4.2 Respuestas electrodérmicas	9
2.5 Análisis Sensorial.....	10
2.5.1 Pruebas analíticas.....	12
2.5.2 Pruebas afectivas.....	13
2.5.3 Factores que influyen en los análisis sensoriales	14
3 Justificación	16
4 Objetivos.....	17
4.1 Objetivo general.....	17
4.2 Objetivos específicos	17
5 Metodología.....	18
5.1 Obtención de las muestras	18
5.2 Participantes.....	18
5.3 Análisis sensorial de aceptación	19
5.4 Respuestas de neurociencia.....	19
5.5 Estadística de las pruebas de aceptación.....	20
6 Resultados y Discusión.....	21
7 Conclusiones.....	28

8	Recomendaciones	29
9	Referencias	30
10	Anexos	32
10.1	Presupuesto preliminar.....	32
10.2	Cronograma de actividades.....	33
10.3	Estadística realizada.....	34
10.4	Escalas utilizadas con descriptores	37
10.5	Evidencia de las pruebas	38

Lista de cuadros

Cuadro 1. Características de las emociones	6
Cuadro 2. Tipos de pruebas utilizadas en el análisis sensorial.....	11
Cuadro 3 Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para la prueba con escala hedónica	18
Cuadro 4.Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para la prueba con escala gLMS.....	18
Cuadro 5. Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para las pruebas electrofisiológicas	18
Cuadro 6. Aceptación de las muestras de jugo de naranja evaluadas a partir de dos distintas escalas	21
Cuadro 7. Relación entre las respuestas electrofisiológicas previo y posterior a la degustación de la muestra	24
Cuadro 8. Resumen estadístico de la resistencia de la piel previo y posterior de probar la muestra	24
Cuadro 9.Resumen estadístico de la conductancia de la piel previo y posterior de probar la muestra	25
Cuadro 10. Resumen estadístico de la frecuencia cardíaca previo y posterior de probar la muestra	25
Cuadro 11. Presupuesto preliminar	32
Cuadro 12 Cronograma de actividades	33

Lista de figuras

Figura 1. Partes del cerebro y localización de los sentidos	2
Figura 2. Sistema Nervioso Autónomo	4
Figura 3. Sistema de conducción del corazón	7
Figura 4. Deflexiones presentes en el electrocardiograma.....	8
Figura 5. Clasificación de las pruebas sensoriales	12
Figura 6. Escala hedónica de nueve puntos	19
Figura 7. Escala gLMS.....	19
Figura 8. Aceptación de las muestras de jugo de naranja, por medio de la escala hedónica de nueve puntos.....	21
Figura 9. Aceptación de las muestras de jugo de naranja, por medio del uso de una escala gLMS.....	22
Figura 10. Matriz de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las respuestas de las escalas	26
Figura 11. Configuración de la prueba ANOVA en el programa RStudio	34
Figura 12. Configuración del resumen estadístico y la prueba de Kruskal-Wallis para el análisis de las respuestas electrofisiológicas	34
Figura 13. Configuración de la prueba de Kruskal-Wallis para el análisis de las respuestas electrofisiológicas	34
Figura 14. Configuración de la prueba de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las pruebas de aceptación	35
Figura 15. Resumen del análisis de ANOVA de la prueba con la escala hedónica de nueve puntos.	35

Figura 16. Resumen del análisis de ANOVA de la prueba con la escala gLMS	35
Figura 17. Respuestas obtenidas de las pruebas de Kruskal- Wallis.	36
Figura 18. Resultados obtenidos durante la prueba de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las respuestas de las pruebas de aceptación	37
Figura 19. Escala gLMS con marcas de graduación para los descriptores	37
Figura 20. Prueba sensorial, obtención de las respuestas electrofisiológica.....	38

Resumen

La aceptación de los productos es un aspecto de suma importancia cuando se lleva a cabo el desarrollo de un producto alimenticio, debido a que esta nos demostrará si el producto en cuestión será acogido por los consumidores o simplemente generará rechazo. Por tal razón, durante su desarrollo, se deben de tomar en cuenta realizar una serie pruebas sensoriales de aceptación, que serán guías para conocer si se le debe de realizar algún cambio al producto. Estas pruebas de aceptación presentan un formato simple donde la respuesta únicamente permite conocer si hay rechazo o aceptación de dicho producto. Se conoce que la respuesta de estas pruebas puede verse afectadas por factores externos y psicológicos. Por tal razón, en el siguiente trabajo busca validar los resultados de una prueba de aceptación de unas muestras de jugo de naranja, realizadas con la escala hedónica de nueve puntos y la escala gLMS, por medio del uso de respuestas electrofisiológicas, respuesta galvánica de la piel y electrocardiograma.

1 Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la validación de los resultados de las pruebas de aceptación, realizadas con la escala hedónica de nueve puntos y la escala gLMS, por medio del uso de respuestas electrofisiológicas. Las pruebas sensoriales de aceptación es una herramienta simple que se utiliza para conocer si los productos evaluados, tendrán un rechazo o una aceptación por el mercado. Cabe destacar que, durante la degustación los estímulos, generados por las muestras, producen una serie de respuestas autónomas del cuerpo que se conocen como las respuestas electrofisiológicas. Estas respuestas al analizarse nos permiten demostrar si la muestra causa satisfacción o desagrado en el consumidor. Es importante destacar, que la toma de decisiones durante los análisis se realiza milisegundos después que se presentaron las respuestas electrofisiológicas; por lo tanto, esto nos permite establecer que dichas respuestas se pueden correlacionar con los estímulos generados por la piel. Teniendo conocimiento de lo mencionado con anterioridad, se llevó a cabo una serie de análisis sensoriales, a un grupo de panelistas, donde se les presentaron cinco muestras de jugo de naranja. Durante esta serie de pruebas se les pidió determinar la aceptación de estos por medio de una escala hedónica de nueve puntos, una escala gLMS y una prueba con sensores de respuestas electrofisiológicas, Shimmer 360. Donde se logró establecer que la implementación del uso de los sensores nos permite determinar de manera verídica la aceptación de los productos. Esto se debe a que las respuestas electrofisiológicas nos indican como son la respuesta del sistema nervioso autónomo.

2 Antecedentes y Marco teórico

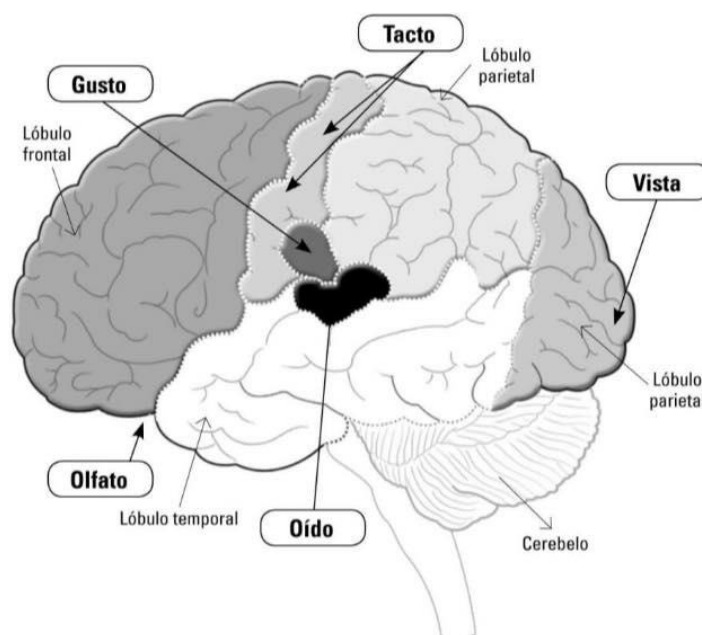
2.1 Cerebro

El cerebro es uno de los órganos más complejo del cuerpo puesto que es el encargado de albergar neuronas y distintas funciones que se activan con los procesos que en las distintas funciones mentales y fisiológicas. Este se encuentra dividido en cuatro partes principales, siendo estas

- Lóbulo frontal, que es el encargado del pensamiento complejo
 - Lóbulo parietal, abarca la corteza sensitiva y motora
 - Lóbulo temporal, contiene la corteza auditiva y es encargada de la comprensión del lenguaje, e interviene en la memoria y las emociones
 - Lóbulo occipital, esta es la encargada del procesamiento de los estímulos visuales.
- (Actuamed, 2018)

A través de los sentidos, el cerebro capta, procesa e interpreta los de estímulos externos generando así respuestas, que pueden de ser pensamientos, decisiones, acciones, entre otros. Se conoce que toda la información captada por los sentidos sigue un camino hacia distintas zonas del cerebro que son los encargados de procesarlos. (Braidot, 2018)

Figura 1. Partes del cerebro y localización de los sentidos.



(Braidot, 2018)

2.1.1 Sistema gustativo

La sensibilidad gustativa de la lengua se encuentra vincula con tres pares craneales, siendo estos VII, IX y X. La información obtenida de los nervios gustativos, también conocidos como botones gustativos, de dos tercios anteriores de la lengua viajan por el nervio cuerda del tímpano, presente en la rama del nervio facial. Este último nervio, recoge la sensibilidad gustativa del paladar blando por medio de otra rama. Por otro lado, la sensibilidad del tercio

posterior de la lengua y retrofaríngea es obtenida por medio del glossofaríngeo a través de su rama lingual. La información obtenida por los botones gustativos del epiglotis y esófago se obtienen por medio del nervio superior. Toda esta información se traslada por los nervios pasas a los ganglios geniculado con el fin de llegar al tronco encefálico para hacer sinapsis. A partir aquí la información parte por medio de las ramas nerviosas hacia el hipotálamo lateral, la amígdala y el tálamo. (Morales Puebla & Mingo Sánchez)

Se conoce que luego de la sinapsis en la división parvo celular del núcleo del tálamo, las fibras nerviosas se proyectan en la corteza gustativa primaria, que es la parte encargada de procesar la información gustativa proveniente de la lengua y boca, esta se encuentra en la parte insular que se encuentra ubicado en la parte inferior del lóbulo parietal. Esta se encuentra conformada por la ínsula y la zona rostral del opérculo frontal. (Fuentes & Fresno, 2012)

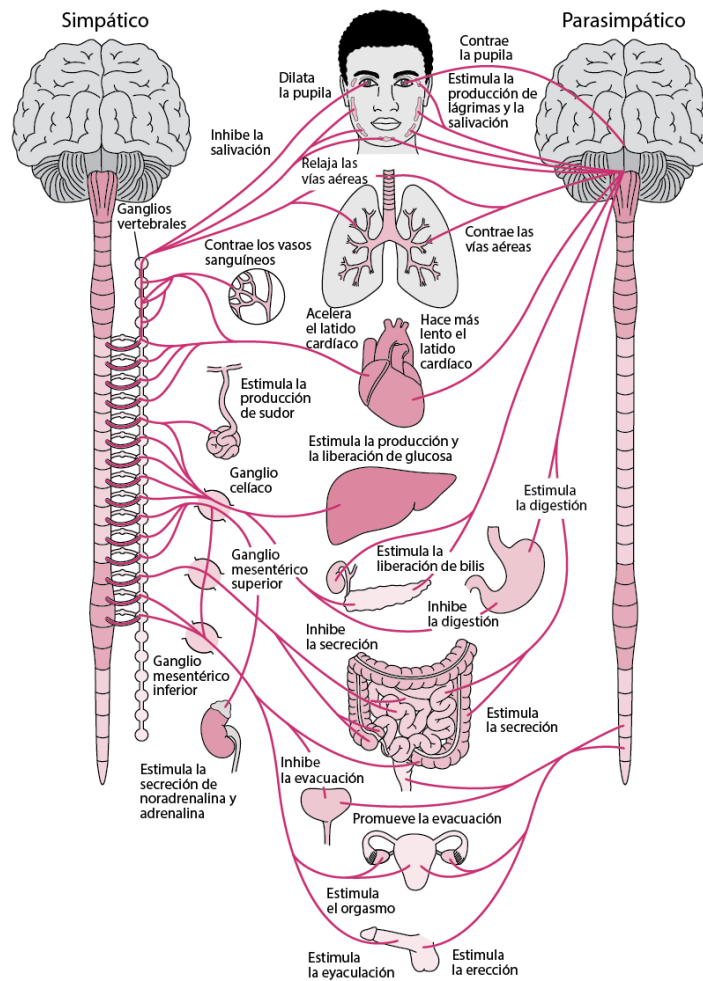
2.2 Sistema Nervioso Autónomo

El sistema Nervioso Autónomo, también conocido como SNA, se encuentra constituido por un conjunto de neuronas y vías nerviosas que controlan diversos procesos fisiológicos del cuerpo. La función principal de este es mantener la situación de homeostasis del cuerpo y generando las respuestas adaptativas de este ante los cambios. Este se encuentra integrado por tres componentes, siendo estos el sistema nervioso simpático, parasimpático y entérico; que transmiten las respuestas generadas por los estímulos hacia el músculo cardiaco, el musculo liso de los órganos y las glándulas de exocrinas y endocrinas. (Navarro , 2022) Se conoce que este sistema recibe aferencia de distintas partes del sistema nervioso central, tales como el hipotálamo, núcleo del tacto solitario, la formación retículas, la amígdala y la corteza olfativa; puesto que de este procesa los estímulos provenientes del cuerpo y del ambiente. (Coon, 2023)

Tomando en cuenta lo anterior se conoce que los sistemas simpático y parasimpático presentan dos grupos de cuerpos nerviosos. Los preganglionares se localizan dentro del sistema nervioso central y tienen conexiones con los grupos nerviosos que localizados en los ganglios. Mientras que los posganglionar son un conjunto de fibras eferentes que van desde los ganglios hasta el órgano efector. (Coon, 2023)

Los ganglios del sistema simpático se encuentran situados cerca de la medula espinal, es decir vertebral y prevertebral, que estas incluyen los ganglios cervicales superior, celiaco, mesentérico superior y corticorrenal. Cabe destacar que, de las fibras posganglionares del sistema, producen los cambios en el músculo liso de los vasos sanguíneos, las vísceras, pulmones, pupilas, corazón y la secreción de las glándulas sudoríparas, salivales y digestivas. Mientras que el sistema parasimpático se encuentra dentro o cerca de los órganos, por lo que las fibras posganglionares son cortas. Este sistema puede producir así respuestas específicas de los órganos efectores, como es el caso de los vasos sanguíneos de la cabeza, cuello y vísceras toracoabdominales; las glándulas lagrimales y salivales; musculo de la pupila entre otros. (Navarro , 2022)

Figura 2. Sistema Nervioso Autónomo



(Coon, 2023)

2.3 Neurociencia cognitiva

La neurociencia cognitiva es una disciplina científica que ha surgido de la unión de dos disciplinas, la neurociencia y la psicología cognitiva. Estas han presentado a lo largo de los años un desarrollo individual en distintas metodologías y técnicas de trabajo, a pesar de ello los avances y la aparición de las nuevas técnicas de neuroimágenes y registros electrofisiológicos dieron paso al surgimiento de un espacio multidisciplinario. La meta dentro de este espacio es lograr la comprensión del funcionamiento de la mente. (Redolar Ripoll, 2013)

Como se mencionó con anterioridad, la neurociencia cognitiva abarca un espacio multidisciplinario que busca abordar el funcionamiento cerebral incidiendo en distintos niveles de análisis, siendo estos molecular, celular, sistémico, conductual y cognitivo. Al hablar del análisis molecular, este presenta entre sus objetivos describir las bases moleculares del impulso nervioso, además de la fisiología y bioquímica de los neurotransmisores presentes en la comunicación de las neuronas. El análisis celular, se enfoca concretamente en las neuronas; donde busca responder a interrogantes sobre el funcionamiento de las células nerviosas, sus diversos tipos y formas. (Redolar Ripoll, 2013)

Por otro lado, el análisis de sistemas, también conocido como de redes, neuronales buscan interpretar los subprocessos cognitivos y emocionales. Este análisis implica la

cartografía y la comprensión de los circuitos neuronales presentes en distintas etapas de procesamiento de los sistemas visual, auditivo, motor, entre otros. El análisis conductual examina la forma en la que trabajan en conjunto los distintos sistemas neuronales que dan como resultados las conductas del organismo, tales como el funcionamiento de las redes de memorias o los sistemas presentes en las conductas motivadas. Por último, el análisis cognitivo es el nivel más ambicioso puesto que corresponde a la comprensión de los mecanismos neuronales que permiten la realización de las funciones mentales, como el razonamiento, el lenguaje, entre otras. (Redolar Ripoll, 2013)

2.3.1 Equipos

Las metodologías utilizadas por los neurocientíficos cognitivos se encuentran diseñadas para lograr la medición de los pensamientos preconscientes, o no racionales, las actitudes y respuestas emocionales influyentes en la toma de decisiones. Se conoce que, por medio de las medidas de comportamiento y las medidas psicofisiológicas, se puede llevar a cabo la medición de la activación o atención de los individuos hacia el estímulo presente en la toma de decisiones. La literatura hoy en día destaca que existen alrededor de 10 metodologías que permiten el análisis neurofisiológico. (Izaguirre Torres, Málaga Juárez, Chuqui Diestra, Velásquez-Ccosi , & Siche, 2020)

Las distintas metodologías neurocientíficas empleadas presentan distintas herramientas y técnicas que permiten medir y mapear la actividad neuronal, al igual que comprender el funcionamiento del cerebro cuando este es sometido a distintos estímulos sensoriales. Estas técnicas de investigación se pueden dividir en tres categorías según las respuestas que registran

- Técnicas que registran la actividad fisiológica cerebral, tales como los electroencefalogramas resonancia magnética funcional, entre otros.
- Técnicas que registran la actividad fisiológica no cerebral, entre ellos se encuentra las respuestas galvánicas de la piel, los electrocardiogramas, entre otros.
- Técnicas que registran comportamiento y conducta, incluyen las pruebas de respuesta Implícita, técnicas de localización en interiores, entre otros.

(bitbrain, 2018)

2.3.2 Emociones

La relación entre las emociones y las asociaciones no cognitivas provocada por un estímulo se pueden analizar a partir de las respuestas fisiológicas del cuerpo. Puesto que por medio de estudios se ha observado que el sistema nervioso autónomo ha presentado cambios similares entre diversos sujetos. Dicha relación se encuentra descrito en el Cuadro 1, nos permite conocer como son las respuestas autónomas de las seis emociones principales del ser humano. (Tadeo, 2014)

Cuadro 1. Características de las emociones

Emoción	Característica	Respuesta fisiológica
Miedo (asustado)	La reacción de miedo se produce ante un peligro real y la reacción es proporcionada a éste.	-Aceleración de la frecuencia cardíaca -Incremento de la conductancia y de las fluctuaciones de la misma.
Sorpresa (sorprendido)	Se trata de una reacción emocional neutra, que se produce de forma inmediata ante una situación novedosa o extraña y que se desvanece rápidamente, dejando paso a las emociones congruentes con dicha estimulación.	-Disminución de la frecuencia cardíaca. -Incremento momentáneo de la actividad neuronal.
Aversión (asqueado)	Es una de las reacciones emocionales en las que las sensaciones fisiológicas son más patentes. Está relacionado con trastornos del comportamiento, tales como la anorexia y bulimia.	-Aumento en reactividad gastrointestinal -Tensión muscular
Ira (enojo/enfado)	Es el componente emocional del complejo <i>AHI</i> (Agresividad-Hostilidad-Ira). La hostilidad hace referencia al componente cognitivo y la agresividad al conductual. Dicho síndrome está relacionado con trastornos psicofisiológicos, especialmente las alteraciones cardiovasculares.	-Elevación en los índices de frecuencia cardíaca, presión sistólica y diastólica
Alegría (felicidad)	Favorece la recepción e interpretación positiva de los diversos estímulos ambientales. No es fugaz, como el placer, sino que pretende una estabilidad emocional duradera.	-Aumento en frecuencia cardíaca -Incremento en frecuencia respiratoria
Tristeza (triste)	Aunque se considera tradicionalmente como una de las emociones no placenteras, no siempre es negativa. Existe gran variabilidad cultural e incluso algunas culturas no poseen palabras para definirla.	-Ligero aumento en frecuencia cardíaca, presión sanguínea -Resistencia eléctrica de la piel.

(Tadeo, 2014)

2.4 Mediciones fisiológicas

2.4.1 Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca habla del número de contracciones que realiza por el corazón, dígame pulsaciones, en una unidad de tiempo. La medición de este parámetro se debe de realizar en condiciones determinadas, dígame en condiciones de reposo o de actividad; y es expresada en distintas unidades según el lugar donde se llevó a cabo la medición, es decir que se utiliza pulsaciones por minuto a nivel de las arterias periféricas y cuando se trabaja a nivel del corazón se usa latidos por minuto. (Bustamante Ovalle & Ruiz Cortes, 2018)

Se conoce que, en un adulto sano, la frecuencia en reposo tiende a encontrarse dentro de un rango de 60-100 lat./min. Cabe destacar que los valores de la frecuencia cardíaca en reposo se pueden ver influenciada por distintos aspectos, tales como los factores genéticos, del estado físico, del estado psicológico, las condiciones ambientales, entre otros. Es por tal razón que generalmente se toma cuando la persona se encuentra sentada o recostada. (Bustamante Ovalle & Ruiz Cortes, 2018)

2.4.1.1 Electrocardiograma

Los movimientos del corazón constan de dos periodos importantes, siendo estos sístole y diástole. Cuando se presenta la sístole, el corazón se contrae permitiendo la expulsión de la sangre. Mientras que la diástole el corazón se relaja, logrando así que los ventrículos se

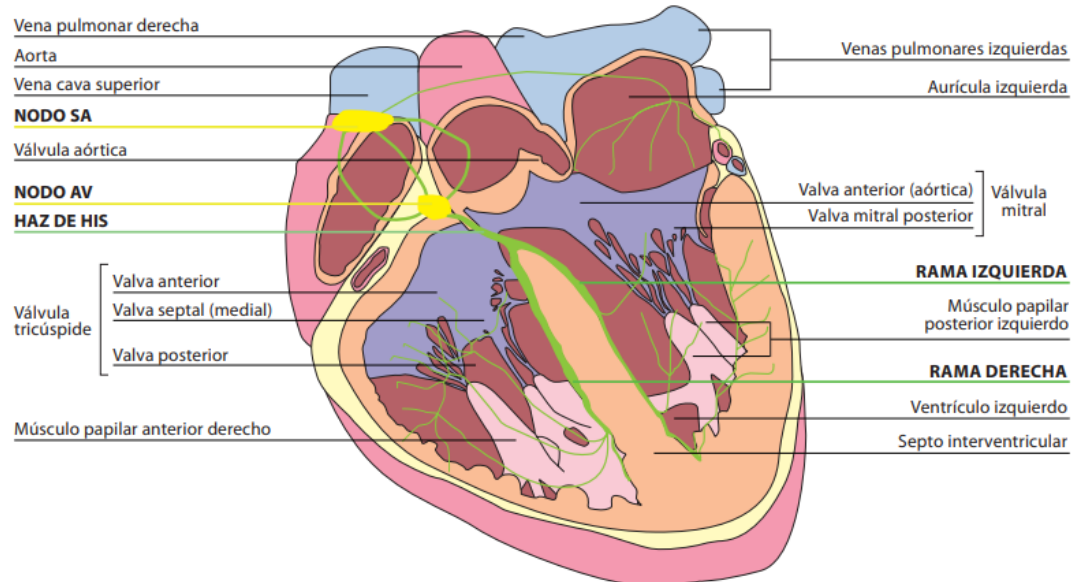
empiecen a llenar de sangre. Cada periodo del ciclo cardiaco presenta una correlación que se puede observar en los electrocardiogramas. (Azcona, 2009)

Los electrocardiogramas, también conocidos como ECG o EKG, es un gráfico que describe las variaciones de voltaje en relación con el tiempo; este registra la actividad de la corriente eléctrica del corazón durante un periodo de tiempo determinado. Estas pruebas no suelen excederse de un periodo 30 segundo. Cabe destacar que la actividad eléctrica del corazón se puede observar en forma de un trazado que presenta distintas deflexiones, correspondientes con los impulsos eléctricos de las distintas estructuras del corazón. (Azcona, 2009)

2.4.1.2 Sistema de conducción del corazón

Para comprender las oscilaciones de las líneas del ECG, debe conocer como es el comportamiento de los movimientos del corazón, los cuales son los encargados de producir corrientes microeléctricas a través del sistema de conducción eléctrica del corazón. Este sistema se encuentra compuesto por un tejido ramificado que inicia y conduce los impulsos del corazón. Además, el mismo es capaz de transmitir de manera organizada las microcorrientes eléctricas, que son registradas en el electrocardiograma. El sistema de conducción, el cual no controla únicamente la frecuencia cardiaca, sino también la fuerza y la sincronía de la concentración del corazón, consta de tres elementos principales. Como se puede observar en la Figura 2, este consta del Nodo Sinoauricular (nodo SA), el Nodo Auriculoventricular (Nodo AV) y el sistema de His-Purkinje. (Azcona, 2009)

Figura 3. Sistema de conducción del corazón



(Azcona, 2009)

El Nodo SA, se encuentra localizada detrás de la aurícula derecha, es constituida por células especializadas en el inicio del impulso eléctrico; por lo que en él se inician los impulsos responsables de la actividad cardiaca. El estímulo generando en este nodo se transmite por medio de las vías de conducción auriculares hasta que todo el tejido auricular se encuentra estimulado, provocando que este sea canalizado y orientado, por las vías intermodales, hasta el nodo AV. (Azcona, 2009)

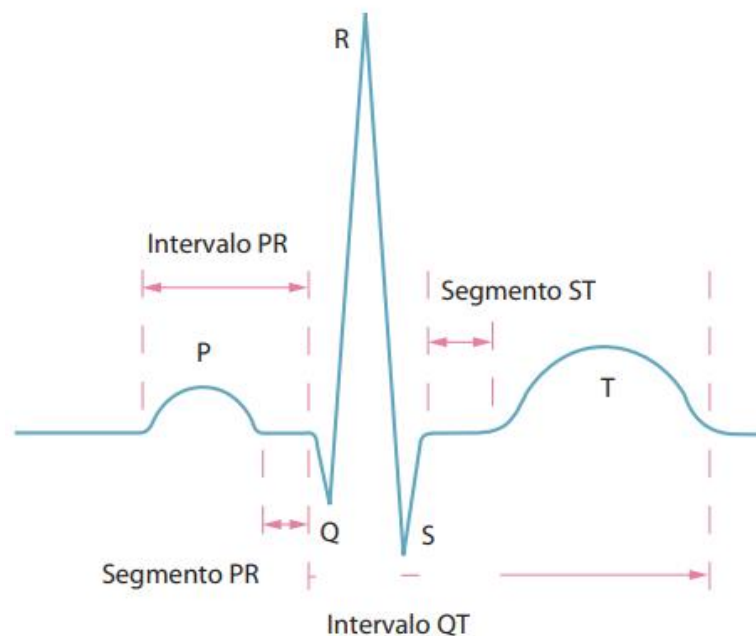
El Nodo AV se encuentra próximo a la unión entre las aurículas y los ventrículos. Cuando se presenta el paso de la actividad eléctrica por este nodo se genera una pausa, de aproximadamente una décima de segundo, permitiendo la contracción de las aurículas. Esta contracción permite el paso de la sangre hacia los ventrículos, antes de que los mismos se contraigan. En otras palabras, el nodo AV presenta un efecto embudo permitiendo la canalización de los impulsos eléctricos cuando estos pasan de las aurículas hacia los ventrículos. (Azcona, 2009)

Por último, el impulso se propaga por el haz de His y sus ramas, que consiste en una serie de fibras conductoras que se extienden a lo largo del tabique ventricular. Se conoce que después de que después que el impulso para por el Haz de His, este se distribuye por medio de las fibras de Purkinje por toda la masa ventricular; generando así la contracción de ambos ventrículos. Como resultado se obtiene la expulsión de la sangre de los ventrículos, terminando así un periodo del corazón. (Azcona, 2009)

2.4.1.3 Interpretación de un electrocardiograma

Como se mencionó con anterioridad un electrocardiograma es una representación lineal de los cambios de voltajes durante un periodo de tiempo; por lo cual se establece que el cambio en la horizontal hace referencia al cambio en el tiempo, mientras que el cambio en la altura habla acerca de la variación del voltaje que se está produciendo. Un ECG normal consta de una línea basal y una serie de deflexiones, que alteran la línea basal; estas se conocen como Onda P, Segmento P-R, Complejo QRS, Segmento ST y Onda T. (Azcona, 2009)

Figura 4. Deflexiones presentes en el electrocardiograma



(Azcona, 2009)

Al observar el electrocardiograma, se puede observar que este empieza por la Onda P, presenta una forma de U hacia arriba, la cual se representa el momento en el que las aurículas presentan la contracción que genera el flujo de sangre hacia los ventrículos. Seguido se presenta el segmento P-R, que es un tramo de la línea basal que se presenta al final de la onda P; este

segmento representa el periodo durante el cual las aurículas terminan de vaciarse, logrando una relativa desaceleración en la transmisión de la corriente. (Azcona, 2009)

El complejo QRS describe el momento en que los ventrículos se contraen y expulsan su contenido. Este complejo consta de tres ondas distintas, donde la onda Q no siempre se presenta en el ECG debido a que puede presentar un tamaño muy pequeño. Cabe destacar que esta onda se representa como una deflexión negativa. La onda R, que es la siguiente deflexión positiva, presenta una variación muy marcada de las alturas, que representa el cambio en el voltaje. Luego, le sigue la onda S, que es una continuación directa de la onda R, y se presenta cuando la onda R en su forma decreciente se convierte en negativa. (Azcona, 2009)

El segmento ST es un trazo en la línea basal entre las ondas S y T; se conoce que si este segmento presenta una elevación o descenso en relación con la línea isoelectrica puede llegar a significar una insuficiencia en el riego del corazón. Por último, la onda T, deflexión positiva con una forma que se asemeja a una montaña, representa el periodo en el que el corazón se encuentra en un estado de relajación, luego de la expulsión de la sangre presente en los ventrículos. (Azcona, 2009)

2.4.2 Respuestas electrodérmicas

Las respuestas electrodérmica es una medida psicobiológica, que se utiliza como indicador de estados de estrés en la psicología. Esta muestra la sensibilidad, por medio de la medición y variación del estado cognitivo emocional del sujeto. Por lo que se puede establecer como una relación directa entre la activación-arousal y la estimación. Esta actividad se divide en dos tipos, actividad tónica y fásica. Cuando se hace referencia a la actividad tónica este habla de los cambios que se dan a nivel basal, este registro se realiza desde el principio y cuando se busca que les proporcionan varios estímulos a las personas. Mientras que la actividad fásica se presenta cuando se proporciona un estímulo determinado, provocando la variación en la actividad tónica. La actividad electrodérmica, es una herramienta que hoy en día se ha implementado para estudios donde se relacionan con el comportamiento humano, siendo algunos casos la atención, la ejecución de acciones y emociones, debido a que se puede medir el grado de activación del sistema nervioso simpático. (Mojica-Londoño, 2017)

Al hablar de la conductancia de la piel, es una medida psicofisiológica, donde se presenta una variación eléctrica que se debe a la secreción producida por las glándulas sudoríparas que se encuentran en la subdermis, presentes en las manos y palmas de pies. Dichas glándulas cumplen la función de resistencias eléctricas, provocando una reducción de la resistencia cuando estas secretan sudor. Cabe destacar que la segunda respuesta que de la conductancia es inversamente proporcional, por lo que esta aumentara cuando se presente esta sudoración. (Mojica-Londoño, 2017)

2.4.2.1 Neuromarketing

Existen distintas aplicaciones de neurociencia que son utilizadas hoy en día en la industria para conocer al consumidor, donde la más utilizada es el neuromarketing. Esta aplicación busca comprender la dinámica cerebral ante los estímulos del marketing, por medio de la comprensión y observación de los niveles de atención ante los distintos estímulos presentados. Se conoce que los procesos cerebrales que intervienen en la toma de decisiones permiten medir y comprender las emociones, guías en la toma de decisiones, del consumidor. (Taipe Pilla, 2022)

Existe una rama del neuromarketing que nos permite obtener los datos por medio de la percepción sensorial, conocido de Neuromarketing sensorial. Este permite a través de los cinco sentidos recibir, procesar y asignar significados a los estímulos provenientes del entorno, permitiendo determinar el comportamiento del consumidor. Los estímulos a los que los panelistas son sometidos permiten comprender la mente del consumidor, por medio de las emociones, las sensaciones y de la atención el mismo. Los humanos presentan dos formas de interpretar las percepciones obtenidas

- **Las experiencias externas:** el estímulo es proveniente del mundo exterior.
- **Las experiencias internas:** el estímulo obtenido por los sentidos es almacenado en la memoria.

(Quihui Pilatuña, 2022)

2.4.2.2 Toma de decisiones

Se han realizado diversos estudios donde se demuestra que a toma de decisiones se encuentra relacionado con componentes psicológicos y emocionales. En estos se han demostrado que el contenido emocional presenta un aumento cuando la oferta es injusta, lo que se puede determinar debido a que la ínsula se ve presente en dicha actividad. A pesar de ello, se ha buscado resultado con mayor validación a través de respuestas electrodérmicas, como es el caso de la conductancia de la piel. Esto logró demostrar que cuando el cuerpo se somete a una elección que puede generar un estado de ansiedad en el sujeto este presenta un aumento significativo en la conductancia de la piel. (Mojica-Londoño, 2017)

En otros estudios se ha demostrado que existe una relación directa con la decisión de agrado hacia un alimento a partir de los resultados de la conductancia. Esto se puede observar a partir de un aumento significativo de la conductancia de la piel cuando los alimentos ingeridos agradan. Cabe señalar que estas respuestas, específicamente las de las pruebas con alimentos, presentan un mayor cambio cuando el sujeto debe de oler o probar la muestra. (Tadeo, 2014)

2.5 Análisis Sensorial

La evaluación sensorial es una ciencia que se utiliza para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas percibidas a través de los sentidos acerca de un producto en especial. Esta ciencia busca considerar y analizar la relación entre el estímulo dado y las respuestas del sujeto. La obtención de dichas respuestas consta de tres pasos desde que se presenta el estímulo, donde el primero es la interacción con el órgano sensorial, donde a partir de esta se presenta una señal nerviosa la cual viaja hacia el cerebro. Estas señales son interpretadas, organizadas e integradas con las sensaciones conocidas por el cerebro, dando como resultado así una respuesta basada en la percepción. (Severiano Pérez, 2019)

La percepción de los estímulos provenientes de los análisis sensoriales de los alimentos se debe de revisar de manea independiente puesto que estas respuestas provienen de una fuente compleja de estímulos. Cabe destacar que estos estímulos son capaces de modificar los estímulos provenientes de los demás órganos sensoriales, como es el caso de la vista con los sabores. De igual manera, en ocasiones se presentan efectos sinérgicos, que se presentan cuando el estímulo se percibe con mayor intensidad dentro de una mezcla a comparación cuando estos se evalúan de forma individual. (Severiano Pérez, 2019)

Al hablar de la metodología utilizada para estas pruebas existen distintos tipos de pruebas sensoriales que se pueden implementar. Las mismas se pueden agrupar de tal forma en la que se permiten seguir un objetivo en común. Existen autores que dividen los análisis de tres tipos principales, que son las pruebas afectivas, hedónicas y de preferencia, las discriminativas y las descriptivas, como es el caso de Barcina e Ibáñez. (Ibáñez Moya & Barcina Angulo , 2001)

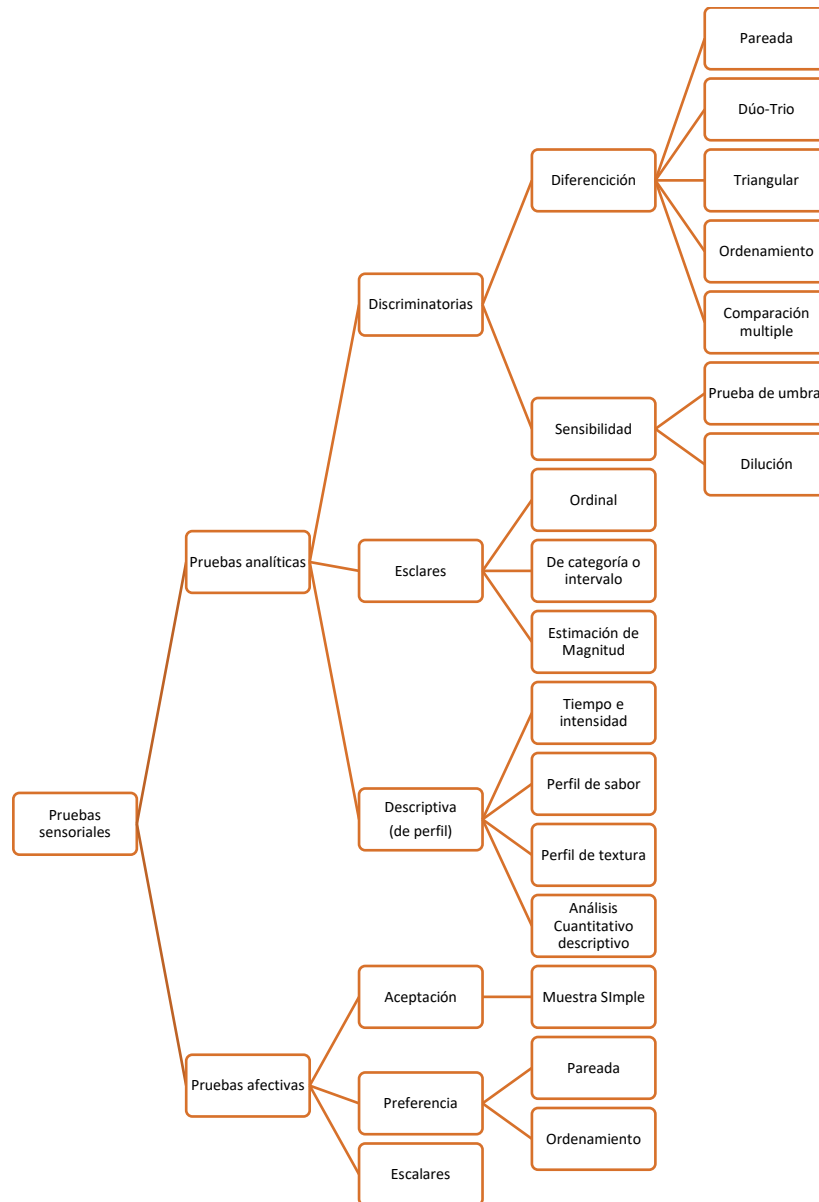
Cuadro 2. Tipos de pruebas utilizadas en el análisis sensorial

Tipo de prueba	Pregunta principal	Características del panel
Afectivas hedónicas	¿Los productos gustan o disgustan?	Son seleccionados por ser consumidores habituales del producto, estas son personas no entrenadas
Afectivas de preferencia	¿Qué producto es el preferido?	
Discriminativas	¿Son los productos diferentes?	Se seleccionan por su agudeza sensorial, se orientan al tipo de prueba que se realizara, logrando que eventualmente se entrenen.
Descriptivas	¿Cuáles son los atributos característicos del producto? ¿En qué se diferencian los productos? ¿Cuánto difieren los productos?	Son seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, puesto que se someten a un entrenamiento para poder definir las características adecuadas.

(Ibáñez Moya & Barcina Angulo , 2001)

Mientras que otros autores dividen las pruebas sensoriales en dos grandes grupos, siendo estas las pruebas analíticas y las pruebas afectivas. Cabe destacar que cada grupo se subdividen en distintas ramas permitiendo así dividir las según los objetivos de las mismas. (Espinoza, 2007)

Figura 5. Clasificación de las pruebas sensoriales



(Osorio López, 2018)

2.5.1 Pruebas analíticas

Las pruebas analíticas se dividen en tres subgrupos de pruebas, los cuales son las pruebas discriminativas, escalares y descriptivas. Al hablar de las pruebas discriminativas, estas de permiten comparar y estimar las diferencias de dos o más productos a partir de una metodología simple y práctica. Mientras que las pruebas escalares son las encargadas de llevar a cabo la medición de la intensidad de las propiedades sensoriales por medio del uso de una escala. Por último, en las pruebas descriptivas se buscan establecer una serie de descriptores a partir de las características del producto por parte de los jueces. Cabe destacar que estos mismos descriptores serán utilizados para el análisis de distintos productos. (Osorio López, 2018)

2.5.1.1 Prueba pareada

Las pruebas pareadas buscan determinar si existe una diferencia entre uno o varios pares de muestras. Estas pruebas permiten señalar si existe una diferencia en las pruebas o evaluar si

hay una variación en una característica definida; esta variación debe de ser bien definida para poder llevar a cabo dicho análisis. (Osorio López, 2018)

2.5.1.2 Prueba triangular

La prueba busca identificar la muestra distinta en un grupo de tres muestras de forma simultánea, donde dos de las muestras son iguales y la tercera es diferente. Estas pruebas requieren de aleatoriedad en la presentación de las muestras, obteniendo 6 distintas combinaciones, debido que estas pruebas presentan aproximadamente un 33% de efecto al azar sobre la respuesta. Cabe destacar que la cantidad panelistas necesarios para las pruebas dependerá de si las características a determinar son muy pequeñas. (Espinoza, 2007)

2.5.1.3 Ordenamiento

Esta metodología permite seleccionar una o dos de las mejores muestras de un grupo, por medio de un ordenamiento de estas en relación con una característica o de la aceptabilidad del panel. Estas pruebas tienen que presentar un mínimo de tres muestras presentadas de manera aleatoria, evitando que se presente una influencia en la presentación. (Osorio López, 2018)

2.5.1.4 Pruebas de perfil de sabor

La prueba busca describir el olor y sabor integral de un producto, además de sus atributos individuales de manera de cuantitativa y semicuantitativa. En esta metodología se definen los atributos del producto, tomando en cuenta el orden de aparición, el grado de intensidad de cada uno, el sabor residual y amplitud del sabor y olor. (Osorio López, 2018)

2.5.2 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas buscan obtener resultados de jueces afectivos, que en su mayoría son consumidores reales o potenciales del producto a evaluar; cabe destacar que en este caso se debe de tomar en cuenta las situaciones económicas, demográficas, culturales, entre otras. Estas pruebas en ocasiones se llevan a cabo en condiciones similares donde los mismos se consumen, tales como plazas, parques, etc.

2.5.2.1 Pruebas de aceptación

Estas tienen como objetivo el conocer si el producto es aceptado o no por los consumidores a partir de las percepciones de los criterios sensoriales. Cabe destacar que estas pruebas indican el uso del producto de forma real, es decir que si se realizaría la compra y consumo de los mismos. Existen de distintas pruebas para llevar a cabo este proceso de aceptación, de las que destacan la prueba de muestra simple. Esta prueba consiste en suministrar al panelista un producto y que este diga si le gustó o no, dando así una respuesta sencilla de rechazo o aceptación.

2.5.2.2 Pruebas de preferencia

Las pruebas de preferencia permiten seleccionar una muestra entre un grupo indicando cual es la preferencia entre ellas, cabe destacar que existen casos en los que no existe preferencias sobre la otra. En este grupo de pruebas la que se utiliza con mayor frecuencia es de la prueba de comparación pareada donde se le pide al panelista que muestra del par presente le agrada más. De igualmente en este grupo se encuentran las pruebas de ordenamiento, la cual busca ordenar una serie de muestras de acuerdo de a preferencia personal según el panelista. Cabe destacar que en esta prueba existe la característica que las muestras pueden no ser las mismas, por lo que se pueden utilizar distintos productos. (Espinoza, 2007)

2.5.2.3 Pruebas escalares

Las pruebas escalares ayudan a conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, por medio de la una escala que determine si las mismas gustan o no. Estas pruebas presentan una amplia aplicación debido a que son fáciles de generar y los resultados presentan una interpretación fácil, permitiendo así que se pueda tomar decisiones importantes acerca del producto.

Entre las pruebas más comunes se encuentra la escala hedónica, la cual es una escala que enlista los términos de agrado o desagrado del producto, estas pueden ser de cinco a once puntos donde se debe de definir el máximo nivel de gusto, el máximo nivel de disgusto y un valor neutro. Este valor medio le permitirá al panelista conocer el punto de indiferencia, puesto que cuando no existe este punto o se presentan muchos puntos se puede causar una confusión en el panelista. Las escalas hedónicas nos permite trabajar en distintos de formatos, donde el uso de caras se puede utilizar para consumidores de bajo nivel cultural. Otro tipo de escala que se utiliza es la escala de actitud donde los valores representan términos que indican acciones que pudiese motivar el producto en el consumidor. Estas escalas se utilizan para evaluar nuevos productos, de los que no se tiene un conocimiento previo. (Espinoza, 2007)

2.5.3 Factores que influyen los análisis sensoriales

Durante los análisis sensoriales se debe de tomar a los panelistas como instrumentos de medición, por lo que se reconoce que los mismos son variables, además de propensos al sesgo. Por lo que se debe de toma en cuenta los factores psicológicos y los factores externos que puedan de influir al panelista, buscando así reducir la variabilidad. Al hablar de los factores psicológicos, existen seis factores que se deben de tomar en cuenta en todo momento durante las pruebas, siendo estos

- Los errores de expectación ocurren cuando los panelistas reciben más información de la necesaria al iniciar las pruebas acerca de la naturaleza del experimento, o acerca de las muestras. Cabe destacar que este error le resta validez al estudio.
- El error de habitualidad se presenta cuando se entregan las muestras en una serie, debido a que la forma en la que se colocan u ordenan las muestra influye en los juicios de los panelistas
- El error de estímulos ocurre cuando las diferencias no consideradas entre las muestras, como son el color, tamaño o presentación de la muestra, influyen en la decisión de los panelistas.
- Los errores de lógica se presentan cuando los panelistas asocian dos o más característica entre sí, sabiendo que esto únicamente se presenta como percepción propia.
- Los errores de contraste ocurren cuando el panelista se evalúa que tan agradable es una muestra, debido a que se presenta la posibilidad que se le brinde un valor más bajo a la muestra agradable debido a que esta se evaluó previo a la desagradable.
- El efecto de halo se presenta cuando se evalúan más de dos atributos en la misma muestra, debido a que el resultado se puede ver influenciado por los demás atributos evaluados

Se conoce que cuando el orden y la presentación de las muestras va a influenciar a la reducción de los sesgos generados por este. Para evitar que se presente los distintos errores se

recomienda tener un balance y orden aleatorio de las muestras, al momento de que estas son presentadas. De igual manera se debe señalar que las respuestas de los panelistas se verán influenciada por los demás panelistas, si estos no se encuentran en el ambiente adecuado. Para evitar que se presente dicha sugestión es necesario crear una separación entre los panelistas por medio del uso de cabinas. (Osorio López, 2018)

3 Justificación

La aceptación de los productos es un aspecto de suma importancia que se debe de tomar en cuenta al momento que este se desea sacar el mercado, debido a que este nos indicará si el mismo producto será aceptado por el consumidor o el mismo se rechazará. Por tal razón, los estos productos son sometidos a análisis sensoriales donde se evalúan los parámetros más importantes que se conoce que van a influir directamente en el producto. Comúnmente estos análisis se llevan a cabo por medio del uso de una escala hedónica de nueve puntos, que nos permite conocer cómo se comporta dicho parámetro por medio de rangos ya establecidos. Cabe señalar que dicha escala presenta limitación de evadir las categorías de los extremos provocando que se establezca un error de tendencia central. Sabiendo dicho aspecto, se ha implementado el uso de otras escalas, como la gLMS que presenta de los descriptores de intensidad espaciados buscando así que las respuestas presenten una proporción de intensidad. (Castañeda Bustillo, 2013)

A pesar de que se conoce que con la última escala se puede evitar de mejor manera los errores que se pueden producir por la limitación las escalas de intensidad, todavía está presente la posibilidad que se pueda producir un sesgo influido por factores psicológicos. Estos estímulos pueden ser analizados por medio de técnicas de neuromarketing, las cuales nos permiten conocer como es el comportamiento del consumidor. Estas técnicas se encuentran divididas en tres categorías principales según los resultados que registra; siendo estas las técnicas que registran la actividad fisiológica cerebral, las técnicas que registran la actividad fisiológica no cerebral y las técnicas que registran comportamiento y conducta. (bitbrain, 2018)

Cuando el cuerpo entra en un momento de estrés o es expuesto a estímulos que provocan excitación, se conoce que la primera respuesta obtenida es aquella proveniente a los impulsos no cerebrales. Esto se debe a que la piel, presenta una serie de receptores que son los encargados de informar las respuestas de algunos estímulos. (Redolar Ripoll, 2013) Dichas respuestas se pueden percibir por medio de los cambios en la conductancia de la piel además de los cambios de sudoración, por mínima que esta sea. Estos datos se obtienen a partir de las respuestas galvánicas de la piel, esta técnica permite medir los cambios producidos en la resistencia cutánea.

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, la integración entre ambas técnicas busca ser una buena contribución, debido a que a partir de esta se puede obtener una predicción más confiable de la aceptación del consumidor. Resultado que será útil por las empresas para poder guiarse para la toma de decisiones de los productos a evaluar.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

Validar los resultados de una prueba de aceptación, realizadas con la escala hedónica de nueve puntos y la escala gLMS, por medio del uso de respuestas electrofisiológicas.

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la aceptación de cinco muestras de jugo de naranja a partir de un análisis de aceptación con una escala hedónica de nueve puntos y una escala gLMS.
2. Registrar las reacciones fisiológicas de los panelistas, obtenidas a partir de los electrodos adecuados, al momento de que consuman las muestras del jugo de naranja.
3. Interpretar y comparar las respuestas del análisis sensorial y las reacciones fisiológicas de los panelistas con el fin de validar los resultados de aceptación obtenidos.

5 Metodología

5.1 Obtención de las muestras

Se evaluarán 5 muestras de jugo de naranja, de las cuales tres muestras serán naturales y dos de ellas de marcas comerciales de jugo. Las muestras serán colocadas en frascos de 1 onzas con los siguientes códigos según la prueba realizadas.

Cuadro 3 Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para la prueba con escala hedónica

Código	Descripción
482	Jugo de naranja natural
540	Jugo de naranja Naturalísimo
205	Jugo de naranja De la Granja
776	Jugo adulterado con ajo
633	Jugo adulterado con cafeína

Cuadro 4. Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para la prueba con escala gLMS

Código	Descripción
654	Jugo de naranja natural
882	Jugo de naranja Naturalismo
042	Jugo de naranja De la Granja
950	Jugo adulterado con ajo
212	Jugo adulterado con cafeína

Cuadro 5. Muestras de jugo, con su respectivo código, utilizados para las pruebas electrofisiológicas

Código	Descripción
108	Jugo de naranja natural
023	Jugo de naranja Naturalismo
309	Jugo de naranja De la Granja
575	Jugo adulterado con ajo
712	Jugo adulterado con cafeína

5.2 Participantes

Las pruebas se llevarán a cabo en un grupo de 50 personas, las cuales son estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala los cuales accedieron a ser partícipes de forma voluntaria. Este grupo de estudiantes se encuentran dentro de un rango de 18 a 25 años, buscando que ninguno de los participantes presente algún padecimiento en los sentidos del gusto y el olfato. Además, los mismos panelistas deben firmar un consentimiento informado para que sean conscientes de los que van a probar.

Las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio de NeuroLab y en el laboratorio de análisis sensorial de la universidad, donde se mantuvieron todas condiciones ambientales controladas con el fin de que estas no afectaran directamente en las respuestas del consumidor.

5.5 Estadística de las pruebas de aceptación

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas de aceptación, por medio del programa R Studio, se realizará el análisis de varianza (ANOVA); la codificación de dicho análisis se puede apreciar en la Figura 12 en el área de anexos. Si se presenta una diferencia de significativa en el resultado obtenido se debe realizar una separación de medias, por medio de una prueba LSD; configuración descrita también en la Figura 11.

Por otro lado, al hablar de los resultados de los sensores, realizar un análisis de normalidad, por medio de una prueba de Shapiro. Conociendo la distribución de las respuestas se puede realizar un análisis de varianza (ANOVA) si la distribución es normal. Mientras que, si la distribución no es normal, se procederá a realizar una prueba no paramétrica, siendo esta la prueba de Kruskal-Wallis; configuración descrita en la Figura 12.

Por tomando en cuenta la respuesta de los sensores obtener un resumen estadístico, que describa la media, mediana y desviación estándar de los datos. Además, realizar una prueba de Kruskal-Wallis, comparando las respuestas electrofisiológicas previo y posterior de haber probado las muestras. Este procedimiento se encuentra descrito en la Figura 13.

Realizar una matriz de correlación, por medio de una prueba de correlación de Spearman, siguiendo la configuración de la Figura 14, para relacionar únicamente las variables electrofisiológicas después de haber ingerido el estímulo, y las respuestas de las pruebas de aceptación.

6 Resultados y Discusión

Tomando en cuenta los análisis realizados se logró observar que los resultados obtenidos durante las pruebas de aceptación lograron demostrar que se presenta una diferencia entre los jugos de naranja.

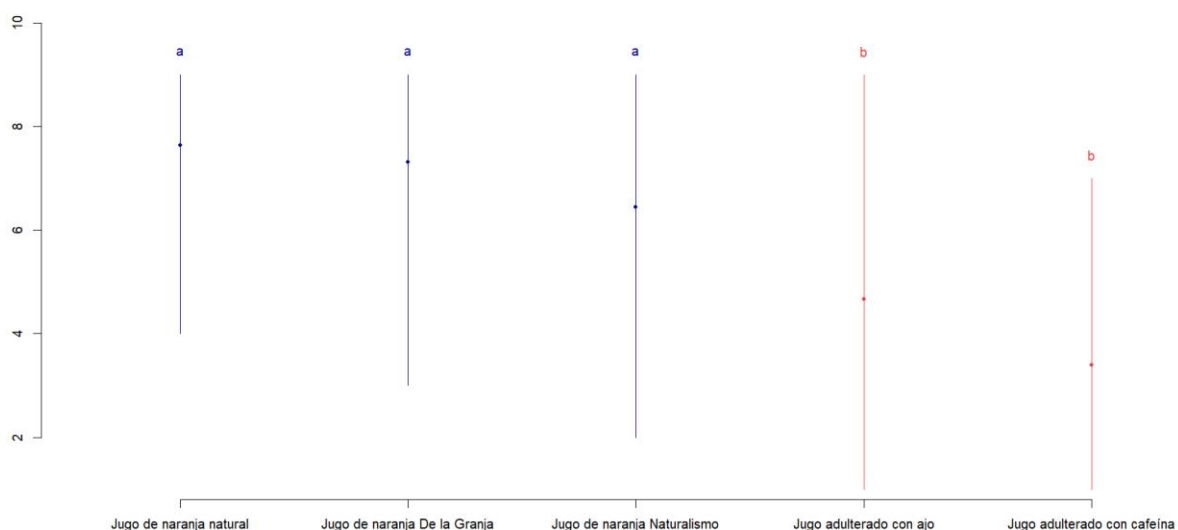
Cuadro 6. Aceptación de las muestras de jugo de naranja evaluadas a partir de dos distintas escalas

Escala usada	Grados de libertad	Variación total entre medias	Media de la suma de cuadrados	Prueba F	Valor P
Escala hedónica de 9 puntos	4	472.4	118.1	30.6	$<2 \times 10^{-16}$
Escala gLMS	4	336908	84227	28.19	$<2 \times 10^{-16}$

ANOVA simple, tomando en cuenta que el valor de $\alpha=0.05$

Al hablar de la aceptación general de las muestras de jugo de naranja se logró determinar que existía una diferencia significativa entre las muestras; esto se puede evidenciar ya que, tanto en la escala hedónica de 9 puntos como en la Escala gLMS, el valor P es menor al nivel de significancia establecido (5%). Logrando así demostrar que las muestras adulteradas lograron generar un desagrado en el consumidor permitiéndonos así encontrar cual era la aceptación del producto.

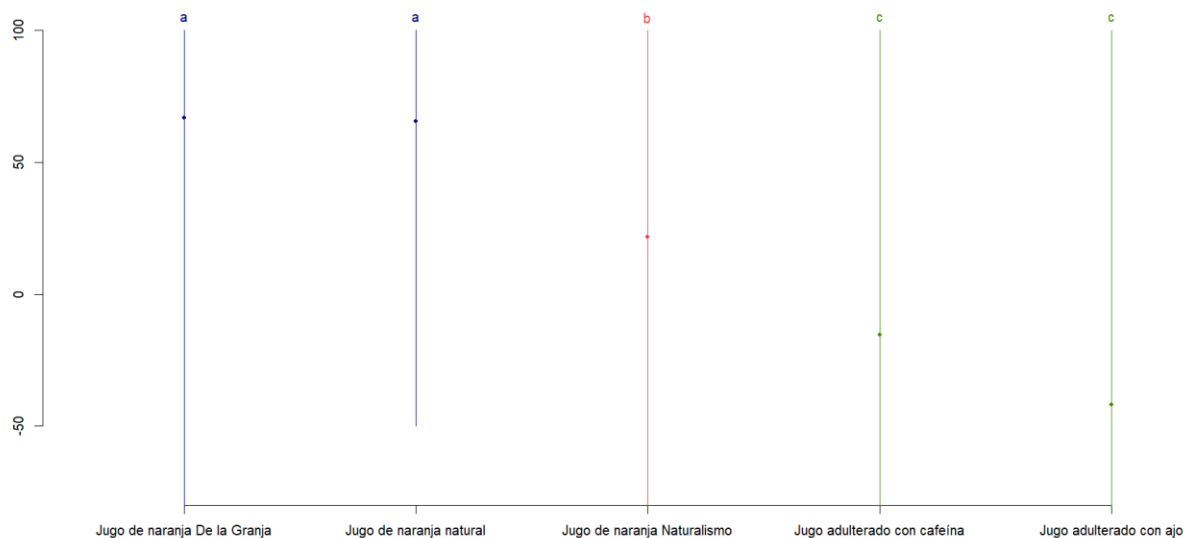
Figura 8. Aceptación de las muestras de jugo de naranja, por medio de la escala hedónica de nueve puntos



Se presenta la aceptación de las muestras de jugo de naranja evaluadas a partir de una escala hedónica de nueve puntos, donde se puede observar que hay una separación de medias entre el grupo a, que consiste en las muestras de jugo De La Granja, Naturalísimo y natural, y el grupo b, que son los jugos adulterados con cafeína y ajo.

Tomando en cuenta esto, al realizar una separación de medias de los resultados de la escala hedónica de nueve puntos, figura 8, se observaron únicamente se presentaron dos intervalos de confianza. El primer grupo se encuentra conformando por las muestras de jugo de naranja natural, De La Granja y Naturalísimo, mientras que el segundo intervalo presenta a las dos muestras adulteradas. Cabe destacar que en el primer intervalo de demuestra que el jugo de naranja presenta una mayor aceptación, seguido por el jugo De la Granja y por último el Naturalísimo. Además de que el jugo de Naranja con Cafeína presentó un mayor desagrado en los consumidores.

Figura 9. Aceptación de las muestras de jugo de naranja, por medio del uso de una escala gLMS



Se presentan los resultados de aceptación de las muestras de jugo de naranja evaluadas por medio de una escala gLMS, donde este presenta una separación de medias en tres grupos; donde el grupo a consiste en la muestra del Jugo De La Granja y el jugo natural, el grupo b es el jugo de naranja marca Naturalísimo, el grupo c consta de los jugos adulterados con cafeína y ajo.

Por otro lado, realizando el mismo procedimiento con la Escala gLMS, se determinó que existen tres intervalos de confianza presentes en prueba de aceptación. Cabe destacar que al estar trabajando con una escala bipolar se pueden obtener resultados con mayor exactitud y que nos permite discriminar al producto de una forma más efectiva, puesto que dicha escala nos permite el uso de los descriptores de intensidad presentes en la Figura 19, del área de anexos. Por lo tanto, se puede determinar que el primer intervalo, que se encuentra conformado por los jugos De la Granja y natural, tuvo una de aceptación muy fuerte. Esto se puede evidenciar, ya que los valores de las medias de dichos jugos se encuentran dentro de un rango entre 51 y 99 puntos. Mientras que, el segundo intervalo, que se encuentra conformado por únicamente el jugo Naturalísimo, presentó una aceptación positiva moderada. Por último, el intervalo C, que presenta a las muestras adulteradas, presentó una aceptación negativa moderada, que se puede traducir en un desagrado moderado.

Al comparar los resultados de ambas escalas, se logró observar que las muestras que siempre presentaron una aceptación fuerte fueron el jugo De La Granja y el Jugo natural. De igual manera la diferencia que se presenta entre las medias, tanto en la escala hedónica como en la escala gLMS, es muy pequeña por lo que se puede considerar que esta no es una diferencia significativa. Cabe destacar que las naranjas utilizadas para las muestras de jugo de naranja

natural eran compradas esa semana, por lo que se intentaba buscar que estas tuvieran el mismo grado de madurez, para que la acidez y dulzura de las muestras. Por lo que este factor pudo afectar directamente a la aceptación de los jugos. Mientras que la muestra de Jugo Naturalísimo siempre presentó una aceptación moderada, puesto que en ambos casos la aceptación estuvo cercana a un espacio neutral en la escala.

Al hablar de las muestras adulteras, se puede observar que a pesar de que en ambos casos estas se encuentren juntas en el mismo intervalo de confianza, estas presentan una aceptación distinta. Al momento de hablar de la escala de hedónica esta muestra que la diferencia de desagrado de la muestra, evaluada entre las medias, es pequeña por lo que se puede establecer que el desagrado es leve. Mientras que al observar los resultados de la escala gLMS, estos demostraron que existe un mayor desagrado por la muestra que presenta la adulteración con ajo, dando un resultado más verídico; como era de esperarse.

Cuadro 7. Relación entre respuestas electrofisiológicas y las muestras

	Grados de libertad	Valor P
Resistencia de la piel	4	0.999
Conductancia de la piel	4	0.999
Frecuencia cardiaca	4	0.9121

Análisis realizado a partir de la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que los datos no presentan una distribución normal, tomando en cuenta un valor de $\alpha=0.05$.

Al observar las respuestas electrofisiológicas, se puede observar que ninguna de las variables presento una diferencia significativa, al compararse entre las muestras de jugos. Esto se debe a que tanto la resistencia y conductancia de la piel, como la frecuencia cardiaca obtuvieron un valor mayor al nivel de significancia establecido del 5%. Ahora bien, este aspecto se pudo ver reflejado por el periodo en el que se realizaron las pruebas, puesto que en dichas semanas se estaba llevando a cabo el cierre de semestre; donde durante este periodo de tiempo se conoce que la mayoría de los estudiantes presentan altos niveles de estrés. Tomando en cuenta esta variable, se conoce que el comportamiento del sistema nervioso autónomo de una persona no presenta un comportamiento que se considera normal, puesto que la secreción de sudor se ve afectado por la presión a la que se encuentra sometida el individuo.

Cuadro 7. Relación entre las respuestas electrofisiológicas previo y posterior a la degustación de la muestra

	Grados de libertad	Valor P
Resistencia de la piel	179	0.4859
Conductancia de la piel	179	0.485
Frecuencia cardiaca	179	0.4859

Análisis realizado a partir de la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que los datos no presentan una distribución normal, tomando en cuenta un valor de $\alpha=0.05$.

Al observar el comportamiento de los panelistas previo y posterior de haber probado las muestras, se pudo determinar que no hubo una diferencia significativa en ninguna de las respuestas. Esto se debe a que el valor P de la prueba fue mayor al nivel de significancia establecido. A pesar de ello se puede observar que hubo una variación en las respuestas previo y después de haber recibido el estímulo.

Cuadro 8. Resumen estadístico de la resistencia de la piel previo y posterior de probar la muestra

Muestra		Media	Mediana	Desviación estándar
Antes	Jugo adulterado con ajo	7101.03	1245.18	20822.90
	Jugo adulterado con cafeína	7103.34	1201.38	20615.99
	Jugo De La Granja	7811.27	1344.27	23372.59
	Jugo de naranja Natural	7214.33	1197.37	21229.63
	Jugo de naranja Naturalísimo	6916.68	1131.16	20026.42
Después	Jugo adulterado con ajo	7120.85	1268.68	20759.52
	Jugo adulterado con cafeína	6996.59	1369.64	20215.48
	Jugo De La Granja	8642.35	1427.38	23685.15
	Jugo de naranja Natural	7128.19	1255.57	20740.48
	Jugo de naranja Naturalísimo	7572.49	1175.27	21453.67

Tomando en cuenta que se está trabajando con datos que no presentan un comportamiento normal, se debe aclarar que la media es aquella que nos demostrara de manera exacta como es la distribución de estos durante la prueba. Tal como se muestra en el Cuadro 8, las muestras que presentaron aceptación (jugo natural, De la Granja y Naturalísimo) generaron un aumento en la sudoración producida por la piel. Se conoce que cuando el producto no presenta una aceptación, el cuerpo entra en estado de estrés, dicho estado no genera un fuerte aumento en la resistencia de la piel. Por lo que, las muestras de jugo adulterado presentaron una resistencia más baja posterior a que se consumiera la muestra; aspecto que se esperaba debido a que el cuerpo estaba entrando en un estado de estrés. (Tadeo, 2014)

Cuadro 9. Resumen estadístico de la conductancia de la piel previo y posterior de probar la muestra

	Muestra	Media	Mediana	Desviación estándar
Antes	Jugo adulterado con ajo	0.99750	0.80460	0.90119
	Jugo adulterado con cafeína	0.99528	0.83860	0.82174
	Jugo De La Granja	0.97371	0.74606	0.80197
	Jugo de naranja Natural	1.00683	0.83777	0.86451
	Jugo de naranja Naturalísimo	0.98195	0.88434	0.79703
Después	Jugo adulterado con ajo	0.97262	0.79205	0.86848
	Jugo adulterado con cafeína	0.97997	0.73104	0.82571
	Jugo De La Granja	0.92176	0.71215	0.74944
	Jugo de naranja Natural	0.97487	0.79822	0.82083
	Jugo de naranja Naturalísimo	0.95941	0.85289	0.77351

Como se conoce, la conductancia es inversamente proporcional que la resistencia de la piel por lo que se espera una disminución en la conductancia de las muestras de jugo de naranja sin adulteración alguna. Tal como se puede apreciar en el Cuadro 9, dichas muestras presentan una reducción significativa en la mediana posteriormente de haber probado el jugo. Cabe señalar que la reducción presente en las muestras adulteradas fue menor, puesto que como se conoce los panelistas no presentaron un estado de estrés.

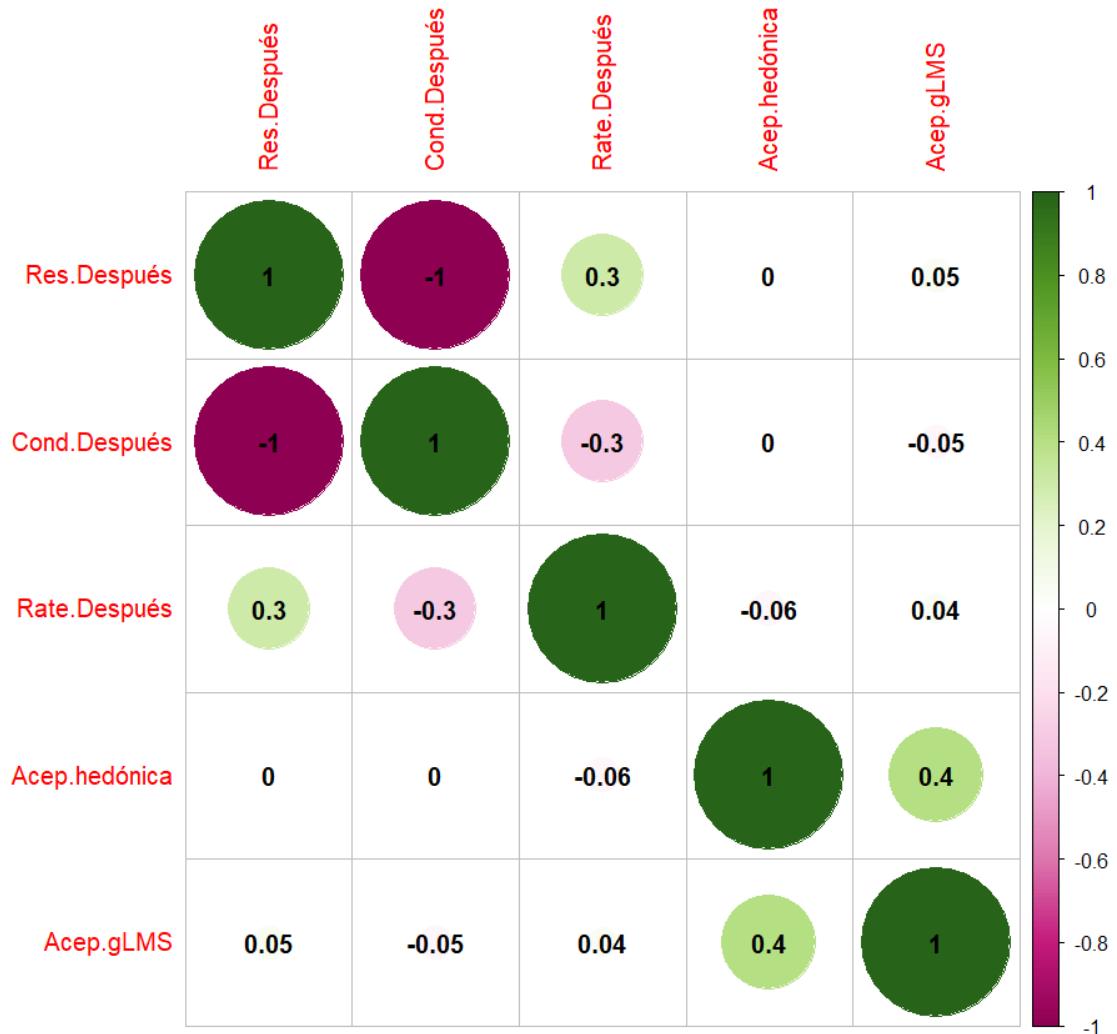
Cuadro 10. Resumen estadístico de la frecuencia cardiaca previo y posterior de probar la muestra

	Muestra	Media	Mediana	Desviación estándar
Antes	Jugo adulterado con ajo	95.434	92.184	17.466
	Jugo adulterado con cafeína	97.114	92.859	21.203
	Jugo De La Granja	97.782	90.943	23.418
	Jugo de naranja Natural	98.124	93.635	26.545
	Jugo de naranja Naturalísimo	95.325	89.192	22.075
Después	Jugo adulterado con ajo	96.961	91.060	20.184
	Jugo adulterado con cafeína	97.417	91.130	21.459
	Jugo De La Granja	98.348	93.394	17.097
	Jugo de naranja Natural	100.311	94.341	25.599
	Jugo de naranja Naturalísimo	96.163	91.221	18.937

La frecuencia cardiaca, es una respuesta fisiológica que nos permite relacionar sus cambios con las emociones o estados en los que se encuentra el cuerpo. Por lo que se conoce cuando un estímulo causa satisfacción y/ o felicidad en el panelista, la frecuencia cardiaca se eleva. Tal como se puede observar en las muestras de jugos que no presentan una adulteración, cuadro, es decir las muestras de jugo de naranja Natural, Naturalísimo y De La Granja. Estas presentan los aspectos deseados por el consumidor por lo que genera una sensación de felicidad se prolonga generando así que el aumento de la frecuencia cardiaca se pueda diferenciar de manera adecuada. Mientras que las muestras adulteradas generaron una disminución de la

frecuencia cardiaca del consumidor. Este hecho se debe a que el cambio de aroma y sabor de las muestras genera sorpresa en el consumidor que se ve reflejado en dicha disminución. Cabe destacar que esta respuesta es inmediata generada por el cuerpo, puesto que se trata de una reacción emocional neutral. (Bustamante Ovalle & Ruiz Cortes, 2018)

Figura 10. Matriz de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las respuestas de las escalas



La matriz muestra la relación entre las variables de las respuestas electrofisiológicas y las respuestas de aceptación, por medio de una correlación de Spearman.

Tomando en cuenta la relación entre que se presenta entre las variables de las respuestas fisiológicas y la aceptación de las pruebas sensoriales, se ha logrado demostrar que estas variables no presentan una relación directa. Como se conoce, para que se presente una correlación fuerte se espera que esta se encuentre cercana al valor de 1.

Como se demuestra en la Figura 10, la resistencia de la piel no presenta una correlación con las respuestas de aceptación de la escala hedónica; mientras que la correlación es muy baja al verse comparada con las respuestas de aceptación de la escala gLMS. Por otro lado, al hablar de la conductancia de la piel, esta de igual manera no presenta una correlación con las respuestas de aceptación, evaluadas con la escala hedónica; mientras que presenta una

correlación negativa muy baja con la aceptación de la escala gLMS. Cabe destacar que la resistencia y conductancia son respuestas inversas por lo que, no es de extrañarse que el valor de correlación entre estas y la aceptación gLMS tengan el mismo valor, pero con el signo inverso. Mientras que, al observar la relación entre la respuesta de la frecuencia cardiaca con la aceptación de ambas escalas, se puede observar que esta presenta una correlación muy débil, con ambas respuestas. Dando así a entender que la correlación entre estas variables se puede considerar casi nula. Puesto que no se presenta una relación entre ambos tipos de respuestas no se puede validar las respuestas de las pruebas.

7 Conclusiones

- Se demostró que se presenta una diferenciación entre las respuestas de aceptación utilizando ambas escalas, teniendo una mejor respuesta con la escala gLMS. A pesar de ello no se presentó una relación directa entre las respuestas electrofisiológica y las pruebas de aceptación por lo que no se pueden validar los resultados de dichas pruebas.
- Se determinó que las muestras de Jugo de Naranja natural y de la marca De la Granja presentaron la mayor aceptación, mientras que las muestras adulteradas no presentaron una aceptación alguna. Cabe destacar que al comparar los resultados de las escalas se observó una definición más exacta entre la aceptación de las muestras usando la escala gLMS puesto que esta presentó una mejor diferenciación entre las medias.
- Se demostró que no hay una diferencia significativa entre las respuestas electrofisiológicas (resistencia de la piel, conductancia de la piel y frecuencia cardiaca) y las muestras de jugo de naranja.
- No se presentó una correlación entre las variables electrofisiológicas y las respuestas de aceptación, por lo que no se puede establecer que una relación entre ambos tipos de respuestas.

8 Recomendaciones

- Se recomienda realizar las pruebas con un grupo menor de panelistas, poder llevar un mejor control con las pruebas realizadas; puesto que con dicho grupo se puede controlar de mejor manera la participación de los panelistas.
- Realizar las pruebas de calidad a los productos que se evaluarán, con el fin de conocer cuáles son sus características fisicoquímicas; logrando así que no se presente una variación entre las mismas en las fases de las pruebas.
- Establecer un periodo de tiempo más grande entre las degustaciones de las muestras, para poder generar una mayor estabilización de la línea base de las variables electrofisiológicas.
- Se recomienda proseguir con los estudios de investigación, con el fin de obtener una metodología, que utilice las respuestas electrofisiológicas en lugar de escalas, para las pruebas sensoriales de aceptación.

9 Referencias

- Actuamed. (junio de 2018). *CEREBRO HUMANO: ESTRUCTURA Y FUNCIONES*. Obtenido de <https://www.actuamed.com.mx/informacion-pacientes/cerebro-humano-estructura-y-funciones>
- Azcona, L. (2009). El electrocardiograma. En M. M. López Farré A, *Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la fundación BBVA* (págs. 49-56). Bilbao : Fundación BBVA.
- bitbrain. (03 de 08 de 2018). *Laboratorios y técnicas de neuromarketing habituales: EEG, eye-tracking, GSR, IRT, etc.* Obtenido de <https://www.bitbrain.com/es/blog/laboratorios-y-tecnicas-de-neuromarketing-habituales-eeg-eye-tracking-gsr-irt-etc>
- Braidot, N. (2018). *Como funciona tu cerebro para dummies*. Barcelona: Grupo Planeta.
- Bustamante Ovalle, N. G., & Ruiz Cortes, F. A. (2018). *Análisis de la Frecuencia Cardíaca para determinar el Efecto de la Estimulación Musical en Estudiantes de Educación Superior*. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Castañeda Bustillo, C. D. (2013). *Comparación de la escala hedónica de nueve puntos con la escala hedónica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de América Latina*. Tegucigalpa: Escuela Agrícola Panamericana.
- Coon, E. (07 de 2023). *Generalidades sobre el sistema nervioso autónomo* . Obtenido de Manual MSD: <https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-neurologicos/sistema-nervioso-autonomo/generalidades-sobre-el-sistema-nervioso-autonomo>
- Espinoza, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Fuentes, A., & Fresno, M. J. (2012). Sensopercepción Gustativa: una Revisión. *International journal of odontostomatology*, 161-168.
- Ibáñez Moya , F., & Barcina Angulo , Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Barcelona : Springer-Verlag Ibérica.
- Izaguirre Torres, D., Málaga Juárez, J., Chuqui Diestra, S. R., Velásquez-Ccosi , P. F., & Siche, R. (2020). La neurociencia en la publicidad de productos agroalimenticios: ¿Una herramienta beneficiosa o un peligro para salud pública? *Scientia Agropecuaria*, 629-639.
- Mojica-Londoño, A. G. (2017). Actividad electrodérmica aplicada a la psicología: análisis bibliométrico. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 46-56.
- Morales Puebla, J. M., & Mingo Sánchez, E. M. (s.f.). *FISIOLOGÍA DEL GUSTO*. Toledo: Hospital Virgen de la Salud.
- Navarro , X. (2022). Fisiología del Sistema Nervioso Autónomo. *Revista de Neurología*, 553-562.

- Osorio López, M. A. (2018). *Técnicas Modernas en el análisis sensorila de los Alimentos* . Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Quihui Pilatuña, P. M. (2022). *Neuromarketing y su influencia en la toma de decisiones en la compra de los consumidores de la empresa Moderna Alimentos S.A de la ciudad de Cajabamba, provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Redolar Ripoll, D. (2013). *Neurociencia Cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana .
- Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 47-68. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Tadeo, A. R. (2014). *Aceptación Sensorial de Alimenos Ofertados en Comedores Escolares con Servivio de Catering y Hábitos alimentarios Asociados al Estilo de Dieta Mediterránea de la Ciudad de Murcia* . Murcia: Universidad de Murcia .
- Taipe Pilla, A. M. (2022). *Neuromarketing para el posicionamiento de la fundación de ayuda Social Banco de Alimentos de la ciudad de Quito*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

10 Anexos

10.1 Presupuesto preliminar

Cuadro 11. Presupuesto preliminar

Presupuesto preliminar			
Honorarios	Unidades (mes, días, horas)	Tarifa por unidad	Total, en Q
No aplica			
SUBTOTAL HONORARIOS			Q -
Suministros	Unidades	Costo	Total
Jugo de naranja De la Granja	3	Q 15.70	Q 47.10
Jugo de naranja Naturalísimo	3	Q 30.65	Q 91.95
Naranjas	6	Q 14.90	Q 89.40
Ajo	1	Q 5.85	Q 5.85
Cafeína	20	Q 0.31	Q 6.20
Galletas soda	20	Q 8.65	Q 173.00
Vasos de 8 onzas	8	Q 7.80	Q 62.40
Servilletas paquetes de 100	2	Q 4.75	Q 9.50
Vasos de 1 onza	1	Q 64.00	Q 64.00
Premios	150	Q 8.00	Q 1,200.00
SUBTOTAL SUMINISTROS			Q 1,749.40
Equipo	Unidades	Costo	Total
Análisis sensoriales	2	Q 3,500.00	Q 7,000.00
Pruebas electrofisiológicas	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00
SUBTOTAL EQUIPO			Q 11,000.00
Transporte y viáticos	Unidades	Costo	Total
Gasolina	-	-	Q 500.00
SUBTOTAL TRANSPORTE			Q 500.00
Servicios externos	Unidades	Costo	Total
No aplica			
SUBTOTAL EQUIPO			Q -
Imprevistos			Q 400.00
TOTAL			Q 13,649.40

10.2 Cronograma de actividades

Cuadro 12 Cronograma de actividades

	abril	Mayo				may/jun	junio				jun/jul	Julio				jul/ago	agosto			ago/sep	septiembre			sep/oct	octubre				oct/nov	Noviembre	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Elaboración de protocolo	■																														
prueba piloto		■																													
Definición de variables			■																												
Llamada a los panelistas				■																											
análisis sensorial (escala hedónica)										■																					
análisis estadístico (escala hedónica)										■	■																				
análisis sensorial (escala gLMS)													■																		
análisis estadístico (escala gLMS)													■	■																	
pruebas electrofisiológico																■															
análisis de pruebas electrofisiológico																■	■														
comparación entre pruebas																	■	■													
Redacción final del informe																		■	■	■											
entrega del documento final																					■										
Elaboración del Paper																						■	■	■	■	■	■	■	■		

10.3 Estadística realizada

Figura 11. Configuración de la prueba ANOVA en el programa RStudio

```
str(sensor)

#análisis de la fase 1 tesis jugo de naranja

aceptacion1 = aov(Acep.hedónica ~ muestra , data=sensor)
summary(aceptacion1)

library(agricolae)
lsd=LSD.test(aceptacion1,"muestra", p.adj="bonferroni")|
plot(lsd)

#análisis de la fase 2 tesis jugo de naranja

acept2 = aov(Acep.gLMS ~ muestra , data=sensor)
summary(acept2)

lsd2=LSD.test(acept2,"muestra", p.adj="bonferroni")
plot(lsd2)
```

Figura 12. Configuración del resumen estadístico y la prueba de Kruskal-Wallis para el análisis de las respuestas electrofisiológicas

```
ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Res.Antes), mediana=median(Res.Antes), desv.Estandar=sd(Res.Antes))
ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Res.Despues), mediana=median(Res.Despues), desv.Estandar=sd(Res.Despues))

ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Cond.Antes), mediana=median(Cond.Antes), desv.Estandar=sd(Cond.Antes))
ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Cond.Despues), mediana=median(Cond.Despues), desv.Estandar=sd(Cond.Despues))

ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Rate.Antes), mediana=median(Rate.Antes), desv.Estandar=sd(Rate.Antes))
ddply(sensor, "muestra", summarise,media=mean(Rate.Despues), mediana=median(Rate.Despues), desv.Estandar=sd(Rate.Despues))

kruskal.test(Res.Antes~Res.Despues, data=sensor)
kruskal.test(Cond.Antes~Cond.Despues, data=sensor)
kruskal.test(Rate.Antes~Rate.Despues, data=sensor)
```

Figura 13. Configuración de la prueba de Kruskal-Wallis para el análisis de las respuestas electrofisiológicas

```
|
#análisis de sensores

shapiro.test(sensor$Cond.Despues)
shapiro.test(sensor$Cond.Despues)
shapiro.test(sensor$Cond.Despues)

kruskal.test(Res.Despues ~ muestra, data=sensor)
kruskal.test(Cond.Despues ~ muestra, data=sensor)
kruskal.test(Rate.Despues ~ muestra, data=sensor)
```

Figura 14. Configuración de la prueba de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las pruebas de aceptación

```
#Correlación

library(ggplot2)
library(corrplot)

sensor$Panelista=NULL
sensor$Nombre=NULL
sensor$muestra=NULL
sensor$Res.Antes=NULL
sensor$Cond.Antes=NULL
sensor$Rate.Antes=NULL
head(sensor)

M=cor(sensor, method= "spearman")
round(M, digits=2)

corrplot(M, addCoef.col = 'black', col = COL2('PiYG'))
```

Figura 15. Resumen del análisis de ANOVA de la prueba con la escala hedónica de nueve puntos.

```
> setwd("C:/Users/ISABELLA/Downloads/DATOS TESIS")
> library(readxl)
> sensor <- read_excel("sensor.xlsx")
> View(sensor)
> str(sensor)
tibble [180 × 11] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Panelista : num [1:180] 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 ...
 $ Nombre : chr [1:180] "PJMM" "PJMM" "PJMM" "PJMM" ...
 $ muestra : chr [1:180] "Jugo de naranja Naturalismo" "Jugo de naranja natural" "Jugo de naranja De la Granja"
 "Jugo adulterado con ajo" ...
 $ Res.Antes : num [1:180] 2899 2548 2721 2992 2736 ...
 $ Cond.Antes : num [1:180] 0.345 0.393 0.368 0.334 0.366 ...
 $ Rate.Antes : num [1:180] 88 89.5 89.4 89.3 81.8 ...
 $ Res.Despues : num [1:180] 3001 2596 2832 2958 2642 ...
 $ Cond.Despues : num [1:180] 0.333 0.385 0.353 0.338 0.379 ...
 $ Rate.Despues : num [1:180] 91.8 89.6 91.3 93.2 88.1 ...
 $ Acep.hedónica: num [1:180] 7 6 8 7 6 7 9 9 5 2 ...
 $ Acep.gLMS : num [1:180] 30 60 100 10 40 30 75 85 70 40 ...
> aceptacion1 = aov(Acep.hedónica ~ muestra , data=sensor)
> summary(aceptacion1)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
muestra    4  472.4   118.10   30.6 <2e-16 ***
Residuals 175  675.4     3.86
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> library(agricolae)
> lsd=LSD.test(aceptacion1,"muestra", p.adj="bonferroni")
> plot(lsd)
```

Figura 16. Resumen del análisis de ANOVA de la prueba con la escala gLMS

```
> acept2 = aov(Acep.gLMS ~ muestra , data=sensor)
> summary(acept2)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
muestra    4 336908   84227   28.19 <2e-16 ***
Residuals 175 522902    2988
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> lsd2=LSD.test(acept2,"muestra", p.adj="bonferroni")
> plot(lsd2)
```

Figura 17. Respuestas obtenidas de las pruebas de Kruskal-Wallis.

```
> shapiro.test(sensor$Cond.Despues)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  sensor$Cond.Despues
W = 0.89665, p-value = 7.189e-10

> shapiro.test(sensor$Cond.Despues)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  sensor$Cond.Despues
W = 0.89665, p-value = 7.189e-10

> shapiro.test(sensor$Cond.Despues)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  sensor$Cond.Despues
W = 0.89665, p-value = 7.189e-10

> kruskal.test(Res.Despues ~ muestra, data=sensor)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Res.Despues by muestra
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.090628, df = 4, p-value = 0.999

> kruskal.test(Cond.Despues ~ muestra, data=sensor)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Cond.Despues by muestra
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.091426, df = 4, p-value = 0.999

> kruskal.test(Rate.Despues ~ muestra, data=sensor)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Rate.Despues by muestra
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.98469, df = 4, p-value = 0.9121
```

Figura 18. Resultados obtenidos durante la prueba de correlación entre las respuestas electrofisiológicas y las respuestas de las pruebas de aceptación

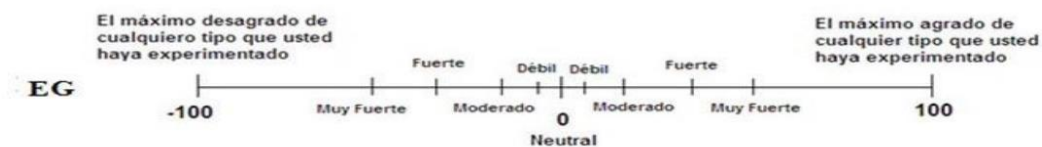
```

> library(ggplot2)
> library(corrplot)
> sensor$Panelista=NULL
> sensor$Nombre=NULL
> sensor$muestra=NULL
> sensor$Res. Antes=NULL
> sensor$Cond. Antes=NULL
> sensor$Rate. Antes=NULL
> head(sensor)
# A tibble: 6 × 5
  Res.Despues Cond.Despues Rate.Despues Acep.hedónica Acep.gLMS
  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1 3001. 0.333 91.8 7 30
2 2596. 0.385 89.6 6 60
3 2832. 0.353 91.3 8 100
4 2958. 0.338 93.2 7 10
5 2642. 0.379 88.1 6 40
6 2097. 0.477 79.4 7 30
> M=cor(sensor, method= "spearman")
> round(M, digits=2)
      Res.Despues Cond.Despues Rate.Despues Acep.hedónica Acep.gLMS
Res.Despues      1.00      -1.00      0.30      0.00      0.05
Cond.Despues     -1.00      1.00     -0.30      0.00     -0.05
Rate.Despues      0.30     -0.30      1.00     -0.06      0.04
Acep.hedónica     0.00      0.00     -0.06      1.00      0.40
Acep.gLMS         0.05     -0.05      0.04      0.40      1.00
> corrplot(M, addCoef.col = 'black', col = COL2('PiYG'))

```

10.4 Escalas utilizadas con descriptores

Figura 19. Escala gLMS con marcas de graduación para los descriptores



Se estableció que los descriptores utilizados con los intervalos dentro de la escala son “Neutral” (0-5), “Débil” (6-20), “Moderado” (21-35), “Fuerte” (36-50) y “Muy fuerte” (51-99). Estos descriptores se utilizarán tanto en el área positiva, como en la negativa.

10.5 Evidencia de las pruebas

Figura 20. Prueba sensorial, obtención de las respuestas electrofisiológica

