

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Utilización de *Moringa oleífera* Lam. en la elaboración de  
refrescos con base en pruebas sensoriales**  
Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención.

**Andres Nicolás Gamboa Carlosama**

**Ingeniería de alimentos**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos

Quito, 21 de diciembre de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERIAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Utilización de *Moringa Oleifera* en la elaboración de bebidas con base en  
pruebas sensoriales**

**Andrés Nicolás Gamboa Carlosama**

Calificación:

Lucía Ramírez, PhD.  
Asesora de Tesis

---

Quito, 21 de diciembre de 2017

## DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Andrés Nicolás Gamboa Carlosama

Código: 00107210

Cédula de Identidad: 1722860721

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2017

## **DEDICATORIA**

Les dedico a mis padres quienes han luchado por brindarme la mejor educación a base de mucho esfuerzo y sacrificio. Creo que el mejor regalo que me pudieron dar fue la educación y me siento muy afortunado por haber nacido en esta familia que siempre ha sido mi fortaleza y mi impulso.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme llegar a tan ansiado objetivo y por brindarme ese impulso para seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mis padres quienes siempre me apoyaron y lucharon por mí. Es admirable los sacrificios que han realizado para darme lo mejor.

Estoy muy agradecido con Lucía Ramírez, quien además de ser mi profesora, se convirtió en una gran compañera y amiga en este viaje. Me dio luz durante este camino y no hay duda que me hizo crecer a nivel universitario. Existieron altos y bajos, pero ella siempre creyó en mí.

También agradezco a todos los profesores que aportaron durante esta carrera, en especial a Javier Garrido, quien promovió en mí ese gusto por la investigación y la ciencia de los alimentos. A Manuelito, una gran persona que me transmitió su conocimiento de su área de trabajo y siempre se preocupó por mí bienestar. Con un plato de comida compartíamos muchos momentos.

Gracias a Emilia Jijón, gran amiga quien me acompañó durante gran parte de la carrera.

## RESUMEN

*Moringa Oleífera* Lam. es una planta de gran acogida en los últimos años debido a su gran potencial nutricional, con un alto contenido de vitamina A y C, flavonoides que actúan contra el crecimiento de células cancerígenas e isotiocianatos que poseen actividad antibiótica, previniendo los problemas gástricos. Los objetivos de este estudio fueron elaborar un refresco a partir de infusión de moringa y cítricos para enmascarar el sabor astringente y amargo presente en las hojas de la planta, debido a la presencia catequinas; y determinar a partir de pruebas sensoriales de aceptación y preferencia la concentración máxima de moringa que los consumidores toleraban en el refresco. En la prueba de aceptación (escala hedónica) se determinó que el producto de infusión de moringa-limón fue el más aceptado por los jueces consumidores. En la prueba de ordenamiento los jueces no encontraron diferencia significativa con relación a la preferencia entre las muestras de 0,8%, 0,9% y 1,1% de infusión de moringa-limón. Por lo tanto, se realizó una nueva prueba de preferencia aumentando la concentración de moringa de 1,1% hasta 1,5%, donde los jueces determinaron que existía diferencia significativa entre las muestras, siendo la de 1,5% la menos preferida, mientras que las muestras de 1,1% y 1,3% de infusión de moringa-limón no presentaron diferencia significativa en relación a la preferencia. El refresco con 1,3% de infusión de moringa-limón fue el producto final dentro de la investigación.

**Palabras clave:** Moringa, limón, refresco, análisis, sensorial, estadístico

## ABSTRACT

Moringa Oleífera Lam. is a plant of great reception in recent years due to its great nutritional potential, with a high content of vitamin A and C, flavonoids that act against the growth of cancer cells and isothiocyanates that have antibiotic activity, preventing gastric problems. The objectives of this study were to elaborate a soft drink from moringa infusion and citrus fruits to mask the astringent and bitter taste present in the leaves of the plant, due to the presence of catechins; and to determine from sensory tests of acceptance and preference the maximum concentration of moringa that the consumers tolerated in the soft drink. In the acceptance test (hedonic scale) it was determined that the moringa infusion-lemon product was the most accepted by the consumer judges. In the ordering test the judges did not find significant difference in relation to the preference between the samples of 0.8%, 0.9% and 1.1% of moringa infusión-lemon. Therefore, a new preference test was carried out increasing the moringa concentration from 1.1% to 1.5%, where the judges determined that there was a significant difference between the samples, with 1.5% being the least preferred, while samples of 1.1% and 1.3% of moringa infusion-lemon showed no significant difference in relation to preference. The soft drink with 1.3% of moringa infusion-lemon was the final product in the investigation.

**Keywords:** Moringa, lemon, soft drink, analysis, sensory, statistical

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	14
<b>2.1. Materia Prima</b> .....	14
2.1.1. Limón Meyer ( <i>Citrus lemon</i> ) .....	14
2.1.2. Jengibre .....	15
2.1.3. Hojas de Moringa oleífera Lam. ....	16
2.1.4. Obtención de materia prima .....	16
2.1.5. Elaboración de zumo de limón .....	16
2.1.6. Elaboración de infusión de moringa .....	17
2.1.7. Mezcla de zumo, infusión e ingredientes .....	17
<b>2.2. Evaluación sensorial</b> .....	18
2.2.1. Prueba de aceptación de escala hedónica de 5 puntos .....	18
2.2.2. Prueba de ordenamiento de preferencia .....	21
2.2.2.1. Reducción de concentración de moringa .....	21
2.2.2.2. Aumento de concentración de moringa .....	23
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	25
<b>3.1. Prueba de aceptación de escala hedónica de 5 puntos</b> .....	25
<b>3.2. Prueba de ordenamiento de preferencia (reducción de concentración de moringa)</b> .....	27
<b>3.3. Prueba de ordenamiento de preferencia (aumento de concentración de moringa)</b> .....	28
<b>3.4. Formulación final:</b> .....	31
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	33
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	34
<b>6. AGRADECIMIENTO</b> .....	35
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carta de colores de la madurez de limón Real (Meyer).....	15
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de refresco de limón, moringa y jengibre.....	18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamiento 1.....	20
Tabla 2. Tratamiento 2.....	20
Tabla 3. Formulaciones reduciendo el contenido de moringa en 3 prototipos.....	22
Tabla 4. Formulaciones aumentando el contenido de moringa en 3 prototipos.....	24
Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) de aceptabilidad de prototipos de moringa.....	26
Tabla 6. Aceptabilidad de los tratamientos.....	27
Tabla 7. Sumatoria de ordenamiento de preferencia al reducir el contenido de moringa en el refresco.....	27
Tabla 8. Prueba de Chi-cuadrado.....	28
Tabla 9. Sumatoria de ordenamiento de preferencia al aumentar el contenido de moringa en el refresco.....	29
Tabla 10. Prueba de Chi Cuadrado.....	29
Tabla 11. Comparación de diferencia entre las sumatorias de tratamientos con el valor obtenido del Método de Friedman.....	30
Tabla 12. Formulación final.....	31
Tabla 13. Formulación final (250 mililitros).....	31

## ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado para prueba de aceptación.....	39
Anexo 2. Cuestionarios de prueba de aceptación.....	39
Anexo 3. Tabla de aleatorización para prueba de ordenamiento de reducción de concentración de moringa .....	40
Anexo 4. Cuestionario de prueba de preferencia reduciendo el contenido de moringa .....	42
Anexo 5. Tabla de aleatorización para prueba de ordenamiento de aumento de concentración de moringa .....	42
Anexo 6. Cuestionario de prueba de preferencia aumentando el contenido de moringa .....	44
Anexo 7. Datos obtenidos de cada juez en prueba de preferencia al reducir el contenido de moringa.....	44
Anexo 8. Tabla de valores de Chi-cuadrado.....	46
Anexo 9. Datos obtenidos de cada juez en prueba de preferencia al aumentar el contenido de moringa .....	46

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Norma Técnica Colombiana (2013): “un refresco es un producto elaborado a partir de jugo o pulpa de frutas concentrados o no, clarificado o no o la mezcla de estos, con un contenido mínimo de fruta del 8%, adicionado con agua y aditivos permitidos, sometidos a un tratamiento de conservación”.

Por otro lado, las infusiones son bebidas preparadas a partir de agua cerca del punto ebullición, donde se agregan hojas secas o hierbas aromáticas y se deja reposar durante 5 minutos para que adquieran aroma y sabor (Bolaños, 2014). Esta bebida puede ser consumida caliente o fría dependiendo del gusto y la facilidad de adquisición.

Las hojas de *Moringa oleífera* Lam., son una fuente de Vitamina A. En el año 2010 en Hermosillo-México se suplementó una dieta de 31 niños prescolares de 3 a 5 años con 1,17 g de hojas de moringa, durante 5 meses. Los resultados se evaluaron con un grupo control de 25 niños que no habían recibido esta dieta. Finalmente, se obtuvo que la deficiencia de Vitamina A, en niños que recibieron el suplemento de hojas de *Moringa oleífera* Lam., se redujo considerablemente de 40% a 14,3%, mientras que en el grupo control mantuvo el nivel de Vitamina A a lo largo de los 5 meses (Fernández, 2010).

Se han realizado estudios sobre la actividad antibiótica de las hojas de *Moringa oleífera*, y se encontró que posee isotiocianatos que actúan en contra de la bacteria *Helicobacter Pylori*. Esta bacteria genera gastritis, úlceras gástricas y del duodeno, y promueve al cáncer de estómago. Haristoy (2005) demostró que el compuesto bencil-

tiocianato actúa en contra de *Helicobacter Pylori* utilizando concentraciones 1000 veces menores en relación a estudios previos, siendo un resultado altamente beneficioso.

Uno de los puntos en contra de las hojas de *Moringa oleífera* Lam., es su sabor, ya que contiene flavonoides como las catequinas que generan amargor y astringencia (Guevara, 2012). Por lo tanto, para opacar este sabor dentro de los refrescos se utilizó limón Meyer (*Citrus lemon*) y jengibre (*Zingiber officinale*).

El limón Meyer (*Citrus lemon*) es un híbrido entre naranja y limón, de color verde hasta color amarillo en su madurez completa. La pulpa es amarillenta jugosa y medianamente ácida y se caracteriza por su alto contenido de pectina (INEN, 2008).

El jengibre (*Zingiber officinale*) es un rizoma de sabor picante y aroma intenso, que es utilizado dentro de la industria alimentaria como condimento, además de realzar sabores en helados, carnes, mermeladas y bebidas cítricas (Cevallos, 2012).

Por otro lado, la evaluación sensorial en los alimentos ha sido usada con el fin de desarrollar productos procesados de calidad. Es en la industria, donde se ha generado una tendencia en esta área con el fin de determinar los productos más aceptables o preferidos para los consumidores. Esta disciplina está basada en la percepción de los sentidos como: la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Cordero-Bueso, 2013).

Dentro del análisis sensorial existen los métodos afectivos que tienen como fin evaluar la respuesta que provoca el producto en el consumidor. En las pruebas afectivas existen varias pruebas para determinar la aceptación y preferencia del alimento (Espinosa, 2007). El objetivo de las pruebas de aceptabilidad es conocer las reacciones subjetivas de

aceptación o rechazo de los consumidores frente a un alimento. Mientras que en las pruebas de preferencia se desea conocer si los jueces prefieren una muestra sobre otra (Anzaldúa-Morales, 2005).

El objetivo de este estudio fue elaborar un refresco a partir de infusión de moringa, limón y jengibre utilizando métodos afectivos de análisis sensorial.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Materia Prima**

#### **2.1.1. Limón Meyer (*Citrus lemon*)**

El índice de madurez de limón Meyer (*Citrus lemon*) está dado por su color, la acidez titulable y el porcentaje de jugo obtenido. De acuerdo al color, este limón se clasifica en verde (que tiene toda su superficie externa de color verde y no ha llegado a su madurez), pintón (gran parte de color verde y una pequeña superficie amarillenta en el centro de la superficie), y finalmente, maduro (que tiene toda la superficie de color amarillo y ha llegado a su maduración completa) (INEN, 2008).

La Figura 1 indica la carta de colores del limón Meyer (*Citrus lemon*) de acuerdo a su índice de madurez. El limón utilizado de acuerdo a la Figura 1, fue el 4, con un grado de madurez de “pintón”, ya que no es un fruto tan ácido, contiene alrededor del 3,13% de acidez titulable y se obtiene un porcentaje de jugo cercano al 35,46% (INEN, 2008).



Figura 1. Carta de colores de la madurez de limón Real (Meyer) (INEN, 2008).

### 2.1.2. Jengibre

“El jengibre posee una oleoresina (4-7,5 %) que contiene aceite esencial y resina. los componentes del aceite esencial son los sesquiterpenos que proporcionan el aroma; y los componentes de la resina son: [6]-gingerol, shogaol, zingerona, que otorgan la pungencia. Estos componentes son principios activos que confieren al rizoma las siguientes propiedades funcionales: carminativo, antiulceroso, antiespasmódico, colagogo, protector hepático, antitusivo, expectorante y laxante, estimulante, rubefaciente y diaforético. La deshidratación del jengibre para convertirlo en polvo, aumenta la disponibilidad de los aceites que proveen las propiedades funcionales” (Acuña, 2010).

En la elaboración de la bebida se utilizó jengibre en polvo, ya que se distribuye de forma homogénea en el producto, en comparación con el jengibre fresco.

### **2.1.3. Hojas de Moringa oleífera Lam.**

*Moringa oleífera* Lam., es una planta que crece en áreas semiáridas, subtropicales y tropicales, incluso tolera suelos arenosos y áreas costeras. Sus hojas son altamente nutritivas, siendo una fuente significativa de beta carotenos, vitamina C, proteína, hierro y potasio. Por lo tanto, las hojas de moringa se han convertido en una fuente de alimentación para las zonas tropicales, presentando resistencia a todas las estaciones de año y provee de varios nutrientes antes la escasez. Además, estudios han demostrado que las hojas de moringa son una fuente rica en flavonoides como la quercetina, que inhibe el crecimiento de células cancerígenas de la próstata y el seno, teniendo incluso una actividad antiviral (Joshi, 2010).

### **2.1.4. Obtención de materia prima**

Se usaron hojas secas de *Moringa oleífera* Lam., obtenidas de la empresa Ecuamoringa, limón Meyer (*Citrus lemon*) de grado de madurez 4, como se presenta en la Figura 1, azúcar blanca Valdez y Stevia Life provenientes del mercado local (Supermaxi) de Cumbayá. Además, jengibre en polvo de la empresa local Aromas y Especies, localizada en Quito.

### **2.1.5. Elaboración de zumo de limón**

Los limones Meyer (*Citrus lemon*) fueron clasificados de acuerdo a su grado de madurez (4), se lavaron con agua potable, fueron sumergidos, como proceso de desinfección, en una solución de agua con 75 ppm de hipoclorito de sodio; se enjuagaron nuevamente con agua potable, hasta obtener un residual menor a 0,5 ppm de hipoclorito de sodio. Finalmente, se extrajo el zumo de limón a partir de un tamiz de 50 micras (0,05 mm) (Suslow, 2000).

### **2.1.6. Elaboración de infusión de moringa**

La proporción entre hojas secas de moringa y agua fue de 3 gramos por cada 250 mililitros, respectivamente. Se calentó el agua hasta llegar a los 92 °C, se retiró del fuego, y se colocó la moringa seca en un tamiz metálico para sumergir en el agua durante 5 minutos. Luego se retiró la infusión y se dejó enfriar (Saz, 2006).

### **2.1.7. Mezcla de zumo, infusión e ingredientes**

A la infusión fría, se agregó el zumo de limón (cantidad constante), azúcar, stevia y jengibre, y se utilizó una licuadora basculante industrial (marca Montero, modelo: LAR-15PMB, con rotación de 3500 RPM y frecuencia de 50 Hz), durante 5 minutos para homogenizar el producto. El refresco homogéneo, se pasteurizó a 80 °C por 2 minutos y se colocó en un baño María invertido con agua y hielo a 5 °C por 10 minutos (choque térmico), para finalmente almacenar el producto a 4 °C.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso:

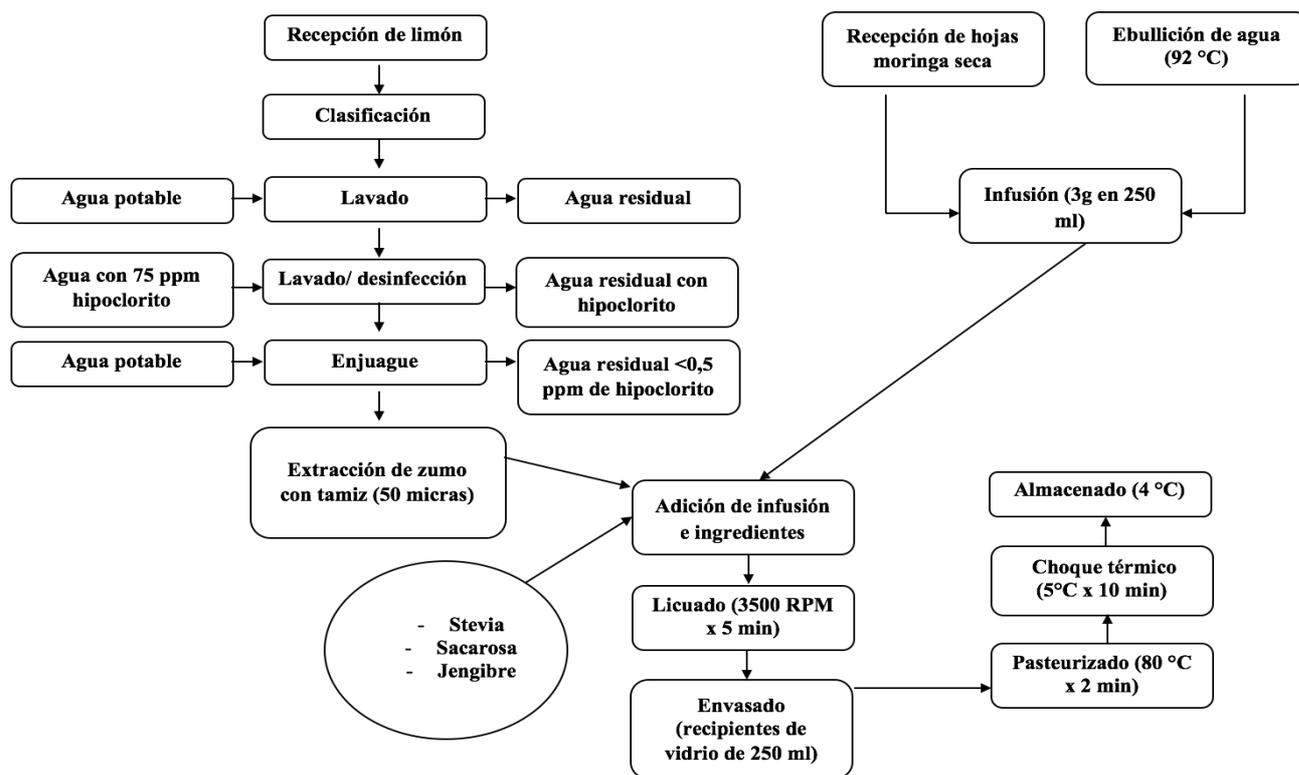


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de refresco de limón, moringa y jengibre.

## 2.2. Evaluación sensorial

### 2.2.1. Prueba de aceptación de escala hedónica de 5 puntos

En la prueba de escala hedónica los panelistas (consumidores) demuestran su grado de satisfacción, de acuerdo al gusto y disgusto del producto en evaluación. Estas escalas deben ser impares con el fin de obtener un grado medio de satisfacción, entre ni me gusta ni me disgusta. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, ya que, si se aumenta el número de puntos y se agrega más etiquetas correlativas, los jueces no perciben las distancias de los

puntos por igual, además, tienden a evitar los extremos por problemas de comprensión de las frases (González, 2014).

El análisis sensorial de aceptación de refrescos fue desarrollado en la Universidad San Francisco de Quito, en el laboratorio de Evaluación Sensorial en el área de Ingeniería de Alimentos. Participaron 68 estudiantes (29 hombres y 39 mujeres) entre los 18 y 24 años de edad, siendo todos jueces consumidores.

Se evaluaron 2 prototipos, un prototipo con limón, maracuyá e infusión de moringa (Tabla 1), y otro prototipo con limón e infusión de moringa (Tabla 2). Se distribuyeron de forma homogénea 40 mililitros de cada muestra en vasos de poliestireno de 50 mililitros de capacidad; todas las muestras fueron refrigeradas y servidas a 10 °C.

Las muestras fueron aleatorizadas, de tal forma que la mitad de los jueces consumidores recibieron primero el tratamiento 783 (Tabla 1) y la otra mitad recibió primero el tratamiento 594 (Tabla 2). El diseño experimental utilizado para la evaluación fue DBCA (Diseño de bloques completamente al azar). Siendo los bloques el número de jueces y los tratamientos el número de muestras.

Tabla 1. Tratamiento 1.

<b>Refresco de limón, maracuyá, jengibre y moringa (250 g)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>783</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Limón real (Meyer)	20,00
Maracuyá	18,00
Jengibre	0,50
Infusión de moringa (3 g de moringa:250 ml de agua)	201,20
Sacarosa	9,40
Stevia	0,94
<b>TOTAL</b>	<b>250,00</b>

Tabla 2. Tratamiento 2.

<b>Refresco de limón con jengibre y moringa (250 g)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>594</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Limón real (Meyer)	20,00
Jengibre	0,50
Infusión de moringa (2,6 g de moringa:216,1 ml de agua)	218,70
Sacarosa	9,40
Stevia	0,94
<b>TOTAL</b>	<b>250,00</b>

La evaluación sensorial, se inició ubicando a los jueces en cada cubículo y explicando lo que debían realizar. Los estudiantes firmaron un consentimiento informado (Anexo 1) garantizando que no tenían ningún problema con productos cítricos y sacarosa, ya que esto evitaría que participen en la prueba. El juez recibió cada muestra, un vaso con agua, un esfero y un cuestionario (Anexo 2) para cada una de las muestras. Las muestras fueron entregadas

de forma monódica, es decir, el juez recibió primero una muestra la evaluó y posteriormente una segunda muestra. Los panelistas enjuagaron su boca y esperaron 30 segundos para probar la segunda muestra. En ambos tratamientos determinaron el nivel de agrado de acuerdo a una escala hedónica de 5 puntos.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad, por la prueba F (Watts, 1992).

### **2.2.2. Prueba de ordenamiento de preferencia**

La prueba de ordenamiento de preferencia es una prueba sencilla, donde los jueces reciben tres o más muestras que difieren en alguna propiedad, y se les pide que ordenen de forma creciente o decreciente (Kemp, 2009). Dentro de la investigación se realizaron dos evaluaciones sensoriales de ordenamiento de preferencia. Primero, reduciendo la concentración de moringa y posteriormente aumentando la concentración de moringa.

#### **2.2.2.1. Reducción de concentración de moringa**

La prueba de ordenamiento de preferencia fue desarrollada en la Universidad San Francisco de Quito, en el laboratorio de Evaluación Sensorial en el área de Ingeniería de Alimentos. Para esta evaluación participaron 60 estudiantes (21 hombres y 39 mujeres) entre los 18 y 23 años de edad, siendo todos jueces consumidores.

Se evaluaron 3 prototipos, con concentraciones de 1,1%, 0,9% y 0,8% de moringa (Tabla 3). Se prepararon 60 muestras de cada prototipo. En cada vaso de poliestireno de 50 mililitros se colocaron 40 mililitros de muestra y se refrigeraron para mantener el producto a 10 °C. Las muestras fueron aleatorizadas (Anexo 3), con el fin de evitar el error a la tendencia central (Kemp, 2009).

Tabla 3. Formulaciones reduciendo el contenido de moringa en 3 prototipos.

<b>Para 4,5 litros de producto (Limón-moringa)</b>			
<b>Ingrediente</b>	<b>Prototipos</b>		
	<b>274</b>	<b>165</b>	<b>583</b>
	<b>1,1% moringa (g)</b>	<b>0,9% moringa (g)</b>	<b>0,8% moringa (g)</b>
Limón real (Meyer)	369,00	369,00	369,00
Jengibre molido	9,00	9,00	9,00
Sacarosa	169,20	169,20	169,20
Stevia	16,92	16,92	16,92
<b>Infusión</b>			
Hojas secas de moringa	49,80	40,50	36,00
Agua	3889,10	3895,38	3899,88

La evaluación sensorial, se inició ubicando a los jueces en cada cubículo y explicando lo que debían realizar. Los estudiantes firmaron un consentimiento informado (Anexo 1) garantizando que no tenían ningún problema con productos cítricos y sacarosa, ya que esto evitaría que participen en la prueba. Cada juez recibió 3 muestras codificadas en un plato de poliestireno, un vaso con agua, un esfero y un cuestionario (Anexo 4). Se indicó a los jueces que debían probar las muestras de izquierda a derecha y ordenar en la encuesta de acuerdo a su preferencia asignando el número 1 a la muestra más preferida, 2 a la segunda más preferida y así sucesivamente. También se explicó que entre cada evaluación de las muestras debían enjuagarse la boca con agua y esperar 30 segundos para probar la siguiente muestra.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el método de Friedman utilizando la prueba de Chi cuadrado, al 5% de probabilidad (Watts, 1992). La ecuación se presenta a continuación:

$$X^2 = \frac{12}{K * J * J + 1} * \sum Tj^2 - 3k * (J + 1)$$

donde:

- T= total de cada columna
- J= número de muestras
- K= número de jueces

El Chi cuadrado calculado se comparó con el Chi cuadrado de la tabla (Anexo 8) para determinar si existió diferencia significativa entre tratamientos (Anzaldúa-Morales, 2005).

#### **2.2.2.2. Aumento de concentración de moringa**

La evaluación se realizó en la Universidad San Francisco de Quito, en el laboratorio de Evaluación Sensorial en el área de Ingeniería de Alimentos. En esta prueba participaron 60 estudiantes (28 hombres y 32 mujeres) entre los 18 y 23 años de edad, siendo todos jueces consumidores.

Se evaluaron 3 prototipos, con concentraciones de 1,1%, 1,3% y 1,5% de moringa (Tabla 4). Se prepararon 60 muestras de cada prototipo. En cada vaso de poliestireno de 50 mililitros se colocaron 40 mililitros de muestra y se refrigeraron para mantener el producto a 10 °C. Las muestras fueron aleatorizadas (Anexo 5), con el fin de evitar el error a la tendencia central (Kemp, 2009).

Tabla 4. Formulaciones aumentando el contenido de moringa en 3 prototipos

<b>Para 4,5 litros de producto (Limón-moringa)</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Prototipos</b>		
	<b>274</b>	<b>417</b>	<b>153</b>
	<b>1,1% moringa (g)</b>	<b>1,3% moringa (g)</b>	<b>1,5% moringa (g)</b>
Limón real (Meyer)	369,00	369,00	369,00
Jengibre molido	9,00	9,00	9,00
Azúcar (sacarosa)	169,20	169,20	169,20
Stevia	16,92	16,92	16,92
<b>Infusión</b>			
Hojas secas de moringa	49,80	58,50	67,50
Agua	3889,10	3877,41	3868,38

Los panelistas llenaron el consentimiento informado (Anexo 1) y se siguió el mismo proceso de evaluación de la prueba de ordenamiento de preferencia previamente mencionado en la reducción de concentración de moringa. Evaluaron 3 muestras de izquierda a derecha y ordenaron en un cuestionario (Anexo 6) de acuerdo a su preferencia (1 a la muestra más preferida, 2 a la segunda más preferida y así sucesivamente).

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el método de Friedman utilizando la prueba de Chi cuadrado, al 5% de probabilidad (Watts, 1992).

Al existir diferencia significativa entre tratamientos, se utilizó la fórmula de Friedman, de acuerdo a la Norma ISO 8587 (2006), para determinar que prototipo fue diferente a los demás:

$$Mu - Mv = Z\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{Nk(k+1)}{6}}$$

Donde:

- $\mu - M_v$ : es la diferencia entre sumatorias de las muestras evaluadas
- $Z(\alpha/2)$ : es el valor dado a  $\alpha = 0.05$  siendo igual a 1,96.
- N: número de evaluadores del análisis sensorial.
- K: número de muestras del análisis sensorial.

La diferencia entre los pares de las sumas de ordenamientos de las muestras (Anexo 9) se comparó con el valor obtenido de la fórmula de Friedman y se determinó que tratamiento difería de los demás. Si el valor de Friedman era menor al de la diferencia entre los pares de las sumas de ordenamiento, el tratamiento difirió de los demás al 5% de probabilidad (O'Mahony, 1986).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### **3.1. Prueba de aceptación de escala hedónica de 5 puntos**

Los 2 prototipos evaluados sensorialmente mediante la escala hedónica estaban compuestos por cítricos como maracuyá y limón. La formulación 1 (Tabla 1) presentaba la combinación de limón y maracuyá junto con el resto de ingredientes, mientras que en la formulación (Tabla 2) contenía solo limón como cítrico, junto con el resto de ingredientes. El fin de la utilización de ambos frutos cítricos fue enmascarar el sabor astringente y amargo generado por los compuestos fenólicos presentes en las hojas secas de moringa. Los taninos son compuestos fenólicos que producen la sensación de amargor y astringencia, siendo de desagradado para las personas que consumen estas hojas (Cabrera, 2017). Por lo tanto, el uso de

frutos cítricos enmascara el sabor amargo y genera una sensación de acidez, además de hacer refrescante al producto (Hernández-Guijo, 2011).

El análisis de varianza de la aceptabilidad de los prototipos (Tabla 5) muestra que no existió diferencia significativa en la fuente de variación de jueces, indicando que éstos entendieron las instrucciones que debían seguir para realizar una correcta evaluación sensorial (Espinosa, 2007). Al no ser entrenados (consumidores) no es obligatorio que no exista diferencia significativa, ya que ellos no tienen memoria en las características organolépticas de los alimentos. Sin embargo, favorece a que los resultados obtenidos presenten una menor variación (Lea, 1990).

Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) de aceptabilidad de prototipos de moringa.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Tratamientos	1	6,6	6,6	14,1*	3,99
Jueces	67	79	1,2	2,5 <sup>n. s</sup>	3,99
Residuo	67	31,4	0,5		
Total	135	117			

n.s. No existe diferencia significativa al 5% por la prueba F.

\*Existe diferencia significativa al 5% por la prueba F.

Por otro lado, los dos tratamientos presentaron diferencia significativa, es decir, tuvieron diferente aceptabilidad. El refresco de limón con moringa (594) fue el producto con mejor aceptabilidad (media de 3,91) en relación con el otro prototipo (783) con 3,47 (Tabla 6). De acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos (Anexo 2) el tratamiento 594 se ubicó entre los valores de “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”. Mientras que el tratamiento 783 “ni me gusta ni me disgusta”.

Tabla 6. Aceptabilidad de los tratamientos.

	<b>Código</b>	
	<b>594</b>	<b>783</b>
<b>Media</b>	3,91	3,47

594: Infusión de moringa con limón

783: Infusión de moringa con limón y maracuyá

Para mejorar la aceptabilidad del producto se buscó reducir el contenido de moringa en la formulación de la Tabla 2, y se realizó un nuevo análisis sensorial de ordenamiento de preferencia.

### **3.2. Prueba de ordenamiento de preferencia (reducción de concentración de moringa)**

Debido a que la bebida de limón con moringa tuvo mayor aceptación en los jueces consumidores, se realizó una prueba de ordenamiento de preferencia de 3 prototipos elaborados con infusión de moringa y limón (IM-Limón) a concentraciones de 1,1%, 0,9% y 0,8% (Tabla 3). En la Tabla 7 se observa la suma de ordenamientos de preferencia de cada formulación o prototipo.

Tabla 7. Sumatoria de ordenamiento de preferencia al reducir el contenido de moringa en el refresco

	<b>Formulaciones de bebidas de moringa</b>		
	<b>1,1% IM-Limón</b>	<b>0,9% IM-Limón</b>	<b>0,8% IM-Limón</b>
<b>Suma de ordenamientos</b>	122	126	112

Para determinar si existió diferencia significativa entre las muestras se utilizó la prueba de Friedman. Este análisis es utilizado cuando se selecciona un número de grupos de

varios elementos, siendo los elementos de cada grupo parecidos entre sí, ordenando los datos en filas o bloques (valoración de los jueces para cada muestra) (Restrepo, 2015).

Se calculó el Chi-cuadrado a partir de los datos obtenidos (Anexo 7) y se comparó con el Chi cuadrado de la tabla (Anexo 8).

Tabla 8. Prueba de Chi-cuadrado

<b>Prueba de Chi cuadrado</b>	
<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>X<sup>2</sup> tabulado</b>
1,73*	5,99

\*n.s. con un  $\alpha$  de 0,05

Los prototipos de infusión de moringa (1.1; 0.9; 0.8%)-limón no presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ), en cuanto a la preferencia ya que el Chi calculado fue menor al Chi tabulado ( $1,73 < 5,99$ ). Por lo que se elaboraron otros prototipos aumentando la concentración de moringa.

### **3.3. Prueba de ordenamiento de preferencia (aumento de concentración de moringa)**

Al no existir diferencia significativa entre los 3 prototipos previamente analizados, se realizó una nueva prueba de ordenamiento de preferencia aumentando la concentración de moringa. El producto realizado fue infusión de moringa con limón (IM-Limón) a concentraciones de 1,1%, 1,3% y 1,5% (Tabla 4). Se obtuvo la siguiente suma de

ordenamientos (Tabla 9) para aplicar la prueba de Friedman y determinar la diferencia significativa en cuanto a la preferencia entre tratamientos.

Tabla 9. Sumatoria de ordenamiento de preferencia al aumentar el contenido de moringa en el refresco

	<b>Formulaciones de bebidas de moringa</b>		
	<b>1,1% IM-Limón</b>	<b>1,3% IM-Limón</b>	<b>1,5% IM-Limón</b>
<b>Suma de ordenamientos</b>	111	113	136

Con la siguiente fórmula de Chi-cuadrado y partir de la determinación de los grados de libertad del número de muestras, se calculó el Chi-cuadrado del análisis sensorial en relación con el Chi cuadrado de la tabla (Anexo 7).

$$X^2 = \frac{12}{K * J * J + 1} * \sum Tj^2 - 3k * J + 1$$

Reemplazando en la ecuación y partir de los datos obtenidos (Anexo 9) se determinó el valor de Chi-cuadrado:

$$X^2 = \frac{12}{60 * 3 * 3 + 1} * 43586 - 3 * 60 * (3 + 1)$$

$$X^2 = 6,43$$

El Chi cuadrado calculado y el Chi cuadrado tabulado se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Prueba de Chi Cuadrado

<b>Prueba de Chi cuadrado</b>	
<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>X<sup>2</sup> tabulado</b>
6,43*	5,99

\*significativo con un  $\alpha$  de 0,05

Chi cuadrado calculado fue mayor a Chi tabulado ( $6,43 > 5,99$ ), existiendo diferencia significativa entre tratamientos al 5% de probabilidad. Por lo tanto, se utilizó la fórmula de Friedman para determinar que tratamiento difería de los demás.

$$Mu - Mv = 1,96 \frac{60 * 3 * 3 + 1}{6}$$

$$Mu - Mv = 21,47$$

Con el valor de la fórmula de Friedman, se comparó con la diferencia entre los pares de las sumas de tratamientos para determinar la diferencia significativa entre muestras, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Comparación de diferencia entre las sumatorias de tratamientos con el valor obtenido del Método de Friedman.

	<b>1,1% IM-Limón</b>	<b>1,3% IM-Limón</b>	<b>1,5% IM-Limón</b>		
<b>Código</b>	<b>274</b>	<b>417</b>	<b>153</b>		
<b>Suma de ordenamientos</b>	<b>111a</b>	<b>113a</b>	<b>136b</b>	<b>Mayores o menores que</b>	<b>Valor de Friedman</b>
<b>274-417</b>	2			<	21,47
<b>274-153</b>	25			>	21,47
<b>417-153</b>	23			>	21,47

Se determinó que no existió diferencia significativa en relación a la preferencia, entre las muestras con 1,1% IM-Limón y 1,3% IM-Limón. Por otro lado, la muestra con 1,5% IM-Limón presentó diferencia significativa, en relación con las muestras de 1,1% IM-Limón y 1,3% IM-Limón, y fue la menos preferida por los jueces. Por lo tanto, el producto final fue el refresco con 1,3% de moringa, escogiéndose el prototipo con mayor contenido de moringa entre los 2 tratamientos que obtuvieron mayor preferencia en la prueba.

### 3.4. Formulación final:

De acuerdo al análisis de ordenamiento por preferencia se determinó que la formulación final fue la siguiente:

Tabla 12. Formulación final

<b>Para 4,5 litros de producto (Limón-moringa)</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>1,3% moringa (g)</b>
Limón real	369
Jengibre molido	9,00
Sacarosa	169,20
Stevia	16,92
<b>Infusión</b>	
Hojas secas de moringa	58,50
Agua	3877,41

Según Álvarez (2017) para que *Moringa oleifera* Lam. tenga efecto funcional se necesita del consumo de 20 gramos de las hojas secas, en consecuencia, el refresco final obtenido no cubre la cantidad óptima de consumo. La formulación final para 250 mililitros (tamaño de porción) se presenta en la Tabla 13:

Tabla 13. Formulación final (250 mililitros)

<b>250 mililitros de producto (Limón-moringa)</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>1,3% moringa (g)</b>
Limón real	20,50
Jengibre molido	0,50
Sacarosa	9,40
Stevia	0,94
<b>Infusión</b>	
Hojas secas de moringa	3,25
Agua	215,41

Se determinó que en una porción de refresco (250 mililitros) había 3,25 gramos de hojas secas *Moringa oleífera* Lam. Por lo tanto, para que el refresco ejerza un efecto funcional en el organismo se debe consumir alrededor de 7 porciones, que representa a 1750 mililitros de producto.

## 4. CONCLUSIONES

- Se determinó a partir de evaluaciones sensoriales el refresco final, conformado por 1,3% de infusión de moringa, limón real, jengibre molido, sacarosa y stevia.
- Pese a que el refresco final estaba compuesto por infusión de moringa, no es un producto funcional, ya que no alcanzó la dosis recomendada de 20 gramos. Además, según los jueces consumidores la concentración máxima que se toleró en el producto fue de 1,3% de hojas secas de moringa.
- Se demostró que las pruebas sensoriales afectivas son importantes para determinar el nivel de agrado y preferencia de los consumidores en un producto, en este caso el refresco de limón, infusión de moringa y jengibre. Además, permiten determinar qué cambios se deben realizar en la formulación para obtener una mayor aceptación o preferencia.

## 5. RECOMENDACIONES

- Determinar a partir de una prueba de aceptabilidad el nivel de agrado del producto final obtenido (1,3% de infusión de moringa-limón).
- Implementar métodos de extracción de flavonoides como las catequinas para reducir el sabor astringente y amargo de *Moringa oleífera* Lam., para posteriormente realizar análisis sensoriales que permitan determinar si el nivel de preferencia y agrado es mayor en relación con los prototipos previamente realizados en la investigación.

## **6. AGRADECIMIENTO**

Este trabajo forma parte de GICAS: Proyecto Moringa en Ecuador, a cargo de la Doctora Andrea Landázuri, a quien agradecemos por facilitarnos la materia prima (hojas secas de moringa) para el desarrollo de esta investigación.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, O. (2010). Introducción. *Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (zingiber officinale) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa*. Recuperado 08 octubre de 2017 de [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29\(8\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29(8).pdf)
- Anzaldúa-Morales, A. (2005). Pruebas afectivas. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (pp. 68-). España: Editorial Acribia.
- Bolaños, X. (2014). Composición fenólica y capacidad antioxidante de infusiones de hoja de Moringa y su actividad antiinflamatoria sobre células RAW 264.7. *Participación la mujer en la ciencia* (XII encuentro), 1-5.
- Cevallos, K. (2012). El jengibre. *Obtención de aceite esencial crudo de Jengibre (Zingiber officinale) mediante los métodos Soxhlet y arrastre de vapor* (pp. 6-10). Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Cabrera, J. (2017). Introducción. *Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en Moringa oleífera Lam. En función de su edad y altura* (pp. 53-55). Barquisimeto, Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Cordero-Bueso, G. (2013). Capítulo 1. El análisis sensorial y el panel de cata. *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria* (pp. 9-12). Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide.
- Espinosa, J. (2007). Capítulo 4. Métodos de evaluación sensorial. *Evaluación sensorial de los alimentos* (pp. 39-41). La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- Fernández, I. (2010). Moringa oleífera y su impacto en el estado nutricional de vitamina A, hierro y zinc en preescolares: Estudio piloto. *Tesis maestría*, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.

- González, V. (2014). Pruebas de consumidores. *Introducción al análisis sensorial: estudio hedónico del pan en el IES Mugaro* (pp. 3-6). SGAPEIO. Recuperado 17 de diciembre de 2017 de <http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>
- Guevara, J. (2012). Caracterización de tres extractos de Moringa oleífera y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas. *Departamento de agroindustria alimentaria Universidad Zamorano*, 10-16.
- Haristoy, X. (2005). Evaluation of antimicrobial effect of several isothiocyanates on *Helicobacter pylori*. *Planta Medica* 71:326-330. 
- Hernández-Guijo, J. (2011). Acidulantes. *Aditivos alimentarios*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2008). Requisitos físico químicos de los limones de acuerdo con su estado de Madurez. *Frutas frescas. Limón. Requisitos*. Recuperado 08 de octubre de 2017 de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1757.2008.pdf>
- International Organization for Standardization. (2006). Analysis of results. *Sensory analysis- Methodology- General Guidance*.
- Joshi, P. (2010). Introducción. *Effect of dehydration on the nutritive value of drumstick leaves* (pp. 6-9). Jaipur, India: Department of Home Science, International College for Girl
- Kemp, S. (2009). Presentación de muestras. *Evaluación sensorial: un manual práctico* (pp. 50.52). Inglaterra: Wiley-Blackwell.
- Lea, P. (1997) *Análisis de Varianza para Datos Sensoriales*. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Liria, M. (2007). Pruebas afectivas y hedónicas. *Guía para la Evaluación Sensorial de*

*Alimentos* pp. 18-26. Lima, Perú: AgroSalud.

Martínez, F. (2013). Diferencia mínima significativa. *Estadística aplicada a la educación superior* pp. 29-30. Santa Cruz, Bolivia: Escuela Militar de Ingeniería.

Norma Técnica Colombiana. (2013). Definiciones. *Ministerio de salud y protección social* (pp. 4-6).

O'Mahony, M. (1986) *Sensory Evaluation of Food: Statistical Methods and Procedures*. Marcel Dekker, New York, NY.

Ramírez, J. (2012). Pruebas de preferencia. *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor* (pp. 89-91). Cali, Colombia: Editorial Reciteia.

Restrepo, V. (2015). Estadístico de prueba. *Prueba de Friedman*. Recuperado 5 de noviembre de 2017 de [https://es.slideshare.net/Jos\\_Dav/prueba-de-friedman](https://es.slideshare.net/Jos_Dav/prueba-de-friedman)

Saz, P. (2006). Fitoterapia. *Medicina naturista en pediatría*. Recuperado 27 de octubre de 2017 de <http://www4.ujaen.es/~jggascon/Temario/Fitoterapia1.pdf>

Suslow, T. (2000). Capítulo 6. Procesamiento de frutas y vegetales. *Cloración en la producción y la manipulación pos cosecha de frutas y verduras frescas* (pp. 2-15). Nebraska, Estados Unidos.

Watts, B. (1992). Pruebas sensoriales: descripción y aplicaciones. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos* pp. 51-63. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo.

## ANEXOS

### *Anexo 1. Consentimiento informado para prueba de aceptación*

#### **Consentimiento informado**

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 2 muestras de bebidas de limón con moringa y limón-maracuyá y moringa.

Yo, \_\_\_\_\_ acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgicos, como el caso de los cítricos. Y afirmo no padecer ninguna enfermedad relacionada con el consumo de azúcar, como la diabetes.

Fecha:

Firma:

C.I:

---

### *Anexo 2. Cuestionarios de prueba de aceptación*

#### **Cuestionario escala hedónica 5 puntos**

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

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

Género: M ( ) F ( )

Edad: \_\_\_\_\_ años

Por favor, evalúe la muestra servida e indique cuanto a usted le gusta o disgusta el producto. Marque con una (X) la respuesta que mejor refleje su juicio.

Código de la muestra: 783

5 ( ) Me gusta mucho

4 ( ) Me gusta

3 ( ) Ni me gusta ni me disgusta

2 ( ) Me disgusta

1 ( ) Me disgusta mucho

Comentarios:

---



---



---

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

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

Género: M ( ) F ( )

Edad: \_\_\_\_\_ años

Por favor, evalúe la muestra servida e indique cuanto a usted le gusta o disgusta el producto. Marque con una (X) la respuesta que mejor refleje su juicio.

Código de la muestra: 594

5 ( ) Me gusta mucho

4 ( ) Me gusta

3 ( ) Ni me gusta ni me disgusta

2 ( ) Me disgusta

1 ( ) Me disgusta mucho

Comentarios:

---



---



---

*Anexo 3. Tabla de aleatorización para prueba de ordenamiento de reducción de concentración de moringa*

<b>Jueces</b>	<b>Prototipos</b>		
Juez 1	274	165	583
Juez 2	165	583	274
Juez 3	583	274	165
Juez 4	274	165	583
Juez 5	165	583	274
Juez 6	583	274	165
Juez 7	274	165	583
Juez 8	165	583	274
Juez 9	583	274	165
Juez 10	274	165	583
Juez 11	165	583	274
Juez 12	583	274	165
Juez 13	274	165	583
Juez 14	165	583	274
Juez 15	583	274	165

Juez 16	274	165	583
Juez 17	165	583	274
Juez 18	583	274	165
Juez 19	274	165	583
Juez 20	165	583	274
Juez 21	583	274	165
Juez 22	274	165	583
Juez 23	165	583	274
Juez 24	583	274	165
Juez 25	274	165	583
Juez 26	165	583	274
Juez 27	583	274	165
Juez 28	274	165	583
Juez 29	165	583	274
Juez 30	583	274	165
Juez 31	274	165	583
Juez 32	165	583	274
Juez 33	583	274	165
Juez 34	274	165	583
Juez 35	165	583	274
Juez 36	583	274	165
Juez 37	274	165	583
Juez 38	165	583	274
Juez 39	583	274	165
Juez 40	274	165	583
Juez 41	165	583	274
Juez 42	583	274	165
Juez 43	274	165	583
Juez 44	165	583	274
Juez 45	583	274	165
Juez 46	274	165	583
Juez 47	165	583	274
Juez 48	583	274	165
Juez 49	274	165	583
Juez 50	165	583	274
Juez 51	583	274	165
Juez 52	274	165	583
Juez 53	165	583	274
Juez 54	583	274	165
Juez 55	274	165	583
Juez 56	165	583	274
Juez 57	583	274	165

Juez 58	274	165	583
Juez 59	165	583	274
Juez 60	583	274	165

*Anexo 4. Cuestionario de prueba de preferencia reduciendo el contenido de moringa*

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

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

Género: M ( ) F ( )

Edad: \_\_\_\_\_ años

Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordénelas de a acuerdo a su preferencia. Asigne el número 1 para la muestra de mayor preferencia, 2 para la segunda más preferida y así sucesivamente. Entre las evaluaciones de las muestras enjuague la boca con agua y espere 30 segundos.

Código de la muestra

274

417

583

Orden de preferencia

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Anexo 5. Tabla de aleatorización para prueba de ordenamiento de aumento de concentración de moringa*

Jueces	Prototipos		
Juez 1	417	153	274
Juez 2	153	274	417
Juez 3	274	417	153
Juez 4	417	153	274
Juez 5	153	274	417
Juez 6	274	417	153
Juez 7	417	153	274
Juez 8	153	274	417
Juez 9	274	417	153
Juez 10	417	153	274
Juez 11	153	274	417
Juez 12	274	417	153

Juez 13	417	153	274
Juez 14	153	274	417
Juez 15	274	417	153
Juez 16	417	153	274
Juez 17	153	274	417
Juez 18	274	417	153
Juez 19	417	153	274
Juez 20	153	274	417
Juez 21	274	417	153
Juez 22	417	153	274
Juez 23	153	274	417
Juez 24	274	417	153
Juez 25	417	153	274
Juez 26	153	274	417
Juez 27	274	417	153
Juez 28	417	153	274
Juez 29	153	274	417
Juez 30	274	417	153
Juez 31	417	153	274
Juez 32	153	274	417
Juez 33	274	417	153
Juez 34	417	153	274
Juez 35	153	274	417
Juez 36	274	417	153
Juez 37	417	153	274
Juez 38	153	274	417
Juez 39	274	417	153
Juez 40	417	153	274
Juez 41	153	274	417
Juez 42	274	417	153
Juez 43	417	153	274
Juez 44	153	274	417
Juez 45	274	417	153
Juez 46	417	153	274
Juez 47	153	274	417
Juez 48	274	417	153
Juez 49	417	153	274
Juez 50	153	274	417
Juez 51	274	417	153
Juez 52	417	153	274
Juez 53	153	274	417
Juez 54	274	417	153

Juez 55	417	153	274
Juez 56	153	274	417
Juez 57	274	417	153
Juez 58	417	153	274
Juez 59	153	274	417
Juez 60	274	417	153

*Anexo 6. Cuestionario de prueba de preferencia aumentando el contenido de moringa*

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

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

Género: M ( ) F ( )

Edad: \_\_\_\_\_ años

Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordénelas de a acuerdo a su preferencia. Asigne el número 1 para la muestra de mayor preferencia, 2 para la segunda más preferida y así sucesivamente. Entre las evaluaciones de las muestras enjuague la boca con agua y espere 30 segundos.

Código de la muestra

274

417

153

Orden de preferencia

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comentarios:

---



---



---

*Anexo 7. Datos obtenidos de cada juez en prueba de preferencia al reducir el contenido de moringa*

	MUESTRAS CODIFICADAS		
	274	165	583
<b>JUECES</b>	<b>1,1% IM-Limón</b>	<b>0,9% IM-Limón</b>	<b>0,8% IM-Limón</b>
1	2	1	3
2	3	1	2
3	1	3	2
4	1	3	2

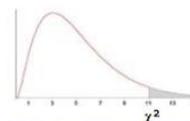
5	1	3	2
6	2	1	3
7	1	2	3
8	3	2	1
9	2	3	1
10	2	3	1
11	3	2	1
12	2	3	1
13	2	3	1
14	2	1	3
15	2	1	3
16	2	3	1
17	3	1	2
18	1	3	2
19	2	3	1
20	2	1	3
21	2	1	3
22	3	2	1
23	3	1	2
24	2	3	1
25	2	1	3
26	1	3	2
27	3	1	2
28	1	3	2
29	2	3	1
30	3	2	1
31	2	1	3
32	3	1	2
33	1	3	2
34	1	3	2
35	1	3	2
36	2	1	3
37	1	2	3
38	3	2	1
39	2	3	1
40	2	3	1
41	3	2	1
42	2	3	1
43	2	3	1
44	2	1	3
45	2	1	3
46	2	3	1

47	3	1	2
48	1	3	2
49	2	3	1
50	2	1	3
51	2	1	3
52	3	2	1
53	3	1	2
54	2	3	1
55	2	1	3
56	1	3	2
57	3	1	2
58	1	3	2
59	2	3	1
60	3	2	1
TOTAL	122	126	112
MEDIA	2,03	2,1	1,87
TOTAL^2	14884	15876	12544
SUMA TOTAL^2	43304		

### Anexo 8. Tabla de valores de Chi-cuadrado

Cátedra: Probabilidad y Estadística  
Facultad Regional Mendoza  
UTN

Tabla D.7: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN JI CUADRADA



g.d.l	0,001	0,005	0,01	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	g.d.l
1	10,828	7,879	6,635	5,412	5,024	4,709	4,218	5,991	2,706	2,072	1,642	1,323	1,074	0,873	0,708	1
2	13,816	10,597	9,210	7,824	7,378	7,013	6,438	5,991	4,605	3,794	3,219	2,773	2,408	2,100	1,833	2
3	16,266	12,838	11,345	9,837	9,348	8,947	8,311	5,991	6,251	5,317	4,642	4,108	3,665	3,283	2,946	3
4	18,467	14,860	13,277	11,668	11,143	10,712	10,026	9,488	7,779	6,745	5,989	5,385	4,878	4,438	4,045	4
5	20,515	16,750	15,086	13,388	12,833	12,375	11,644	11,070	9,236	8,115	7,289	6,626	6,064	5,573	5,132	5

### Anexo 9. Datos obtenidos de cada juez en prueba de preferencia al aumentar el contenido de moringa

	MUESTRAS CODIFICADAS		
	274	417	153
<b>JUECES</b>	<b>1,1% IM-Limón</b>	<b>1,3% IM-Limón</b>	<b>1,5% IM-Limón</b>
1	1	3	2
2	3	1	2

3	3	2	1
4	3	2	1
5	2	1	3
6	3	2	1
7	2	1	3
8	1	3	2
9	3	1	2
10	3	2	1
11	1	2	3
12	1	2	3
13	3	1	2
14	1	2	3
15	1	2	3
16	1	2	3
17	3	1	2
18	1	2	3
19	2	1	3
20	3	2	1
21	2	1	3
22	1	2	3
23	3	2	1
24	3	1	2
25	1	2	3
26	3	2	1
27	1	3	2
28	1	3	2
29	1	3	2
30	3	2	1
31	2	1	3
32	1	3	2
33	2	3	1
34	2	3	1
35	2	3	1
36	1	2	3
37	3	1	2
38	2	1	3
39	1	2	3
40	1	2	3
41	3	2	1
42	2	3	1
43	1	2	3
44	3	1	2

45	2	1	3
46	2	1	3
47	1	3	2
48	2	1	3
49	3	2	1
50	1	2	3
51	1	2	3
52	1	2	3
53	2	1	3
54	1	2	3
55	2	3	1
56	1	2	3
57	1	2	3
58	2	1	3
59	2	1	3
60	1	2	3
TOTAL	111	113	136
MEDIA	1,85	1,88	2,27
TOTAL^2	12321	12769	18496
SUMA TOTAL^2	43586		