

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Entrenamiento de un panel en cuatro atributos de textura utilizando la norma ISO 11036:2020 *Sensory analysis — Methodology — Texture profile*, proponiendo como referencias productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala.

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

Mariandré Juárez de la Cruz

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala

2022

Entrenamiento de un panel en cuatro atributos de textura utilizando la norma ISO 11036:2020 *Sensory analysis — Methodology — Texture profile*, proponiendo como referencias productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Entrenamiento de un panel en cuatro atributos de textura utilizando la norma ISO 11036:2020 *Sensory analysis — Methodology — Texture profile*, proponiendo como referencias productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala.

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

Mariandré Juárez de la Cruz

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala

2022

Vo. Bo. :



(f) _____

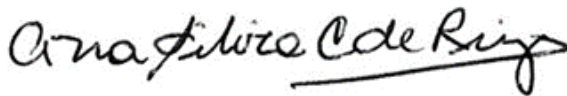
MSc. Adilia Blandón de Úbeda

Tribunal Examinador:



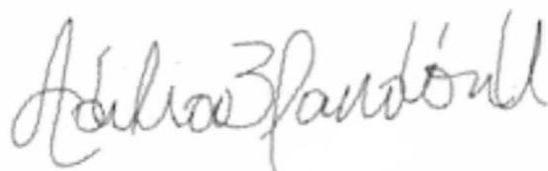
(f) _____

MSc. Ana Alicia Paz



(f) _____

MSc. Ana Silvia Colmenares



(f) _____

MSc. Adilia Blandón de Úbeda

Fecha de aprobación: 06 de diciembre de 2022

Índice

| | |
|--|------|
| Índice | v |
| Lista de cuadros | vii |
| Lista de figuras..... | xiii |
| Listado de anexos..... | xvi |
| Resumen | xix |
| I. Introducción..... | 1 |
| II. Antecedentes..... | 4 |
| III. Justificación | 7 |
| IV. Objetivos..... | 11 |
| A. Objetivo general..... | 11 |
| B. Objetivos específicos..... | 11 |
| V. Marco teórico..... | 12 |
| A. Análisis sensorial | 12 |
| B. Aspectos generales del análisis sensorial | 15 |
| C. Clases de métodos de análisis sensorial | 19 |
| D. Análisis descriptivo | 23 |
| E. Mecanismo de percepción sensorial del ser humano | 29 |
| F. Sentidos del ser humano | 30 |
| G. Textura..... | 31 |
| H. Importancia de la textura como atributo para el consumidor..... | 35 |
| I. El vocabulario de la textura | 37 |
| J. Percepción anatómica de la textura | 38 |
| K. Entrenamiento de panel de atributos de textura | 41 |
| L. Método de perfil de textura “Texture Profile Method” | 47 |
| M. Estudios relacionados con entrenamiento de textura con adaptación de referencias disponibles en distintos países..... | 49 |
| N. Análisis de perfil de textura “Texture Profile Analysis” (TPA) | 53 |

| | | |
|-------|--|-----|
| O. | Correlación de datos sensoriales con mediciones fisicoquímicas de la textura en alimentos | 59 |
| P. | Norma ISO 11036:2020 Sensory Analysis – Methodology – Texture Profile..... | 61 |
| Q. | ANOVA: Análisis de varianza..... | 69 |
| VI. | Metodología | 72 |
| A. | Selección de atributos:..... | 72 |
| B. | Selección de panelistas: | 75 |
| C. | Selección de referencias locales y recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002):..... | 78 |
| D. | Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según norma ISO 11036:2020:..... | 86 |
| VII. | Discusión y resultados | 93 |
| A. | Selección de atributos:..... | 93 |
| B. | Selección de panelistas: | 101 |
| C. | Selección de referencias locales y recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002):..... | 103 |
| D. | Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según norma ISO 11036:2020:..... | 152 |
| VIII. | Conclusiones | 162 |
| IX. | Recomendaciones | 163 |
| X. | Bibliografía..... | 165 |
| XI. | Apéndice o anexos..... | 173 |
| A. | Selección de panelistas: | 173 |
| B. | Selección de referencias locales y recomendados según Meilgaard, Vance, Carr (2007) y Bourne (2002):..... | 179 |
| C. | Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según la norma ISO 11036:2020:..... | 240 |

Lista de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación de tres tipos pruebas en evaluación sensorial y características | 23 |
| Cuadro 2. Perfil descriptivo de características de apariencia y ejemplos de estos | 25 |
| Cuadro 3. Perfil descriptivo de características de aromas y ejemplos de estos | 25 |
| Cuadro 4. Perfil descriptivo de características de sabor y ejemplos de estos..... | 26 |
| Cuadro 5. Perfil descriptivo de características de textura oral y ejemplos de estos | 26 |
| Cuadro 6. Perfil descriptivo de características de sensación en la piel y ejemplos de estos | 27 |
| Cuadro 7. Perfil descriptivo de características de textura/tacto de telas tejidas o no tejidas y ejemplos de estos | 28 |
| Cuadro 8. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de las características mecánicas..... | 33 |
| Cuadro 9. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de las características geométricas | 34 |
| Cuadro 10. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de otras características | 34 |
| Cuadro 11. Palabras utilizadas con mayor frecuencia para describir o expresar distintos atributos de textura. | 37 |
| Cuadro 12. Ejemplos de productos para prueba descriptiva de distintos atributos de textura..... | 45 |
| Cuadro 13. Análisis dimensional de los parámetros de TPA..... | 56 |
| Cuadro 14. Parámetros del análisis de perfil de textura..... | 57 |
| Cuadro 15. Definiciones y métodos de evaluación de atributos mecánicos de textura | 63 |
| Cuadro 16. Categorías con sus respectivos alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala..... | 73 |
| Cuadro 17. Prueba preliminar de selección de panelistas para su participación en panel entrenado de cuatro atributos de textura y sus parámetros | 75 |
| Cuadro 18. Pruebas rápidas y su calificación esperada para la participación en el entrenamiento de cuatro atributos de textura | 76 |
| Cuadro 19. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Queso crema con atributo de Dureza siendo “1” y Adhesividad siendo “3” según Texture Profile | 81 |
| Cuadro 20. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Manías con atributo de Dureza siendo “9.5” según Texture Profile | 81 |
| Cuadro 21. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Almendras con atributo de Dureza siendo “11” según Texture Profile | 81 |
| Cuadro 22. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Aceitunas con atributo de Dureza siendo “6” según Texture Profile | 82 |
| Cuadro 23. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Brownie con atributo de Cohesividad de masa siendo “15” según Texture Profile | 82 |
| Cuadro 24. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Margarina con atributo de Adhesividad siendo “1” según Texture Profile..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 25. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Mantequilla de Maní con atributo de Adhesividad siendo “7” según Texture Profile..... | 83 |
| Cuadro 26. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Gelatina con atributo de Elasticidad siendo “15” según Texture Profile | 83 |
| Cuadro 27. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Malvaviscos con atributo de Elasticidad siendo “9.5” según Texture Profile..... | 83 |
| Cuadro 28. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Pan Sándwich con atributo de Cohesividad de masa siendo “12.5” según Texture Profile | 84 |
| Cuadro 29. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Panqué con Pasas con atributo de Cohesividad de masa siendo “10” según Texture Profile.... | 84 |
| Cuadro 30. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Salchicha tipo Frankfurt con atributo de Cohesividad de masa siendo “8.5” y Elasticidad siendo “5” según Texture Profile..... | 84 |
| Cuadro 31. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para Queso Panela con atributo de Cohesividad de masa siendo “7” y Elasticidad siendo “2” según Texture Profile | 85 |
| Cuadro 32. Resumen de sesiones de entrenamiento semanales de aproximadamente 1 hora para cada atributo de textura: dureza, cohesividad de masa, adhesividad y elasticidad..... | 87 |
| Cuadro 33. Categorías con sus respectivos alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala. | 93 |
| Cuadro 34. Categoría de Carnes representativa al 14.4% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos..... | 94 |
| Cuadro 35. Categoría de Panadería representativa al 9.8% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos..... | 95 |
| Cuadro 36. Categoría de Leche y Productos lácteos representativa al 9.5% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos | 96 |
| Cuadro 37. Categoría de Productos de maíz representativa al 7.6% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos..... | 97 |
| Cuadro 38. Categoría de frutas y vegetales representativa al 6.6% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos..... | 98 |
| Cuadro 39. Frecuencia absoluta de atributos con mayor importancia en alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala. | 99 |
| Cuadro 40. Resultados de pruebas utilizadas para la selección de panelistas pertenecientes al entrenamiento de cuatro atributos de textura | 101 |
| Cuadro 41. Datos generales de 11 panelistas admitidos para el entrenamiento de cuatro atributos de textura..... | 102 |
| Cuadro 42. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 104 |
| Cuadro 43. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 105 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 44. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Dureza siendo ancla de Queso crema equivalente a “1” en la escala de Texture Profile | 106 |
| Cuadro 45. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Aceitunas equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 107 |
| Cuadro 46. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla Aceitunas equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 108 |
| Cuadro 47. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Dureza siendo ancla de Aceitunas equivalente a “6” en la escala de Texture Profile | 109 |
| Cuadro 48. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Manías equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 110 |
| Cuadro 49. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla Manías equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 111 |
| Cuadro 50. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Dureza siendo ancla de Manías equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile | 112 |
| Cuadro 51. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Almendras equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 113 |
| Cuadro 52. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla Almendras equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 114 |
| Cuadro 53. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Dureza siendo ancla de Almendras equivalente a “11” en la escala de Texture Profile | 115 |
| Cuadro 54. Separación de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Caramelo macizo equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 116 |
| Cuadro 55. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Dureza siendo ancla de Caramelo macizo equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile | 117 |
| Cuadro 56. Escala de 15 puntos para atributo de Dureza representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 119 |
| Cuadro 57. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Margarina equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 120 |
| Cuadro 58. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Margarina equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 121 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 59. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Adhesividad siendo ancla de Margarina equivalente a “1” en la escala de Texture Profile | 122 |
| Cuadro 60. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Queso crema equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 123 |
| Cuadro 61. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Queso crema equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 124 |
| Cuadro 62. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Adhesividad siendo ancla Queso crema equivalente a “3” en la escala de Texture Profile | 125 |
| Cuadro 63. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Mantequilla de maní equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 126 |
| Cuadro 64. Separación de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Mantequilla de maní equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 ... | 127 |
| Cuadro 65. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Adhesividad siendo ancla de Mantequilla de maní equivalente a “7” en la escala de Texture Profile | 128 |
| Cuadro 66. Escala de 15 puntos para atributo de Adhesividad representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 130 |
| Cuadro 67. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Cohesividad de masa siendo ancla de Queso panela equivalente a “7” en la escala de Texture Profile | 131 |
| Cuadro 68. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Cohesividad de masa siendo ancla de Salchicha Frankfurt equivalente a “8.5” en la escala de Texture Profile | 132 |
| Cuadro 69. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Cohesividad de masa siendo ancla de Panqué con pasas equivalente a “10” en la escala de Texture Profile | 133 |
| Cuadro 70. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Cohesividad de masa siendo ancla de Pan sándwich equivalente a “12.5” en la escala de Texture Profile | 134 |
| Cuadro 71. Separación de medias para atributo de Cohesividad de masa siendo el ancla de Brownie equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 135 |
| Cuadro 72. Separación de medias para atributo de Cohesividad de masa siendo el ancla Brownie equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 136 |
| Cuadro 73. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Cohesividad de masa siendo ancla de Brownie equivalente a “15” en la escala de Texture Profile | 137 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 74. Escala de 15 puntos para atributo de Cohesividad de masa representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 139 |
| Cuadro 75. Separación de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Queso crema equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 140 |
| Cuadro 76. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Elasticidad siendo ancla de Queso crema equivalente a “0” en la escala de Texture Profile | 141 |
| Cuadro 77. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Elasticidad siendo ancla de Queso panela equivalente a “2” en la escala de Texture Profile | 142 |
| Cuadro 78. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Elasticidad siendo ancla de Salchicha Frankfurt equivalente a “5” en la escala de Texture Profile | 143 |
| Cuadro 79. Separación de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Malvaviscos equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 144 |
| Cuadro 80. Separación de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla Malvaviscos equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 145 |
| Cuadro 81. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Elasticidad siendo ancla de Malvaviscos equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile | 146 |
| Cuadro 82. Separación de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Gelatina equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 147 |
| Cuadro 83. Separación de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla Gelatina equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 148 |
| Cuadro 84. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de Elasticidad siendo ancla de Gelatina equivalente a “15” en la escala de Texture Profile | 149 |
| Cuadro 85. Escala de 15 puntos para atributo de Elasticidad representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 151 |
| Cuadro 86. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Dureza con 11 participantes | 153 |
| Cuadro 87. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Dureza con 11 participantes | 153 |
| Cuadro 88. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Dureza con 10 participantes | 154 |
| Cuadro 89. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Dureza con 10 participantes | 154 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro 90. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Adhesividad con 11 participantes | 155 |
| Cuadro 91. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Adhesividad con 11 participantes | 155 |
| Cuadro 92. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Adhesividad con 10 participantes | 156 |
| Cuadro 93. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Adhesividad con 10 participantes | 156 |
| Cuadro 94. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Adhesividad con 9 participantes | 157 |
| Cuadro 95. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Adhesividad con 9 participantes | 157 |
| Cuadro 96. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Cohesividad de masa con 10 participantes | 158 |
| Cuadro 97. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Cohesividad de masa con 10 participantes | 158 |
| Cuadro 98. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Elasticidad con 10 participantes | 159 |
| Cuadro 99. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Elasticidad con 10 participantes | 159 |
| Cuadro 100. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de Elasticidad con 9 participantes | 160 |
| Cuadro 101. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de Elasticidad con 9 participantes | 161 |

Lista de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Sensograma del ser humano..... | 14 |
| Figura 2. Mecanismo de percepción sensorial..... | 29 |
| Figura 3. Comparación de medida física y percepción humana de la luz y la textura. | 35 |
| Figura 4. Esquema de diagrama de dos compresiones para prueba de análisis de perfil de textura. (a) movimiento descendente durante la primera y segunda mordida; (b) Movimiento ascendente durante la primera y segunda mordida. | 54 |
| Figura 5. Curva típica del texturómetro..... | 55 |
| Figura 6. Correlación entre evaluación sensorial y texturómetros para dureza de nueve alimentos seleccionados | 56 |
| Figura 7. Gráfica general de TPA | 58 |
| Figura 8. Ejemplo del procedimiento de evaluación de textura, modificado en base a la norma ISO 6658 | 69 |
| Figura 9. Bandeja aleatorizada de alimentos para prueba de ranking u ordenamiento de escala de dureza..... | 77 |
| Figura 10. Bandeja aleatorizada de alimentos para prueba descriptiva de atributos de textura..... | 77 |
| Figura 11. Prueba de comparación múltiple de alimentos disponibles en la ciudad de Guatemala VS. Referencia de Estados Unidos mediante escala JAR | 79 |
| Figura 12. Kit de sondas estándar de Texturómetro Brookfield CT3 | 80 |
| Figura 13. Imagen de productos presentados con códigos de tres dígitos y en bloques aleatorizados en duplicado para prueba de reproducibilidad para atributo de Dureza y Adhesividad | 89 |
| Figura 14. Imagen de productos presentados con códigos de tres dígitos y en bloques aleatorizados en duplicado para prueba de reproducibilidad para atributo de adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad..... | 90 |
| Figura 15. Boleta resumen de pruebas de reproducibilidad para atributos de dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad..... | 90 |
| Figura 16. Resultados de frecuencia absoluta de atributos con mayor importancia en alimentos con mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala..... | 100 |
| Figura 17. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 104 |
| Figura 18. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 105 |
| Figura 19. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Aceitunas equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 107 |
| Figura 20. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Aceitunas equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 108 |

| | |
|--|-----|
| Figura 21. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Manías equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 110 |
| Figura 22. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Manías equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 111 |
| Figura 23. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Almendras equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 113 |
| Figura 24. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Almendras equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 114 |
| Figura 25. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Dureza siendo el ancla de Caramelo macizo equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 116 |
| Figura 26. Escala física de 15 puntos para atributo de Dureza representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 118 |
| Figura 27. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Margarina equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 120 |
| Figura 28. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Margarina equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 121 |
| Figura 29. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Queso crema equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 123 |
| Figura 30. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Queso crema equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 124 |
| Figura 31. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Mantequilla de maní equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 126 |
| Figura 32. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Mantequilla de maní equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 127 |
| Figura 33. Escala física de 15 puntos para atributo de Adhesividad representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 129 |
| Figura 34. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Cohesividad de masa siendo el ancla de Brownie equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 135 |

| | |
|--|-----|
| Figura 35. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Cohesividad de masa siendo el ancla de Brownie equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 136 |
| Figura 36. Escala física de 15 puntos para atributo de Cohesividad de masa representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 138 |
| Figura 37. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Queso crema equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 140 |
| Figura 38. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Malvaviscos equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 144 |
| Figura 39. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Malvaviscos equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 145 |
| Figura 40. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Gelatina equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 147 |
| Figura 41. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Gelatina equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 148 |
| Figura 42. Escala física de 15 puntos para atributo de Elasticidad representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3 | 150 |

Listado de anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Poster informativo que se le facilitó y publicó mediante correo y páginas de Instagram de la universidad para la etapa de selección de panelistas | 173 |
| Anexo 2. Prueba filtro inicial en Google Forms para selección de panelistas (información general de cada participante)..... | 174 |
| Anexo 3. Prueba filtro inicial para selección de panelistas (información general de cada participante) | 175 |
| Anexo 4. Carta de compromiso para asistencia regular a sesiones semanales de aproximadamente una hora a lo largo de tres meses | 178 |
| Anexo 5. Prueba de comparación múltiple de productos importados con productos locales de cuatro atributos de textura seleccionados | 179 |
| Anexo 6. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema San Julián equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 180 |
| Anexo 7. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Queso crema San Julián equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 181 |
| Anexo 8. Informe de datos TexturePro de Queso crema San Julián con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 183 |
| Anexo 9. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Aceitunas Miguel’s equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 185 |
| Anexo 10. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Aceitunas Miguel’s equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 186 |
| Anexo 11. Informe de datos TexturePro de Aceitunas Miguel’s con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 188 |
| Anexo 12. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo ancla de Manías Naú equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 190 |
| Anexo 13. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo ancla de Manías Naú equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 191 |
| Anexo 14. Informe de datos TexturePro de Manías Naú con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 193 |
| Anexo 15. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Almendras Cashita’s equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 195 |
| Anexo 16. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Almendras Cashita’s equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 196 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 17. Informe de datos TexturePro de Almendras Cashita's con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 198 |
| Anexo 18. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Dureza siendo el ancla de Caramelo macizo Morenito equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 200 |
| Anexo 19. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Margarina Mirasol equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 201 |
| Anexo 20. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Margarina Mirasol equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 202 |
| Anexo 21. Informe de datos TexturePro de Margarina Mirasol con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 204 |
| Anexo 22. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Queso crema Philadelphia Light equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 206 |
| Anexo 23. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla Queso crema Philadelphia Light equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 207 |
| Anexo 24. Informe de datos TexturePro de Queso crema Philadelphia Light con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 209 |
| Anexo 25. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Mantequilla de maní Peter Pan equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 211 |
| Anexo 26. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Adhesividad siendo el ancla de Mantequilla de maní Peter Pan equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 212 |
| Anexo 27. Informe de datos TexturePro de Mantequilla de maní Peter Pan con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 214 |
| Anexo 28. Informe de datos TexturePro de Queso panela San Julián con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 216 |
| Anexo 29. Informe de datos TexturePro de Salchicha Frankfurt Toledo con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 218 |
| Anexo 30. Informe de datos TexturePro de Panqué con pasas Bimbo con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 220 |
| Anexo 31. Informe de datos TexturePro de Pan sándwich Bimbo 0% Grasa con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado) | 222 |
| Anexo 32. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Cohesividad de masa siendo el ancla de Brownie Betty Crocker equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 224 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 33. Código de RStudio de distribución de medias para atributo Cohesividad de masa siendo el ancla de Brownie Betty Crocker equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 225 |
| Anexo 34. Informe de datos TexturePro de Brownie Betty Crocker con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 227 |
| Anexo 35. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Queso crema Philadelphia Light equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 229 |
| Anexo 36. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla de Malvaviscos Guandy equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 230 |
| Anexo 37. Código de RStudio de distribución de medias para atributo Elasticidad siendo el ancla de Malvaviscos Guandy equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 231 |
| Anexo 38. Informe de datos TexturePro de Malvaviscos Guandy con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 233 |
| Anexo 39. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de Elasticidad siendo el ancla Gelatina Castilla equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con datos sensoriales obtenidos con el panel | 235 |
| Anexo 40. Código de RStudio de distribución de medias para atributo Elasticidad siendo el ancla Gelatina Castilla equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con Texturómetro Brookfield CT3 | 236 |
| Anexo 41. Informe de datos TexturePro de Gelatina Castilla con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)..... | 238 |
| Anexo 42. Infografía utilizada para entrenamiento de atributo Dureza y Adhesividad | 240 |
| Anexo 43. Infografía utilizada para entrenamiento de atributo Elasticidad y Cohesividad de Masa | 241 |
| Anexo 44. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Dureza y Adhesividad (en duplicado con numeración diferente) | 242 |
| Anexo 45. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Cohesividad de Masa | 243 |
| Anexo 46. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Elasticidad | 244 |
| Anexo 47. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Adhesividad | 245 |

Resumen

El siguiente trabajo tiene como objetivo principal el entrenamiento de un panel de jueces sensoriales con respecto a cuatro atributos de textura de la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, mediante el uso de productos alimenticios disponibles en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala. Por medio de esto, se busca interpretar y adaptar la metodología de entrenamiento del panel para los cuatro atributos seleccionados: dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, garantizando que sea reproducible, especialmente para su uso posterior en industrias guatemaltecas. Además, que los productos que se utilicen sean fáciles de adquirir en tiendas locales, brindando de igual forma, resultados duplicables según las recomendaciones de Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002).

Para cumplimiento de los objetivos específicos, se seleccionaron cuatro atributos de textura con mayor incidencia en los grupos de alimentos de más consumo en la ciudad de Guatemala, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI), analizado por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (PRESANCA) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA). Los grupos de alimentos seleccionados son aproximadamente el 50% del consumo diario de un guatemalteco, los cuales son los siguientes: Carnes, panadería, leche y productos lácteos, productos de maíz y frutas, y vegetales. Estas agrupaciones tienen subdivisiones de distintos alimentos, por lo que para la selección de los cuatro atributos se investigó los atributos de textura más relevantes de cada uno, con el objetivo de cuantificar sus repeticiones mediante un análisis de frecuencia absoluta y evidenciar cuáles características de textura son más importantes en la dieta diaria del consumidor guatemalteco.

En la siguiente fase, se llevó a cabo la selección de personas para ser parte del entrenamiento sensorial de atributos de textura. Esto se llevó a cabo, mediante una boleta con información general y dos tipos de pruebas rápidas. En la boleta, se les solicitó a los aspirantes información personal, horarios de disponibilidad, compromiso para su asistencia por un mínimo de 2 años al panel sensorial e información general sobre la ingesta de algunos alimentos. Luego, la primera prueba rápida consistió en el ordenamiento ascendente de cuatro alimentos con el objetivo de evidenciar su desempeño en la percepción de la textura. Para calificar y formar parte del panel no podían presentar errores en la prueba descrita anteriormente. La siguiente prueba consistió en la descripción básica de algunos atributos de textura de una serie de alimentos. En esta prueba se esperaba un desempeño mayor al 65% para poder continuar en el proceso. Al recopilar los datos de la boleta general y las dos pruebas rápidas, fue posible iniciar la selección de los panelistas a participar, considerando que la meta de selección idealmente oscila entre ocho y quince personas. La selección final fue de doce panelistas, los cuales evidencian un desempeño apropiado y la capacidad de ser entrenados en los cuatro atributos de textura previamente seleccionados. El tiempo de entrenamiento para un atributo debe de ser entre tres a cinco semanas con sesiones semanales de una hora aproximadamente según lo mencionan Hough, Contarini y

Muñoz (1994) y Civille y Szcześniak (1973), por lo que las sesiones por atributo son de una hora a lo largo de cuatro a cinco semanas según el desempeño de los panelistas.

Para cada ancla de cada atributo previamente seleccionados se llevó a cabo la selección de productos disponibles en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala. Esta selección consistió en determinar de uno a cuatro alimentos de la misma categoría del ancla de cada uno de los cuatro atributos: dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad. El proceso de selección se llevó a cabo con ayuda de un grupo de personas pertenecientes al laboratorio de análisis sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala, para posteriormente, convocar al grupo de personas previamente seleccionadas, quienes ya forman parte del panel entrado, para realizar una evaluación de comparación múltiple. Esta evaluación consistió en la degustación de las referencias citadas por Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002) y de una a cuatro muestras seleccionadas de productos disponibles en el mercado del área metropolitana de la ciudad de Guatemala, con el objetivo de que los panelistas puedan encontrar el producto local con mayor similitud en cuanto a los distintos atributos a la referencia normada.

Los datos del análisis mencionado se analizaron utilizando el software Rstudio, realizando un análisis de ANOVA con un Alpha establecido del 5% y la prueba LSD de Fisher, con el objetivo de realizar comparaciones múltiples de las medias de los productos locales con la referencia y determinar el alimento que no tenga diferencias significativas con la referencia. El entrenamiento de los jueces sobre los cuatro atributos de textura seleccionados se llevó a cabo mediante la metodología estipulada en la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile. Este procedimiento se subdivide en cuatro semanas: Entrenamiento de atributos mecánicos, entrenamiento de atributos geométricos, contenido de grasa y humedad, y desarrollo de las escalas. En la primera y segunda sesión, se inició dando a conocer conceptos e información general de los atributos mecánicos seleccionados, brindando las escalas en físico con los productos locales equivalentes a las referencias, para que puedan familiarizarse con estas. Asimismo, al presentar las escalas se busca que comprendan cómo estas aumentan o disminuyen según lo que se les solicite. En la tercera semana, deben desarrollar y modificar las escalas según su preferencia con los alimentos locales y pequeñas pruebas de validación del atributo brindando distintos alimentos donde se analicen los conceptos aprendidos. En la cuarta semana, se realizó una ANOVA con dos tratamientos, para evidenciar que hay alguna interacción entre las respuestas de los panelistas y poder determinar que los atributos estén previamente entrenados. Asimismo, se debe de garantizar que este entrenamiento se componga de una metodología reproducible y que los productos locales sean ideales y representativos a las escalas utilizadas en Estados Unidos.

I. Introducción

Hoy en día, el análisis sensorial de los alimentos se considera como un pilar indispensable para la industria, debido a que se involucra desde el diseño, hasta el desarrollo de diferentes productos alimenticios. Es una disciplina que permite cuantificar el grado de satisfacción que puede brindar un alimento debido a sus diferentes características y atributos, además de permitir anticipar la posible aceptabilidad que este puede tener. Por lo que, las evaluaciones sensoriales pueden ser de gran utilidad para el desarrollo de estrategias de marketing, debido a que la satisfacción de sus atributos puede ser determinante en el consumo de distintos tipos de alimentos (Rustagi, 2020).

Esta disciplina surgió desde la segunda guerra mundial, por la necesidad de poder determinar razones por las que las personas y en específico tropas, tendían a rechazar en volúmenes mayores las raciones de alimentos que eran suministradas. Desde ese entonces, la formación del ámbito sensorial ha evolucionado y se constituye de paneles de personas, que se consideran como jueces, quienes mediante el uso de sus cinco sentidos pueden exteriorizar sus conocimientos. Los panelistas deben de someterse a un proceso de reclutamiento, selección y entrenamiento, con el objetivo de poder brindar resultados veraces, sensibles y reproducibles, debido a que la confiabilidad de los resultados está relacionada con la sensibilidad sensorial que puedan poseer y considerarse de igual importancia que un método instrumental. Aunado a esto, se debe de conocer que la evaluación sensorial puede tener algunas limitantes, ya que los seres humanos pueden verse influenciados y limitados por factores externos (Rustagi, 2020).

Comer y consumir alimentos debe de categorizarse como una experiencia placentera, por lo que el juicio crítico que emiten sobre distintos alimentos puede verse sesgado por distintos factores como publicidad, precios y el ambiente de consumo. Según Rustagi (2020), se considera qué factores sensoriales pueden dominar de manera más frecuente el consumo de alimentos, por lo que se le ha brindado mayor importancia a la apariencia, olor y sabor de alimentos, mientras que la textura no se ha considerado como un atributo indispensable. Esto conlleva a que se tenga una comprensión vaga sobre la importancia e impacto de la fisiología de la percepción de los distintos atributos de textura. No obstante, según Lockett y Seo (2015), se ha demostrado que la textura es más importante que el sabor al momento de rechazar un alimento, conociendo que el sabor se ha categorizado como el atributo predominante en alimentos por distintas razones. Aunado a esto, se evidenció que tanto adolescentes, como adultos mayores tienen un aumento de atención por la textura de los alimentos.

Por otro lado, según Nishinari (2009), él resalta que tanto el sabor, el aroma, la apariencia, el color y la textura, son factores predeterminantes para la palatabilidad de los alimentos. Esto evidencia la importancia de estudios existentes acerca de la importancia de la textura en los alimentos para el consumidor. Los cambios recientes en el estilo de vida moderno han llevado a demandar alimentos precocinados que mantengan una relación entre alimentación y salud, mediante productos con alto

contenido de fibra y bajo de grasa, donde se debe de resaltar la textura, para potenciar el consumo de este tipo de productos. Por eso, se considera como un reto para la industria el desarrollar alimentos aceptables en términos de textura e inocuos para ancianos o niños que pueden padecer de problemas en la masticación y deglución. Debido a lo mencionado, los estudios acerca de la textura de los alimentos cada vez son más importantes.

Atributos de apariencia, sabor y olor, sin tomar en cuenta la textura, según Rustagi (2020), no se asocian como indicadores de deterioro, mientras que la textura sí. La textura al ser agradable se percibe como iniciador de excelencia en la preparación de alimentos y viceversa, generando un efecto psicológico que rige la calidad y aceptabilidad inmediata de la mayoría de los alimentos al ser consumidos. Este atributo depende de las propiedades físicas del producto, como la naturaleza, composición y tasa de deformación de los alimentos en la boca. Para el reconocimiento y percepción de distintos atributos se considera que juegan un papel importante cuatro sentidos, como la discriminación del tacto para conocer diferentes formas, tamaños y texturas, el sentido de la posición estática o movimiento de la mandíbula, el sentido del dolor y la sensación de calor o frío (Rustagi, 2020).

En conclusión, la aceptación de los alimentos por parte del consumidor depende, entre otros factores, de la reología y de la textura de los alimentos, por lo que afecta directamente la elección de alimentos. Se define como una sensación derivada de varios receptores sensoriales presentes dentro de la boca después de degustar algún alimento y la relación que esta tiene con las propiedades físicas como densidad, viscosidad, tensión superficial, entre otros (Rustagi, 2020). Debido a lo mencionado anteriormente, la textura es uno de los parámetros más importantes de la evaluación sensorial, lo cual se representa a lo largo de este trabajo, mediante el entrenamiento de un panel de jueces, quienes son capaces de evaluar cuatro atributos de textura mediante los lineamientos de la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, proponiendo referencias de productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala. Esto con el objetivo de desarrollar una metodología reproducible con producto accesible para futuros entrenamientos en la industria de alimentos, debido a la poca información acerca de la importancia de la textura en el consumo de alimentos en el análisis sensorial.

Este procedimiento se llevó a cabo mediante la selección de cuatro atributos de textura más predominantes: dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, según un conteo de frecuencias en grupos de alimentos reportados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) y analizados por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica (PRESANCA) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA). Luego, la selección de panelistas se realizó mediante una encuesta personal y dos pruebas rápidas de discriminación de muestras de textura, donde los panelistas seleccionados obtuvieron desempeños mayores a 65%. Como siguiente paso, se realizó la selección de referencias para cada atributo, considerando que los productos locales tuvieran un mínimo grado de diferencia con los recomendados por Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002). Por último, se

llevó a cabo el entrenamiento de los cuatro atributos de textura en sesiones semanales de una hora aproximadamente a lo largo de dos meses.

II. Antecedentes

En los últimos años ha incrementado considerablemente la actividad en el campo del análisis sensorial, debido a lanzamientos de libros, revistas, publicaciones de artículos, programas, talleres, cursos en universidades, organizaciones comerciales que brindan servicios sensoriales, pero con mayor importancia, la implementación de evaluaciones sensoriales en empresas (Sidel y Stone, 1993).

A pesar del crecimiento, se debe de resaltar que, aunque haya un avance significativo del tema, el análisis sensorial sigue siendo una ciencia con poca comprensión, por lo que los métodos no son utilizados de forma apropiada, los resultados obtenidos son mal calculados y hay escasez de profesionales calificados y técnicamente capacitados para desarrollar pruebas de esta índole. Debido a esto, la industria de alimentos y bebidas ha evidenciado ser un apoyo para el crecimiento, ya que ahora involucra el tema sensorial para el crecimiento de la organización por la producción de la más alta calidad y así posicionarse como dominantes en el mercado. La razón de por qué adopta la industria el apoyo de evaluación sensoriales es que conlleva a ser un recurso rentable con una amplia gama de aplicaciones, proporcionando información única del producto que está al alcance o se encuentra disponible en otras fuentes (Sidel y Stone, 1993).

La evaluación sensorial ha evolucionado hasta convertirse en una función independiente en la industria de alimentos, donde se define como una disciplina científica, lo cual involucra que sea investigativa e informativa. En la industria han considerado como una necesidad el calificar a personas en paneles entrenados, para que se pueda documentar, sistematizar y reproducir el procedimiento en múltiples ubicaciones, debido a que una evaluación sensorial no busca información simplemente para el conocimiento básico de la organización, si no que esta información es dirigida a responder preguntas en específico que tienen implicaciones inmediatas. A partir de esta disciplina hay distintos principios, prácticas y métodos, de los cuales muchos son estándar y otros son desarrollados específicamente para soluciones de un problema en específico (Sidel y Stone, 1993).

Aunado a la falta de importancia para el análisis sensorial, Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías (1992), presenciaron la necesidad de realizar un manual o guía técnica básica para los métodos de evaluación sensorial, debido a la falta de información, instalaciones adecuadas y acceso a las fuentes de información en países en vías de desarrollo. Dichas guías fueron elaboradas por el Departamento de Alimentos y Nutrición de la Universidad de Manitoba y el Instituto de Nutrición de Centroamérica Y Panamá (INCAP), con el financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Estos autores, evidencian la importancia del análisis sensorial en la industria, debido al desarrollo que eso implica para el país, ya que la evaluación sensorial se considera como una ciencia multidisciplinaria donde se convocan panelistas que por medio de sus sentidos pueden determinar características sensoriales y aceptabilidad de alimentos.

Ellos enfatizan la importancia de esta disciplina, debido a que no hay otro instrumento que pueda reemplazar o reproducir la respuesta del ser humano. Recalcan la importancia e involucramiento del tema sensorial en todo tipo de empresas, en áreas de desarrollo de nuevos productos, mejoramiento de productos existentes, control de calidad diario, estudios de almacenamiento y vida útil, y desarrollo y mejoramiento de procesos (Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías, 1992). Además, Lucio y Ruiz, (2013), consideran que también la evaluación sensorial es de suma importancia para el mejoramiento de la calidad de productos alimenticios. Debido a esto, se ha incrementado la desinformación y dudas sobre el desarrollo correcto de distintas pruebas sensoriales por falta de conocimiento sobre el uso o interpretación de normas internacionales asociadas al tema. Esto tiende a generar resultados erróneos o datos sin validez, por lo que se han realizado pocos estudios que solucionen esta problemática.

La textura es la manifestación sensorial y funcional de la estructura, propiedades mecánicas y superficiales de los alimentos detectados mediante los sentidos de la vista, oído, tacto y la kinestésica. Por lo que, al ser una propiedad sensorial, solo el ser humano o seres vivos pueden percibirla y describirla. Existen instrumentos que pueden ayudar a detectar y cuantificar algunos parámetros físicos, pero luego estos deben de ser interpretados en términos de percepción sensorial, ya que, al ser un atributo multiparamétrico, debe de describirse con una gama de características distintas (Szcześniak, 2002).

A pesar de que la textura tiende a influir en las actitudes de los consumidores en su elección de los alimentos, se tiene muy poca información disponible en la literatura sobre el grado de conocimiento de ésta y la que el consumidor pueda darle. Debido a esto Alina Szcześniak y Earl Kahn (1971), enfatizan sobre la importancia de la textura como atributo sensorial en alimentos, incluso con mayor importancia que el sabor. Dichas conclusiones se obtuvieron a partir de un estudio con cien empleados utilizando la técnica de asociación de palabras. Luego, esta misma metodología se utilizó nuevamente con 150 consumidores no asociados a la industria alimentaria y los resultados presentaron la misma tendencia, considerando que de este análisis fue posible deducir el efecto del sexo, clase socioeconómica y ubicación geográfica en el dominio del término de textura. Este documento conlleva a evidenciar la importancia de la textura en el nivel subconsciente de las personas, ya que este atributo juega un papel importante en los sentimientos que los consumidores puedan experimentar acerca de los alimentos. La conciencia de la importancia de la textura tiende a aumentar al no cumplir con las expectativas del consumidor, debido a que se tiene una sensación desagradable en la boca, lo cual puede asociarse con temas de salubridad y buena preparación de los alimentos (Szcześniak y Kahn, 1971).

Hough, Contarini y Muñoz (1994), desarrollaron un método para construir escalas de referencia para atributos de textura en países fuera de Estados Unidos, como Argentina, donde por la distancia no se tiene acceso a las referencias sugeridas por Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002), por lo que se busca desarrollar las escalas con producto local y disponible. El crecimiento del comercio internacional de alimentos y la obligación del mercado sobre el uso de terminología unificada y escalas

de referencias según normas estandarizadas para paneles sensoriales de calidad, crea la necesidad de buscar alternativas en los países donde no se tiene acceso a todo el producto. Ellos construyeron 13 escalas de referencias para alimentos argentinos, donde involucran los siguientes atributos: dureza, adhesividad en el paladar, fracturabilidad, cohesión, densidad, entre otros. Mediante su estudio, entrenaron a un panel sensorial, el cual buscaba validar y comparar las escalas desarrolladas con producto local, luego con escalas con producto importado y buscar la similitud entre ellas. Además, de que su objetivo secundario consiste en desarrollar una metodología reproducible o aplicable en otros lugares del mundo.

Por otro lado, Bourne, Sandoval, Villalobos y Buckle (1973), implementaron el uso de un panel sensorial para realizar cambios en un alimento enriquecido de elevado consumo en Colombia que presentaba poca aceptación en sus consumidores debido a la textura. Por lo que ellos buscaban realizar la evaluación sensorial de textura mediante el establecimiento de sus propios puntos de referencias en las escalas estándar con producto hecho en Colombia, debido a la poca disponibilidad de productos de Estados Unidos en el país. Con los productos colombianos realizaron las escalas estándar para características de textura mecánicas y geométricas. Esto con el objetivo de demostrar que el análisis sensorial es indispensable en cambios de una formulación, al igual que es posible obtener resultados confiables y adecuados realizando el entrenamiento del panel con escalas desarrolladas estrictamente con producto local.

Debido a la poca información sobre la importancia de la textura en el consumo de alimentos y del uso de la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, para el desarrollo de metodologías reproducibles con productos locales, es de suma importancia el entrenamiento de un panel de cuatro atributos de textura según el patrón de consumo del guatemalteco. Los atributos a entrenar son: dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, para los cuales era indispensable el desarrollo de escalas de referencia con producto disponible en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala que posea características similares al producto importado de Estados Unidos, posterior a una validación con análisis fisicoquímicos de textura de estos mismos atributos y finalizar con la comparación del producto local con las referencias importadas y las recomendaciones de la literatura.

III. Justificación

La textura se considera como un atributo sensorial multiparamétrico, el cual involucra las propiedades reológicas y estructurales de un producto alimenticio. Estos parámetros pueden ser perceptibles por medios mecánicos, visuales, auditivos y táctiles. Las raíces de los atributos multiparamétricos de la textura radican en la estructura molecular, macro y microscópica. Sus atributos más importantes, involucran la resistencia a la masticación, la forma en que el alimento se descompone en la boca, la medida en que este recubre el paladar y cómo se adhiere a los dientes o lengua. Las características pueden incluir a las propiedades de flujo, rugosidad, suavidad y la facilidad o dificultad al tragar (Raheem et al., 2021; Lal y Light, 2014).

Por lo que, distintos tipos de texturas pueden verse a simple vista, como por ejemplo textura finas o gruesas, o escucharse por medio de los oídos, como por ejemplo los sonidos que se producen al morder algo crujiente o tostado. La textura de los alimentos es un proceso sensorial complejo que involucra a distintas interacciones y características del alimento con los sentidos del consumidor, por esto sigue siendo tendencia la medición y comprensión del impacto que genera en el consumidor al ingerir todo tipo de alimento (Raheem et al., 2021; Lal y Light, 2014).

El tema de la percepción de la textura en los alimentos ha sido de gran interés a lo largo de los años. La percepción general inicia con el primer contacto visual que se tiene con el alimento, la cual involucra el color, brillo, características de flujo visual y demás atributos similares. El siguiente paso en la percepción, es el sentido del tacto, donde se pueden percibir las propiedades de la superficie, por ejemplo, su pegajosidad, aspereza, dureza o su facilidad de fluidez (Lal y Light, 2014). El tercero es el perfilado textural, el cual consiste en el primer sorbo, bocado o impresión del alimento, donde entran a formar parte los sentidos del oído y del gusto para brindar la primera información sensorial.

Se ha demostrado que la frecuencia del sonido al consumir un alimento impulsa el interés y la preferencia que pueda tener un consumidor sobre el mismo, al igual que las percepciones iniciales y sensaciones al tener el alimento dentro de la boca. La siguiente etapa es la masticación, donde se brinda la gama más amplia y compleja de experiencias sensoriales. El último paso es el tiempo en que se descompone totalmente o se disuelve en la boca el alimento, listo para ser tragado (Lal y Light, 2014).

La textura en los alimentos se define como una experiencia al comer, ya que tiende a impulsar el gusto o la preferencia del consumidor sobre su elección de productos alimentarios. Debido a esto, se categoriza como un aspecto fundamental para el ser humano, involucrándose desde sus consumidores más exigentes, hasta la industria alimentaria procesadora de alimentos. Debido a esta tendencia se rige el consumo y diseño de muchos productos alimenticios, ya que es un factor al lado del sabor que se debe de considerar desde la formulación inicial, hasta tener el producto final. Se estima que un mal sabor conlleva a un rechazo parcial del consumidor debido a distintos

gustos, pero una textura no deseada, es un factor más estricto con el que se puede perder hasta a un cliente (Lal, Light, 2014).

El panel de perfil de textura se caracteriza como un instrumento que puede medir de forma confiable los atributos de un producto alimentario, al seleccionarlo, entrenarlo y mantenerlo de manera cuidadosa. El perfil de textura se caracteriza por ser el análisis sensorial complejo de la textura de un alimento en términos de su mecánica, geometría, grasa y humedad, el grado en el que están presentes y orden en que puedan aparecer desde la primera mordida hasta su masticación completa. El método permite una descripción cuantitativa de varias características texturales en distintos productos, el cual brinda datos objetivos, debido al uso de terminologías, muestras de referencia y procedimiento de evaluación estándar. (Civille, Szcześniak, 1973).

Los patrones de referencias son herramientas útiles en el entrenamiento de un atributo, debido a que ayudan a los panelistas a desarrollar terminología para poder describir de forma correcta los productos. Asimismo, conllevan a determinar intensidades, encontrar los puntos finales de anclaje y evidenciar la interacción de los ingredientes en un alimento. La validación de las referencias es de gran importancia para poder identificar los atributos de un producto y poder desarrollar los estándares de referencia con un producto local a lo largo de la capacitación de un panel de evaluación sensorial. Para este entrenamiento se requieren de sustancias químicas, ingredientes, especias o productos para poder caracterizar o identificar un atributo o las intensidades de este (Rainey, 1986).

La norma ISO 11036:2020 contiene cláusulas, donde se describe el proceso de entrenamiento de los distintos atributos, iniciando con la elección de sus descriptores y escalas, hasta llegar a la descripción específica de los perfiles sensoriales (análisis descriptivo de una muestra por parte de un panel), mediante el uso de distintas referencias (BSI, 2005).

Debido al crecimiento continuo del comercio internacional de alimentos, la exigencia del uso de la terminología unificada y la carencia de estudios e información que trate sobre modificaciones de la norma, es una necesidad la construcción de escalas de referencia con productos locales o disponibles en el país. Según Hough, Contarini y Muñoz (1994), es necesaria la construcción de escalas de referencias con alimentos disponibles y la adaptación de la metodología para su uso en países donde no sea accesible tener las referencias en específico que se solicitan, obteniendo resultados objetivos y confiables. Por otro lado, según Bourne, Sandoval, Villalobos y Buckle (1973), demuestran la importancia al modificar el sistema, manteniendo el procedimiento básico del entrenamiento del panel de textura.

Los dos estudios sugieren el uso tradicional de la norma para el entrenamiento del panel, considerando algunos cambios y modificaciones para acoplarlo a las condiciones y productos que se encuentran disponibles en sus países. Esto con el fin de ofrecer a distintos grupos enfocados en el entrenamiento de textura sensorial, cambios en las metodologías oficiales mediante el uso de productos locales y accesibles. Además,

brindar una guía con resultados exitosos para la implementación en paneles sensoriales para desarrollar el proceso de validación de producto local con su referencia importada, buscando no alterar los resultados finales (Hough, Contarini y Muñoz, 1994).

Puesto que la norma ISO 11036:2020 contiene muchos atributos y debido a la duración limitada de este proyecto, se identificaron los alimentos de mayor consumo en Guatemala, con el fin de determinar los atributos de textura más importantes asociados a dichos alimentos, para priorizar su entrenamiento. Con base en una evaluación realizada por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (PRESANCA), se pudo recolectar información a lo largo del periodo de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2000 (ENCOVI), sobre las características asociadas de alimentos del consumo familiar de la población guatemalteca. Mediante este informe, fue posible evidenciar el consumo tanto de alimentos, como de energía, macro y micronutrientes en nuestra población. Los 5 grupos de alimentos con mayor consumo por los guatemaltecos son los siguientes: maíz en tortillas y otras preparaciones (maíz, tortillas, tostadas, tamales, atol de maíz, harina de maíz), frijoles, arroz, productos de panadería (pan francés, pan de rodaja, pan dulce, pasteles y galletas) y otros cereales (Corn flakes, Incaparina, harinas de trigo, avenas, fideos en distintas presentaciones) (Bermúdez, Palma, 2008).

Por otro lado, según la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), se estima que el mayor gasto económico se da en la ciudad de Guatemala, debido a que se mantiene un desarrollo más elevado, mayor población y por lo mismo, se considera el mayor foco de consumo en Guatemala. Aunado a esto, se estima que el gasto anual en consumo de alimentos y bebidas del hogar se destina a grupos de alimentos como: pan y cereales; carne; pescado; leche, queso y huevos; aceites y grasas; frutas; vegetales; azúcar y confitería, entre otros. Cabe mencionar que la industria alimentaria en Guatemala es considerada como altamente competitiva, ya que tiene un gran mercado y venta en alimentos procesados. Un ejemplo de esto es la venta de snacks, los cuales son productos con mayor popularidad debido a su bajo costo y alto consumo por jóvenes, teniendo un crecimiento en un 9% desde el 2013. Asimismo, en este tipo de productos se posicionan los chips, con un incremento en ventas de 44% en 2013, seguido por los snacks extruidos con 26% y chips de maíz con un 18% (Monge, 2014), evidenciando mayor consumo por los guatemaltecos en este rubro.

El entrenamiento de los cuatro atributos escogidos, siendo estos: dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, se llevó a cabo mediante el procedimiento estipulado en la norma ISO 11036:2020 posterior a haber seleccionado a doce panelistas, quienes demostraron tener un desempeño alto en una prueba de información general y dos pruebas prácticas con atributos de textura. Se inició con el entrenamiento de los atributos mecánicos mencionados, el cual consistió en el desarrollo de escalas identificando productos locales y disponibles en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala. Estos productos fueron utilizados como referencias para las anclas de los atributos escogidos, validándolos de forma sensorial y fisicoquímica con un análisis de textura, ya que no debían mostrar mayor diferencia

significativa con las referencias importadas y recomendadas por la norma y Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002). Seguido, en las sesiones semanales de aproximadamente una hora, se presentaron las escalas con el producto mencionado a los doce panelistas con el objetivo de que se familiarizaran con los productos y posteriormente pudieran realizar las evaluaciones estadísticas que evidencian el debido entrenamiento de los cuatro atributos

IV. Objetivos

A. Objetivo general

Entrenar a un panel en cuatro atributos de textura utilizando la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, proponiendo como referencias productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala.

B. Objetivos específicos

1. Seleccionar los cuatro atributos de textura más importantes asociadas a los grupos de alimentos con mayor frecuencia de consumo reportados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) y que ha sido analizado por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (PRESANCA) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA).
2. Seleccionar referencias para cada atributo tomando como factor de decisión un mínimo grado de diferencia entre los productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala y los productos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002).
3. Entrenar a un grupo de panelistas para evaluación de cuatro atributos de textura utilizando la norma ISO 11036:2020 “Sensory analysis — Methodology — Texture profile”.

V. Marco teórico

A. Análisis sensorial

El campo de la evaluación sensorial ha crecido rápidamente después de la mitad del siglo XX, junto con la expansión de los alimentos procesados y productos de consumo industrial. La evaluación sensorial comprende conjuntos de técnicas para la medición precisa de respuestas humanas hacia los alimentos, minimizando los posibles sesgos de identidades de las marcas o demás información en la percepción del consumidor. Por consiguiente, esta disciplina intenta aislar las propiedades sensoriales de alimentos en específico, brindando información importante y útil para desarrolladores de productos, científicos y gerencias. Según el Instituto de Tecnología de Alimentos de Estados Unidos (IFT) y American Society for Testing and Materials (ASTM), se define al análisis sensorial como una disciplina científica que se utiliza para evocar, analizar, medir e interpretar reacciones a distintas características que provocan algunos alimentos y demás sustancias. Estas reacciones pueden percibirse mediante los sentidos de la vista, olfato, tacto, gusto y oído (Lawless, Hildegard, 2010; Hernández, 2005).

Se caracteriza por ser una evaluación de alimentos o demás materiales por medio de los sentidos. Esto con el objetivo de brindar una caracterización y análisis tanto de aceptación o de rechazo por parte de un consumidor o catador, según las sensaciones que experimente desde el momento en que observa y luego lo consume (Hernández, 2005). Los principios y prácticas de la evaluación sensorial involucran las cuatro actividades mencionadas en dicha definición (Lawless, Hildegard, 2010).

Para la primera palabra “evocar”, el análisis sensorial da pautas para la preparación y servicio de las muestras bajo condiciones controladas, con el objetivo de eliminar cualquier tipo de sesgo que pueda estar presente. Los panelistas se deben de posicionar en cabinas de prueba individuales para evitar que emitan opiniones ajenas o de su alrededor que puedan modificar los resultados. Además, se etiquetan las muestras con números aleatorios, para evitar que las personas puedan crear juicios basados en la codificación de cada muestra (Lawless, Hildegard, 2010).

Además, es indispensable controlar el orden en que son entregadas las muestras, debido a que cada participante tiene que medir sin sesgos. Por lo que, se debe de tratar en lo posible de contrarrestar cualquier efecto secuencial al ver distintos productos en un orden en específico y que esto genere respuestas erróneas. Se deben de establecer procedimientos estándar, donde se establezcan las temperaturas de las muestras, el volumen y el espacio que se utilizará, nuevamente con el objetivo de controlar distintas variables que pueden influir en los resultados (Lawless, Hildegard, 2010).

Luego, para la palabra “medir”, se conoce que el análisis sensorial es una ciencia cuantitativa, en la cual se recopilan datos para establecer relaciones legales y específicas entre las características del producto y la percepción del ser humano sobre el mismo. Por lo que, los métodos sensoriales se basan en gran medida en las técnicas de investigación del comportamiento de observación y cuantificación de respuestas

humanas. El análisis adecuado de los datos, se considera una parte fundamental de las pruebas sensoriales, debido a que los datos generados por los panelistas tienden a ser muy variables (Lawless, Hildegarte, 2010).

Para la palabra “analizar”, se conoce que el proceso en las evaluaciones sensoriales que prosigue es el análisis adecuado de datos. Por lo que hay diferentes fuentes de variación en las respuestas humanas, que no siempre pueden ser totalmente controladas como el estado de ánimo, motivación para su participación, la sensibilidad fisiológica a la estimulación, historial con productos de la misma gama, entre otras. Es posible realizar distintos tipos de exámenes de detección de estos factores, pero son parcialmente controlables, ya que el ser humano tiende a ser un instrumento heterogéneo para la generación de datos (Lawless, Hildegarte, 2010).

Asimismo, para la evaluación de las relaciones entre las características del producto y el analista, se utilizan métodos estadísticos con métodos experimentales de diseño para obtener respuestas reales y no resultados de variaciones incontroladas en las respuestas. Para esto es útil el uso de métodos estadísticos, con el objetivo de analizar la evaluación de datos y que se complemente con el uso de estadísticas apropiadas y métodos de diseño experimentales, para la evaluación de las variables de interés y así obtener conclusiones sensatas (Lawless, Hildegarte, 2010).

El siguiente proceso es la interpretación, lo cual involucra el entendimiento de los resultados. Las evaluaciones sensoriales se consideran como un experimento, donde los datos o información estadística es útil al interpretarla en el contexto de la hipótesis, conocimientos previos e implicaciones para la toma de decisiones y acciones. Para esto, se deben de obtener conclusiones razonadas en juicios basados en los datos, análisis y los resultados. Las conclusiones involucran la consideración del método, las limitaciones del experimento, los antecedentes y marco contextual del estudio. Los especialistas de esta disciplina son más que conductos para la recopilación de resultados experimentales, ya que aportan interpretaciones y opiniones acerca de los productos, brindando resultados más estandarizados (Lawless, Hildegarte, 2010).

Por otro lado, el análisis sensorial, también involucra la medición y cuantificación de productos alimenticios o de materias primas que se evalúan mediante los cinco sentidos, La palabra sensorial es derivada de latín “Sensus”, lo cual significa sentido. Es un estudio, que puede involucrar la presencia de otras disciplinas para poder interpretar y obtener resultados mediante química, matemática, psicología, fisiología, etc. Esta disciplina involucra a la percepción sensorial, lo cual se define como una interpretación de sensaciones, lo cual conlleva a tener conciencia sensorial (Hernández, 2005).

La conciencia sensorial se puede medir mediante métodos psicológicos y estímulos físicos y químicos. Debido a lo mencionado, la valoración de un alimento se puede obtener mediante el uso de un sentido o más de ellos. La percepción comúnmente es física o química, debido a la relación existente con la información que se recibe por los sentidos con los organismos receptores periféricos. Estos órganos tienden a codificar la

información y dar respuestas o sensaciones, según la intensidad, calidad y duración del estímulo, desencadenando a tener un rechazo o aceptación (Hernández, 2005).

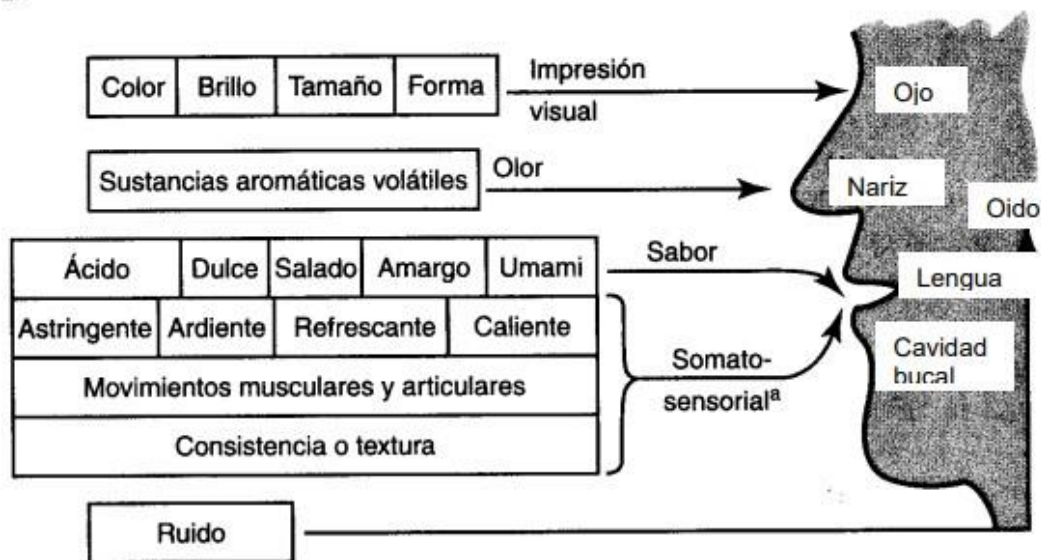
Los estímulos más comunes se tienden a clasificar en seis categorías (Hernández, 2005):

- a. Mecánicos
- b. Químicos
- c. Luminosos
- d. Térmicos
- e. Electrónicos
- f. Acústicos

La secuencia de percepción que tiene un ser humano hacia un producto inicia con el color, luego influye el olor en caso se pueda percibir. Seguido de esto, la textura toma un papel importante al ser percibida por el tacto. Luego, al ingerirla entra a juego el sabor y, por último, el sonido al masticar y digerir. Debido a esta metodología de atracción, el consumidor tiende a emitir un juicio espontáneo al ver una materia prima, un producto en procesamiento o ya el producto terminado (Hernández, 2005).

El juicio que se emite puede ser positivo, evidenciando agrado, mientras que también puede ser negativo, evidenciando rechazo o desagrado. En la siguiente Figura se puede observar las distintas impresiones que puede percibir el ser humano con los alimentos, además de las vías donde se generan (Hernández, 2005):

Figura 1. Sensograma del ser humano



^aSomatosensorial = sentido del tacto, sensaciones de dolor, frío y calor

(ISETA,2013)

B. Aspectos generales del análisis sensorial

El proceso para realizar un estudio relacionado con análisis sensorial involucra distintos factores experimentales que se deben de considerar para la precisión, validez y reproducibilidad de la metodología y resultados obtenidos. En específico para alimentos, los instrumentos de medida tienden a ser los jueces, por lo que se debe especificar y normalizar las distintas condiciones fisiológicas de los panelistas que van a evaluar el alimento (Espinosa, 2007).

La calidad sensorial de un producto no se considera como una característica propia del mismo, si no por el contrario, se considera como el resultado de distintas interacciones del alimento con el panelista. Esto con el objetivo de que el analista pueda definir las sensaciones percibidas por medio de distintos estímulos que genera el alimento (clases e intensidades) y de las condiciones a las que se encuentra la persona (Espinosa, 2007).

Por medio del conocimiento de que la calidad sensorial depende de las sensaciones que perciba el ser humano, es indispensable una correcta metodología y planificación para desarrollar el análisis sensorial. Debido a esto, se aborda de manera amplia esta necesidad, mediante distintas secuencias de operaciones y procedimientos, además de los diferentes atributos que se deben de considerar para obtener resultados válidos de evaluaciones de propiedades organolépticas de un alimento. Los aspectos que se deben de considerar son los siguientes (Espinosa, 2007):

1. Ambientales

Se ha demostrado que las condiciones externas tienden a influir directamente en los resultados que se obtienen en un panel sensorial, a pesar de las características personales, el interés y hasta la preparación que tengan los panelistas participantes. Debido a esto, se ha considerado que para evitar que las personas pierdan la atención de lo que se esté evaluando, es necesario controlar todas las variables que puedan afectar las respuestas obtenidas. Aunado a esto, se caracteriza como variables indispensables las condiciones ambientales, por lo que estas deben de estar normalizadas para evitar sesgos o respuestas erróneas (Espinosa, 2007).

El laboratorio para las evaluaciones sensoriales debe de tener dos áreas juntas, pero al mismo tiempo que sean independientes entre ellas, la primera debe de ser la sala de evaluación y la segunda, el área de preparación de muestras. Las dimensiones pueden ser variables, según las posibilidades financieras del lugar, aunque deben de cumplir con ciertos requisitos para brindarle comodidad al panelista (Espinosa, 2007).

La preparación de las muestras se debe de realizar en su área, la cual debe de contar con utensilios y equipo de cocina para el desarrollo de las muestras. Por otro lado, la sala donde los panelistas realizan las evaluaciones debe de tener separaciones para tener cabinas individuales. Esto con el objetivo de que no haya sesgos, comunicación y distracción entre los que estén evaluación. Las cabinas deben de tener las mismas

condiciones y deben de cumplir con requerimientos de la norma ISO 8589 (Espinosa, 2007).

El área con cabinas para las evaluaciones sensoriales debe de cumplir con cierto número de requisitos, los cuales se presentan a continuación (Espinosa, 2007):

- Color y tonalidad clara y lisa para paredes y mobiliario.
- Iluminación general parecida a la luz del día, siendo uniforme, difusa, regulable, por lo que no es recomendable el uso de luz de lámparas mercuriales.
- Espacio libre de ruidos que puedan conllevar a distracciones o malestares a los analistas.
- Control de temperatura y humedad, estas deben de ser agradables y sin mayores fluctuaciones. Se recomienda que la temperatura se encuentre entre 20 a 22°C y la humedad relativa entre 60 a 70%. En caso sea necesario, se recomienda la instalación de sistemas de aire acondicionado.
- Acceso y salida de área de cabinas debe de poderse realizar sin que los analistas tengan comunicación e interacción entre ellos.
- Se recomienda tener un área con una mesa para la realización de grupos abiertos de panelistas.

(Espinosa, 2007)

En caso de la realización de pruebas de aceptación o preferencia y mayormente al realizar estudios de mercado, se recomienda que las condiciones para la realización del análisis, sea en condiciones semejantes a lo que pueden rodearse las personas al ingerir normalmente el producto que se está evaluando (Espinosa, 2007).

2. Prácticos

La evaluación sensorial debe de realizarse de la manera más objetiva posible, por lo que se deben de tomar en cuenta aspectos específicos en torno a las muestras que se van a evaluar. Estos aspectos se detallan a continuación (Espinosa, 2007):

a. Uniformidad

Las muestras deben de presentarse de forma uniforme y ser representativas para todos los panelistas.

b. Presentación de muestras

El orden en que se presentan las muestras es indispensable para la obtención de resultados certeros, ya que en caso estas se presentan en desorden, se alteran las respuestas debido a que responden en posiciones distintas de las muestras con respecto a las demás. Se debe de tener un diseño para el orden de presentación, para que no se tengan variaciones por los panelistas y cada muestra esté en la misma posición para la prueba. Por lo que, se debe aclarar en las instrucciones cuál es el orden para la evaluación y así minimizar los errores de efecto de convergencia y de contraste.

c. Efecto de contraste

Este efecto surge de la posición en que se presentan las muestras. Es decir, puede presentarse el caso de la prestación de una muestra de calidad superior antes que la de calidad inferior, lo cual va a conllevar a que a la segunda se le atribuya una calidad menor a la que realmente puede tener. Por el contrario, al presentar una muestra de calidad inferior antes que la de calidad superior, la segunda, va a tener una calificación mayor a lo que realmente es.

d. Efecto de convergencia

Este efecto se da al evaluar dos o más muestras en el mismo intervalo de tiempo, debido a que una muestra en específico se toma como comparación con las demás y no tiende a evaluarse por sus características individuales.

e. Preparación de las muestras

Se deben de preparar según el consumo real del producto, esto con el objetivo de que las muestras no presenten cambios en sus propiedades organolépticas como olores, sabores o cambios extraños. Asimismo, según el tipo de alimento, se pueden necesitar diluyentes para semejar el consumo habitual de la muestra, un ejemplo son los aderezos, los cuales se tienden a presentar sobre otro alimento con el que se consume, sobre lechuga, en galletas, pasta, entre otros. Sin embargo, en caso de necesitar el estudio propio de las cualidades organolépticas del alimento o la descripción de atributos de calidad, este debe de servirse solo para no alterar el análisis.

f. Temperatura de las muestras

Las condiciones a las que se sirven las muestras son indispensables para la obtención de datos reales, por lo que todas deben de servirse y también evaluarse a temperaturas similares a las que se consumen. Un ejemplo en alimentos calientes (pizza, pasta) es presentarlos a temperatura entre 60 y 65°C, mientras que los alimentos fríos o congelados (helado), se deben de servir entre -1 a 1°C. Se debe de tomar en cuenta que temperaturas muy altas o bajas, no permiten que el alimento pueda saborear y apreciar bien con sus características comunes, por lo que va a depender del alimento para tomar en cuenta lo mencionado anteriormente. Para este tipo de muestras (cerveza), se recomienda su evaluación entre los 10 a 12°C, a pesar de que se consume comúnmente a temperaturas menores.

g. Codificación de las muestras

Las muestras deben de identificarse siempre cuidando que el panelista no pueda encontrar ninguna correlación entre ellas, por lo que se recomienda utilizar códigos de tres dígitos de forma aleatoria.

h. Hojas maestras

Las claves que se utilicen deben de ser distintas entre los panelistas, por lo que la persona responsable de la evaluación debe de manipular con cuidado las hojas donde se tiene el orden de los códigos y después las muestras codificadas, para evitar confusiones al recopilar los datos.

i. Tamaño y cantidad de muestras

Las muestras según el tipo de alimento deben de presentarse en tamaños y cantidad adecuada para que el analista pueda responder la evaluación. En caso de productos sólidos, se recomienda brindar una muestra con un peso de 30g, para líquidos muestras de 20 a 30mL. Asimismo, se debe de conocer que estas cantidades pueden variar según el caso. Por lo que en alimentos que se compran por unidades como galletas, caramelos o cualquier muestra de este tipo, se deben de evaluar por cada unidad. Se recomienda que las muestras sean lo más uniformes y homogéneas, con el objetivo de que no haya variación en las respuestas de los jueces o que pueda existir un tipo de sesgo en los resultados.

j. Equipo y utensilios para preparación de las muestras

El equipo y utensilios que se usen deben de ser estandarizados, considerando que no pueden alterar las muestras. Esto significa, que el material debe de ser inerte, vidrio, cerámica, porcelana o algún tipo de desechable. No es recomendable utilizar plástico, ya que en algunos casos por cambios de temperatura puede brindar sabores, olores o consistencias extrañas en las muestras. Asimismo, todo debe de estar en condiciones aptas e higiénicas para su uso.

(Espinosa, 2007)

3. Informativos

Se recomienda que previo a realizar la evaluación sensorial con los panelistas, se les informe sobre algunas indicaciones que deben de seguir para poder obtener resultados confiables. Los aspectos básicos que se deben de informar son los siguientes:

- Dependiendo del análisis, se les debe indicar si tienen la posibilidad de probar varias o solo una vez cada muestra.
- Se les debe de comunicar el tiempo disponible que se tiene para desarrollar la sesión, sin embargo, se debe de desarrollar la metodología para llevar a cabo cada prueba a lo largo de diez a quince minutos. Por lo que, en caso de un análisis descriptivo, las sensaciones pueden prolongarse más tiempo.
- Los horarios deben de ser notificados, con el objetivo de que el panelista se organice y pueda asistir a realizar la prueba. Se considera que el mejor horario para la realización de pruebas es por la mañana de 9 a 11am y por la tarde, de 3 a 5 pm. Estos horarios no son estrictos, por lo que pueden variar, siempre considerando que los horarios en todas las sesiones sean constantes a lo largo del estudio para poder controlar de mejor manera las variables que pueden afectar o modificar los resultados. Asimismo, se considera el día que se realiza por semana la evaluación, evitando que sea lunes o viernes, debido a que son el inicio y fin de los días laborales, por lo que puede esto puede conllevar a que las personas tengan algún comportamiento psicológico que afecte los resultados.
- Se debe de comunicar que pueden utilizarse distintos agentes enjuagados, con el objetivo de eliminar los sabores residuales que persisten luego de una degustación. Se puede utilizar agua, galletas, pan, entre otros alimentos, que no tengan sabores específicos acentuados.

- En caso de que el producto no se consuma solo, se debe indicar que alimento será utilizado como soporte, un ejemplo es un aderezo, mayonesa, mantequilla. Esto con el objetivo de enfatizar qué alimento se está analizando y cuál solamente se está utilizando como un vehículo.
- Se debe informar sobre el tiempo que se tiene para degustar cada muestra y también el tiempo que hay entre muestras. Este puede variar dependiendo el tipo de alimento, sin embargo, se estima que debe ser desde 15 como mínimo, hasta 30 segundos.
- En casos en específico, se debe de brindar información adicional, la cual puede involucrar el tiempo que deben de estar sin fumar o ingerir alguna comida antes de las pruebas. Asimismo, se debe de indicar que preferiblemente se evite el uso de cosméticos como perfumes y en caso del lavado de manos, jabones sin olor para evitar un cambio en la percepción del alimento en evaluación. Además, se les debe indicar que no haya mayor comunicación antes y a lo largo de las pruebas, para no sesgar los resultados. (Espinosa, 2007)

4. Humanos

En este tipo de análisis, el instrumento de medición es un ser humano, por lo que ellos son los que van a participar para brindar resultados válidos. Debido a la naturaleza del instrumento, se debe de conocer que hay factores que pueden influir en las respuestas, como, por ejemplo, temas psicológicos o fisiológicos. Debido a esto, es de suma importancia tener una metodología y procedimiento adecuado para prepararlos a que sus juicios sean confiables y verídicos. (Espinosa, 2007).

C. Clases de métodos de análisis sensorial

Los sentidos humanos han sido utilizados durante siglos para evaluar la calidad de los alimentos. Todos tendemos a formar distintos juicios sobre los alimentos cada vez que comemos o bebemos uno. Esto no significa que todos los juicios sean útiles o que cualquier persona esté calificada para participar en pruebas de un proceso sensorial. Hace muchos años, la producción de alimentos de alta calidad dependía comúnmente de la agudeza sensorial de una persona experta, quien era el encargado de la producción y era el único que tomaba decisiones sobre cambios en el procesamiento con el objetivo de generar cambios en el producto para obtener las características deseables (Lawless, Hildegarde, 2010).

Esto se veía comúnmente en maestros cerveceros, catadores de vino, jueces de lácteos y demás inspectores de alimentos que actuaban como árbitros de la calidad. En la actualidad, las evaluaciones sensoriales modernas reemplazan a estas autoridades, con paneles de personas que participan en métodos específicos de prueba que son experimentos planificados previamente. Este cambio surgió debido a distintas razones, por ejemplo, que un panel involucra el juicio de más personas que solo de un individuo, por lo que hay menos riesgo a que esta única persona esté en la capacidad para tomar la decisión. Asimismo, el individuo al ser una única persona podía interpretar o no lo que los consumidores desean en un producto sin tener más opiniones. Por cuestiones de

calidad del producto y atractivo general, es más seguro tener un panel, a pesar de que se invierta más tiempo y dinero (Lawless, Hildegarde, 2010).

En la industria, se busca ahora realizar pequeñas encuestas a diferentes trabajadores, por ponerles, las cuales brindan mayores observaciones y datos cuantitativos más formales y confiables. Los métodos actuales de evaluación sensorial comprenden conjuntos de técnicas de medición con un seguimiento establecido para la industria, mediante investigaciones académicas previas. Muchos de los procedimientos estándares vienen de algunas problemáticas encontradas en la experiencia práctica de especialistas sensoriales de los últimos 70 años de investigación de alimentos y productos de consumo (Lawless, Hildegarde, 2010).

La principal preocupación de los especialistas en evaluación sensorial consiste en asegurarse que el método de la prueba sea el apropiado para responder las preguntas del producto en específico. Debido a esto, las pruebas generalmente se clasifican de acuerdo con su propósito principal y el uso con mayor validez. Las pruebas con más uso en el ámbito sensorial son tres, tomando en cuenta que cada una tiene un objetivo específico y participantes seleccionados según distintos criterios. Los principales tipos de pruebas son los siguientes (Lawless, Hildegarde, 2010):

1. Prueba de diferencia

Se consideran como las pruebas sensoriales más simples, las cuales buscan evidenciar si hay alguna diferencia perceptible entre dos tipos de productos. Se conocen como pruebas de discriminación o procedimientos de pruebas de simple diferencia. El análisis de estas, generalmente se basa en estadística de frecuencias y proporciones (conteo de respuestas correctas e incorrectas). Del resultado de la prueba, se infiere en las diferencias basadas en las proporciones de personas que tienden a elegir un producto de prueba de forma correcta, entre un conjunto de productos similares o de control (Lawless, Hildegarde, 2010).

Uno de los ejemplos clásicos de este tipo de prueba es la prueba de triángulo. En dicha prueba, dos de los productos que se presentan son del mismo lote, mientras que el tercer producto tiende a ser diferente. Se solicita a los jueces que escojan la muestra diferente entre las tres. Con esta prueba se debe de tener la capacidad para discriminar diferencias que son inferidas de la consistencia de las opciones correctas por encima del nivel esperado por casualidad (Lawless, Hildegarde, 2010).

Otra prueba bastante utilizada es la de dúo-trío, donde se brinda una muestra de referencia y dos muestras de prueba, de las cuales una muestra coincide con la referencia, mientras que la otra es de un producto, lote o proceso diferente. La persona tiene que tratar de encontrar que muestra es igual a la referencia, tomando en cuanto que la posibilidad de acertar es del 50% (Lawless, Hildegarde, 2010).

La prueba de comparación pareada también es una prueba de diferencia bastante popular. Esta prueba se caracteriza por indicar entre dos productos cuál tiene más fuerte o intenso algún atributo en específico. Se considera que esta puede ser muy sensible a

errores y diferencias, debido a que la atención del panelista se centra en un punto específico del atributo (Lawless, Hildegarde, 2010).

Las pruebas de diferencia evidencian ser una herramienta útil de aplicar y de uso generalizado en distintas ocasiones y en la actualidad. Para este tipo de pruebas se necesitan aproximadamente de 25 a 40 participantes, quienes ya han sido evaluados por su agudeza sensorial para diferenciar productos comunes y también están muy familiarizados con los procedimientos de estas pruebas. Dicha cantidad de participantes puede proporcionar un tamaño de muestra adecuado para poder documentar las diferencias sensoriales percibidas (Lawless, Hildegarde, 2010).

La popularidad de este tipo de pruebas se debe a que son sensoriales para analizar de forma estadística, ya que mediante tablas de distribución binomial pueden proporcionar el número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir la significancia estadística de la prueba en función del número de participantes. De hecho, el encargado de la evaluación solo debe encontrar las respuestas correctas y referirse a la tabla para poder brindar una conclusión estadística simple (Lawless, Hildegarde, 2010).

2. Análisis descriptivo

La segunda clase de métodos de prueba sensorial involucra las pruebas que tienden a cuantificar las intensidades de las características sensoriales percibidas de un producto. Debido a esto, se conoce como análisis descriptivo. Asimismo, se considera como la herramienta más completa e informativa, debido a que tiene una amplia gama de usos, como cambios en productos, preguntas de investigación para desarrollo de productos, entre otros. La información tiende a relacionarse a la aceptación que tiene el consumidor y medidas instrumentales por medio de técnicas estadísticas como la regresión o correlación (Lawless, Hildegarde, 2010).

El análisis descriptivo brinda más información para identificar las razones de cualquier diferencia encontrada en un producto al utilizar las pruebas de diferencia, por lo que se usa para descripción de un método con el que se identifican, cuantifican y se espera una descripción específica de los atributos. Este método comúnmente se utiliza con jueces entrenados. Las técnicas más comunes de análisis descriptivo son el método de perfil de sabor o “Flavor Profile Method” (FPM), el análisis descriptivo cuantitativo o “Quantitative Descriptive Analysis” (QDA), el método de perfil de textura o “Texture Profile Method” (TPM) y el método Spectrum (Piggott, Simpson y Williams, 1998).

La técnica general originó el método FPM, desarrollado para complementar las técnicas sensoriales formales e informales existentes en la industria alimentaria. Se considera uno de los métodos más intensivos y demandantes de tiempo y esfuerzo, orientado también para el desarrollo de un panel de evaluadores como instrumentos analíticos (Piggott, Simpson y Williams, 1998).

Luego, el método TPM que se complementa con el FPM, buscan mejorar la interpretabilidad de la relación entre principios reológicos y la nomenclatura similar. Sin embargo, se considera que estos dos son bastante similares, por lo que se necesitan

paneles altamente capacitados para consensuar sobre todos los atributos y desarrollo de escalas lineales para la siguiente aplicación con métodos estadísticos (Piggott, Simpson y Williams, 1998).

El método Spectrum utiliza ideas del FPM y el QDA, por lo tiende a proporcionar una caracterización detallada de las categorías sensoriales de un producto. Asimismo, busca brindar referencias de productos para describir los atributos de intensidad. Se caracteriza por ser un método de análisis descriptivo, que brinda un nivel de información a sus evaluadores y los resultados son mucho más específicos que otros métodos. Al igual que el método QDA, busca brindar respuestas de cada evaluador y así calcular un resultado promedio de la eficiencia del panel (Piggott, Simpson y Williams, 1998).

3. Pruebas afectivas

La tercera clase principal de pruebas sensoriales son aquellas que buscan cuantificar el agrado o desagrado del consumidor con un producto. Se conocen como pruebas afectivas o pruebas hedónicas. El enfoque principal y más sencillo es ofrecer una opción de productos o alternativas evidenciando si hay una preferencia clara de la mayoría de encuestados. Sin embargo, este tipo de pruebas no se considera que brindan una gama de información sobre la magnitud del gusto o disgusto de las personas (Lawless, Hildegarde, 2010).

Un punto de referencia en esta clase de pruebas fue el desarrollo en el Instituto de Contenedores de Alimentos del Ejército de Estados Unidos, de la escala hedónica en 1940. Esta escala se considera un método equilibrado de 9 puntos de aceptación, con el objetivo de ser una escala neutral y no que tiende a sesgar psicológicamente con escalones a las personas. Es una escala que parece una regla, con intervalos iguales, los cuales luego son susceptibles a análisis estadísticos. Para este tipo de pruebas, se necesita una muestra de 75 a 150 consumidores que sean usuarios regulares del producto (Lawless, Hildegarde, 2010).

El principio central de todas las evaluaciones sensoriales es que el método de prueba debe coincidir con los objetivos de la prueba. Para cumplir con este objetivo, se debe de tener buena comunicación entre la prueba sensorial a utilizar y el encargado de esta o quien va a recibir la información. Debido a esto, se considera de gran importancia realizar preguntas importantes para determinar si el tipo de prueba es el adecuado. Se puede preguntar si existe o no diferencia entre los productos, en caso sí, se puede realizar una prueba de discriminación. Se debe de saber si el objetivo es conocer si a los consumidores les gusta más un nuevo producto o su versión anterior, en este caso se recomienda una prueba de aceptación para el consumidor. Luego, sería útil conocer si hay algún cambio de atributos o características sensoriales de un producto, por lo que es recomendable realizar un análisis descriptivo (Lawless, Hildegarde, 2010).

En muchos casos, es necesario realizar más de un solo tipo de prueba, para ir cumpliendo con los objetivos, realizando secuencias de diferentes pruebas. Se debe de conocer si es necesario obtener todos los resultados de las pruebas al mismo tiempo o

si se pueden ir haciendo en secuencia. Es indispensable para el encargado de las evaluaciones sensoriales asegurar una clara comprensión y especificación del tipo de información que requiere el usuario final, ya que el diseño puede requerir de más información o aprobaciones de distintas personas. El especialista debe de entender lo que se requiere y el limitante de cada procedimiento, ya que los resultados se utilizan para toma de decisiones en específico (Lawless, Hildegarde, 2010).

Cuadro 1. Clasificación de tres tipos pruebas en evaluación sensorial y características

| Clase | Pregunta de interés | Tipo de prueba | Características de los panelistas |
|----------------|--|-----------------------|---|
| Discriminación | ¿Son los productos perceptiblemente diferentes de alguna manera? | Analítico | Enfocado para agudeza sensorial, consumidores o en algunos casos personas entrenadas |
| Descriptivo | ¿Cómo difieren los productos en sus características sensoriales específicas? | Analítico | Enfocado para agudeza sensorial y motivación, personas entrenadas o altamente capacitados |
| Afectivo | ¿Qué tanto les gustan los productos o por qué estos son preferidos? | Hedónico | Enfocado a productos, consumidores o personas sin entrenamiento |

(Lawless, Hildegarde, 2010)

D. Análisis descriptivo

Todos los métodos de análisis descriptivos involucran la detección, discriminación y descripción de los aspectos sensoriales tanto cualitativos, como cuantitativos de un producto por paneles de 5 a 100 jueces entrenados. Los paneles más pequeños son de cinco a diez personas, los cuales se usan comúnmente para productos comunes que se encuentran en estantes de comestibles en supermercados o tiendas. Mientras que paneles grandes, se utilizan para la evaluación de producción en producciones elevadas, donde se buscan pequeñas diferencias que son de suma importancia para la industria (Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

Los paneles deben de tener personas capaces de detectar y describir los atributos sensoriales que se perciben en una muestra. Estos aspectos cualitativos de un producto se tienden a combinar para definir el producto e involucrar lo que incluye un producto en apariencia, aroma, sabor, textura o propiedades auditivas que pueden llevar a diferenciar el alimento con los demás. Asimismo, los panelistas deben de aprender a diferenciar y calificar los aspectos cuantitativos o de intensidad en una muestra y definir en qué medida se percibe cada característica o nota cualitativa (Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

En algunos casos dos productos pueden contener los mismos descriptores cualitativos, pero pueden diferir notablemente en la intensidad de cada uno, por lo que

los resultados en perfiles e imágenes sensoriales van a ser totalmente diferentes y fáciles de identificar entre ellos (Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

1. Campo de aplicación

Las pruebas descriptivas detalladas del aroma, sabor, sonido y textura oral de alimentos o bebidas son de gran ayuda para obtener descripciones detalladas. Asimismo, estos perfiles sensoriales pueden ser utilizados en investigación y desarrollo en industrias, con los siguientes objetivos (Meilgaard, Vance, Carr, 2007):

- Definición de las propiedades sensoriales de un producto objetivo para el desarrollo de nuevos productos.
- Definición de las características o especificaciones para un control o estándar de calidad y aplicaciones para investigación y desarrollo.
- Documentación de los atributos del producto antes de una prueba de consumo, con el objetivo de ayudar en la selección de atributos que se incluirán en el cuestionario del consumidor y como ayuda de las explicaciones de resultados en pruebas de consumidores.
- Seguimiento de cambios sensoriales de un producto a lo largo del tiempo con respecto a la vida de anaquel, empaque utilizado, etc.
- Identificación de atributos percibidos de productos, con el fin de relacionarlos con propiedades instrumentales, químicas o físicas.
- Medición de los cambios a corto plazo en la intensidad de atributos, en específico a lo largo del tiempo (análisis de intensidad).

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

2. Componentes del análisis descriptivo

a. Características: Aspecto cualitativo

Los parámetros sensoriales percibidos que definen un producto son referidos por varios términos como atributos, características, notas de carácter, términos descriptivos, descriptores o terminología. Estos factores cualitativos incluyen términos que definen el perfil sensorial o la huella dactilar de la muestra. Los panelistas, a menos que estén bien capacitados, tienen conceptos distintos de lo que puede significar un término. Debido a esto, la selección de atributos sensoriales y la definición debe de relacionarse con la química real y propiedades físicas que un producto puede tener (Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

Se debe de buscar la adherencia a la comprensión de la reología o química real de un alimento, lo cual hará que los datos descriptivos sean más fáciles de interpretar y, por consiguiente, más útiles para la toma de decisiones. Métodos estadísticos como la ANOVA o análisis multivariado, son útiles para la selección de términos más discriminatorios. Los componentes de una serie de distintos perfiles descriptivos se dan a continuación con sus ejemplos (Meilgaard, Vance, Carr, 2007):

Cuadro 2. Perfil descriptivo de características de apariencia y ejemplos de estos

| Característica de apariencia | Ejemplos |
|---|--------------------|
| Color | Tono |
| | Croma |
| | Uniformidad |
| | Profundidad |
| Textura superficial | Brillo |
| | Suavidad |
| | Rugosidad |
| Tamaño y forma | Dimensiones |
| | Geometría |
| Interacciones entre piezas y partículas | Pegajosidad |
| | Aglomeración |
| | Partículas sueltas |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegarde, 2010)

Cuadro 3. Perfil descriptivo de características de aromas y ejemplos de estos

| Características aromáticas | Ejemplo |
|-----------------------------------|----------------|
| Sensaciones olfativas | Vainilla |
| | Afrutado |
| | Floral |
| Factores de sensación nasal | Frío |
| | Picante |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegarde, 2010)

Cuadro 4. Perfil descriptivo de características de sabor y ejemplos de estos

| Características de sabor | Ejemplo |
|---------------------------------|----------------|
| Sensaciones olfativas | Vainilla |
| | Afrutado |
| | Floral |
| | Chocolate |
| | Rancio |
| Sensaciones gustativas | Salado |
| | Dulce |
| | Agrio |
| | Amargo |
| Factores de sensación oral | Calor |
| | Fresco |
| | Quemado |
| | Astringente |
| | Metálico |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegarde, 2010)

Cuadro 5. Perfil descriptivo de características de textura oral y ejemplos de estos

| Características de textura oral | Ejemplos |
|---|-----------------|
| Parámetros mecánicos: reacción del producto al estrés | Dureza |
| | Viscosidad |
| | Deformación |
| | Fracturabilidad |
| Parámetros geométricos: forma, tamaño, orientación de partículas en el producto | Arenoso |
| | Granulado |
| | Escamoso |
| | Fibroso |

Continuación Cuadro 5.

| Características de textura oral | Ejemplos |
|---|-----------------|
| Parámetros de grasa/humedad: presencia, liberación y absorción de grasa/aceite o agua | Aceitoso |
| | Grasoso |
| | Jugoso |
| | Húmedo |
| | Mojado |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegarde, 2010)

Cuadro 6. Perfil descriptivo de características de sensación en la piel y ejemplos de estos

| Características de sensación en la piel | Ejemplos |
|---|----------------------------|
| Parámetros mecánicos: reacción de producto al estrés | Espesor |
| | Facilidad para propagación |
| | Resbaladiza |
| | Densidad |
| Parámetros geométricos: forma y orientación de partículas en producto y en la piel después de su uso | Arenoso |
| | Espumoso |
| | Escamoso |
| Parámetros de grasa/humedad: presencia, liberación y absorción de grasa/aceite o agua | Grasoso |
| | Aceitoso |
| | Seco |
| | Húmedo |
| Parámetros de apariencia: cambios visuales durante el uso del producto | Brillo |
| | Blanqueamiento |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegarde, 2010)

Cuadro 7. Perfil descriptivo de características de textura/tacto de telas tejidas o no tejidas y ejemplos de estos

| Características de textura/tacto de telas tejidas y no tejidas | Ejemplos |
|---|---------------------------------|
| Propiedades mecánicas: reacción al estrés | Rigidez |
| | Fuerza para comprimir o estirar |
| Propiedades geométricas: forma, tamaño y orientación de las partículas | Arenoso |
| | Granulado |
| Propiedades de humedad: presencia y absorción de humedad | Seco |
| | Húmedo |
| | Aceitoso |
| | Absorbente |

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007; Lawless, Hildegard, 2010)

Por último, es importante mencionar las claves para la validez y confiabilidad de las pruebas de análisis descriptivo mediante los siguientes pasos (Meilgaard, Vance, Carr, 2007):

- Uso de términos basados en una comprensión profunda de los aspectos técnicos y fisiológicos del sabor, textura o apariencia.
- Realización de capacitaciones exhaustivas con todos los panelistas para comprender en su totalidad todos los términos de la misma manera y saber cómo aplicarlos de igual forma.
- Uso estricto de terminología unificada para garantizar reproducibilidad mediante términos descriptivos a la percepción.

(Meilgaard, Vance, Carr, 2007)

b. Intensidad: aspecto cuantitativo

La intensidad o también conocida como el aspecto cuantitativo del análisis descriptivo, expresa el grado en que está presente cada una de las características (términos cualitativos) en el alimento. Este se expresa por la asignación de algún valor a lo largo de una escala de medición. Al igual que con la validez y confiabilidad de la terminología, también la inestabilidad de las mediciones depende de los siguientes factores (Meilgaard, Vance, Carr, 2007):

- Selección de una técnica de escala que sea lo suficientemente amplia para abarcar en su totalidad el rango de las intensidades de los parámetros y que tenga suficientes puntos discretos para acumular todas las pequeñas diferencias entre las muestras.

- Capacitación exhaustiva de los panelistas para utilizar en todas las muestras y a lo largo del tiempo la misma escala y de la misma forma.
- Uso de escala de referencias para la intensidad de distintas propiedades, con el objetivo de asegurar consistencia entre panelistas y evaluaciones repetidas.

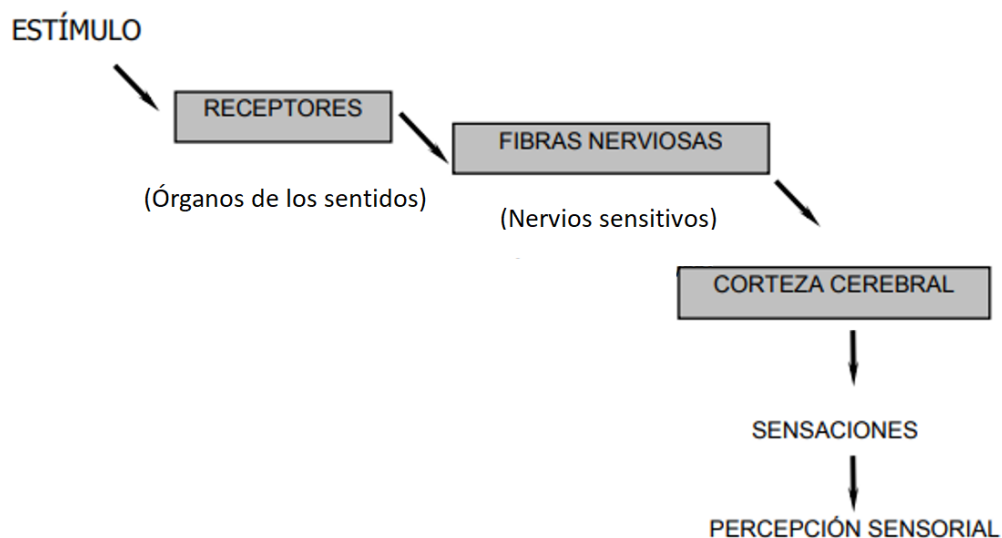
(Meilgaard, Vance, Carr, 2007)

E. Mecanismo de percepción sensorial del ser humano

La correcta interpretación de resultados provenientes de evaluaciones sensoriales, necesitan del conocimiento de distintos aspectos fisiológicos y psicológicos de los analizadores. Esta interpretación se define como un mecanismo nervioso bastante complejo, que inicia en un aparato externo receptor y finaliza en la corteza cerebral. Los participantes tienden a recibir estímulos provenientes del mundo exterior por medio de un nervio conductor, el cual luego se transforma en sensaciones que se interpretan y se integran con demás estímulos y experiencias para formar la percepción (Espinosa, 2007).

Las características organolépticas en los alimentos se constituyen de una cantidad de estímulos que van a interactuar con los diferentes receptores (órganos de interpretación de los sentidos) del analizador. El analizador tiende a transformar la energía que actúe sobre él, como un proceso nervioso que va a transmitir por medio de los nervios aferentes y centrípetos, hasta llegar a los sectores corticales en el cerebro (lugar donde se tienden a producir las distintas sensaciones como color, tamaño, forma, textura, aroma y sabor). Asimismo, se define a la percepción como una respuesta a las características organolépticas (de la forma más real y objetiva), en función de aplicaciones (Espinosa, 2007).

Figura 2. Mecanismo de percepción sensorial



(Espinosa, 2007)

Los analizadores deben de caracterizarse por su sensibilidad a distintos estímulos. Aunado a esto, para la estimación de la magnitud de los distintos estímulos se debe de considerar percepciones y no sensaciones. Esto por el hecho de que las percepciones son medidas prácticas de sensibilidad como el umbral (valor del cual se inicia a hacer perceptible un estímulo). La determinación de los umbrales es indispensable para conocer el aporte de los constituyentes organolépticos activos de un alimento. Por consiguiente, se definen los cuatro tipos de umbrales conocidos (Espinosa, 2007):

- Umbral de detección: Cantidad mínima de estímulo para generar una sensación.
- Umbral de identificación o reconocimiento: Cantidad mínima de estímulo para poder identificar la sensación que se percibe.
- Umbral diferencial: Cantidad mínima de estímulo que genera una diferencia perceptible en la intensidad de las sensaciones percibidas.
- Umbral terminal: Cantidad máxima de estímulo, donde no existen diferencias en la intensidad percibida de la sensación.

(Espinosa, 2007)

Los valores de los umbrales pueden ser variables según el tipo de sustancia que se esté utilizando, el tipo de ensayo y factores propios del analizado (edad, origen, hábitos alimentarios, estado de salud, costumbres, etc.), por lo que no son absolutos (Espinosa, 2007).

F. Sentidos del ser humano

Los sentidos del ser humano son vista, olfato, gusto, tacto y oído. Asimismo, se considera como un sentido agregado el cinestésico para fines del tema. La evaluación sensorial se integra por medio de valores en particular de cada atributo sensorial de un producto o alimento. Debido a esto, son variables los criterios que se reportan en la literatura relacionado al peso o importancia de cada propiedad de calidad y la aceptación de un producto. Asimismo, no se debe de tomar un valor absoluto para describir una propiedad en específico, a pesar de que pueda definir la calidad de un producto. Se debe de interrelacionar las propiedades y sentidos, considerando que todo puede ser importante en este campo de estudio (Espinosa, 2007).

Por otro lado, según Hernández (2005), los sentidos son un medio para percibir y detectar lo que nos rodea, siendo éstos vista, olfato, gusto, tacto y oído. De estos sentidos se pueden caracterizar como químicos el olfato y el gusto, y físicos vista, tacto y oído.

La textura de un alimento es percibida por los sentidos de la vista como textura visual, el tacto como textura táctil y sonido como textura auditiva. Estos sentidos se pueden combinar o percibir de forma individual. En el caso de la textura visual, se percibe según consumidores como indicación de frescura, un ejemplo, espinacas marchitas o uvas arrugadas. Tanto la textura visual como táctil tiende a crear una menor

aceptación en los productos, ya que son parámetros extremadamente importantes para el consumidor (Lawless, Hildegarde, 2010).

G. Textura

La textura, según la Organización Internacional de Normalización (ISO) en el vocabulario estándar para análisis sensorial, se define como todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto alimentario que son perceptibles mediante receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos. Los atributos mecánicos son aquellos que se relacionan con reacciones al someter el producto al estrés. Estos se dividen en cinco categorías: dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad y adhesividad. Los atributos geométricos son aquellos que se relacionan con el tamaño, forma y disposición de partículas en un producto. Y los atributos de superficie son aquellos que se relacionan con las sensaciones que produce algo húmedo o con contenido de grasa, tanto en la boca, como lubricantes, dependiendo en la forma en que se liberen (ISO, 2020).

Asimismo, según Malcom Bourne (2002), se define la textura principalmente como la respuesta de los sentidos táctiles a los sentidos físicos, por lo que los estímulos resultantes son del contacto entre alguna parte del cuerpo y la comida. Se considera que el sentido del tacto es el método principal para sentir la textura cinestésica (sentido de movimiento y posición) y en algunos casos la vista, mediante el grado de asentamiento y la velocidad de flujo, al igual que con el sonido, debido a que se asocia con texturas crujientes y crocantes.

Por otro lado, el diccionario *Pequeño Larousse Ilustrado*, la define como “Disposición de los hilos de una tela”, considerando que el término es muy común y variable según la disciplina a la cual se esté enfocando. En este caso en el ámbito de la evaluación sensorial de los alimentos, la textura se puede describir como los siguientes puntos (Espinosa, 2007):

- Es un conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura macro y microscópica del alimento, siendo percibida mediante receptores de músculos bucales, táctiles de la piel, químicos del gusto y de la vista.
- Es un conjunto de propiedades geométricas, mecánicas y de la superficie del alimento, mediante receptores mecánicos, táctiles, auditivos y visuales.

(Espinosa, 2007)

Asimismo, según Lawless y Hildegarde (2010), la textura es una manifestación sensorial y funcional de propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos, percibidas a través de los sentidos de la vista, oído, tacto y cinestésica. Además, afirma que la textura es una propiedad sensorial que sólo puede percibirse y describirse por seres vivos, tanto humanos como animales y cualquier instrumento que se relacione con respuestas sensoriales.

Según Bourne (2002), la textura es un término difícil de describir o definir, ya que significa cosas distintas en diferentes ámbitos. Las definiciones del diccionario se

refieren principalmente a textiles y al acto o arte de tejer. Por lo que los tecnólogos de alimentos en vista de falta de cobertura se han esforzado por elaborar su propia definición para este término. Esta definición se subdivide en dos grupos, siendo el primero, orientado a productos básicos, donde el término de textura se aplica a un atributo particular de calidad de un determinado tipo de comida, como por ejemplo la clasificación de helados. En este tipo de producto la textura involucra la suavidad del helado, pero no incluye factores como dureza o fusión de este. En otro ejemplo, en la clasificación del pan la textura hace alusión a la uniformidad de la miga o la distribución de las burbujas de gas, pero no incluye la suavidad o dureza de este.

El segundo grupo considera que la textura se aplica a todos los alimentos y se esfuerza por desarrollar definiciones que reflejan la cobertura universal de todos los alimentos. Algunas de las definiciones para este grupo de la textura son las siguientes (Bourne, 2002):

- Se comprende por textura a las percepciones que constituyen la evaluación de las características físicas de un alimento mediante los sentidos cutáneos o musculares de la cavidad bucal, exceptuando las sensoriales de temperatura o dolor
- Se puede definir a la textura como una manifestación sensorial de la estructura del alimento y la forma en que esta reacciona a las fuerzas aplicadas, siendo los sentidos de la visión, cinestésica y audición específicamente los que se involucran.
- La textura es el compuesto de atributos que surgen de elementos estructurales de la comida y la forma en que se registran mediante los sentidos fisiológicos.
- La experiencia textural en la masticación es una integración dinámica de las percepciones sensoriales en la boca, respuestas táctiles previas al manipular el alimento y un estado psíquico de la percepción visible de la geometría y característica de la superficie de un alimento.
- La textura es una de las tres propiedades sensoriales primarias de los alimentos, la cual se relaciona directamente con el sentido del tacto, por lo que se puede medir objetivamente por medios mecánicos en unidades fundamentales de masa o fuerza.
- La textura comprende propiedades percibidas de un alimento por los ojos, piel y sentidos musculares de la boca.

(Bourne, 2002)

Aunque no se tiene una definición completamente exacta o satisfactoria de la textura, se puede concluir con certeza que la textura de los alimentos tiene las siguientes características (Bourne, 2002):

- Se considera como un grupo de propiedades físicas que se derivan de la estructura de los alimentos.
- Es parte de las propiedades físicas: mecánicas y reológicas. Sin embargo, se excluye la temperatura o propiedades térmicas en esta definición.
- Es un grupo de propiedades y características, no se deriva de una sola.

- La textura se percibe principalmente por la sensación del tacto, generalmente en la boca. Sin embargo, puede haber otras partes del cuerpo involucradas, como las manos al tocar el producto para introducirlo a la boca.
- No se relaciona con sentidos químicos del gusto u olfato.
- La medición objetiva o cuantitativa es mediante funciones de masa [M], longitud [L] y tiempo [T]. Un ejemplo es la fuerza con dimensionales de MLT^{-2} , trabajo con dimensionales de ML^2T^{-2} y flujo con dimensionales de L^3T^{-1}

(Bourne, 2002)

Debido a que la textura se compone de distintas sensaciones físicas, es preferible referirse a la misma como propiedades texturales. Ya que esto infiere a que son grupos de propiedades relacionadas, en lugar de que solo se refiera a un solo parámetro. Todavía hay muchas personas que manipulan alimentos, que se refiere a la textura como si fuera una propiedad sola como es el potencial de hidrógeno (pH), la actividad de agua (A_w), entre otras, por lo que es importante darse cuenta de que la textura es multifacética y se compone de grupos de propiedades de alimentos. El siguiente Cuadro enumera algunas de las relaciones entre parámetros texturales de los alimentos y términos populares que se utilizan para describir estas propiedades (Bourne, 2002):

Cuadro 8. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de las características mecánicas

| Parámetros primarios | Parámetros secundarios | Términos populares |
|----------------------|------------------------|--|
| Dureza | | Suave Firme Duro |
| Cohesividad | Fragilidad | Desmenuzable Crujiente Quebradizo |
| | Masticable | Tierno Masticable Duro |
| | Gomoso | Corto Harinoso Pastoso Pegajoso |
| Viscosidad | | Fina Viscoso |
| Elasticidad | | Plástico Elástico |

Continuación Cuadro 8.

| Parámetros primarios | Parámetros secundarios | Términos populares |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Adhesividad | | Pegajoso Gomoso |

(Bourne, 2002)

Cuadro 9. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de las características geométricas

| Clase | Ejemplos |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Tamaño y forma de las partículas | Arenoso Granuloso Grueso |
| Forma y orientación de las partículas | Fibroso Celular Cristalino |

(Bourne, 2002)

Cuadro 10. Relaciones entre parámetros texturales y nomenclatura popular de otras características

| Parámetros primarios | Parámetros secundarios | Términos populares |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Contenido de humedad | | Seco Húmedo Mojado Acuoso |
| Contenido de grasa | Oleaginosidad | Aceitoso |
| | Grasiento | Grasoso |

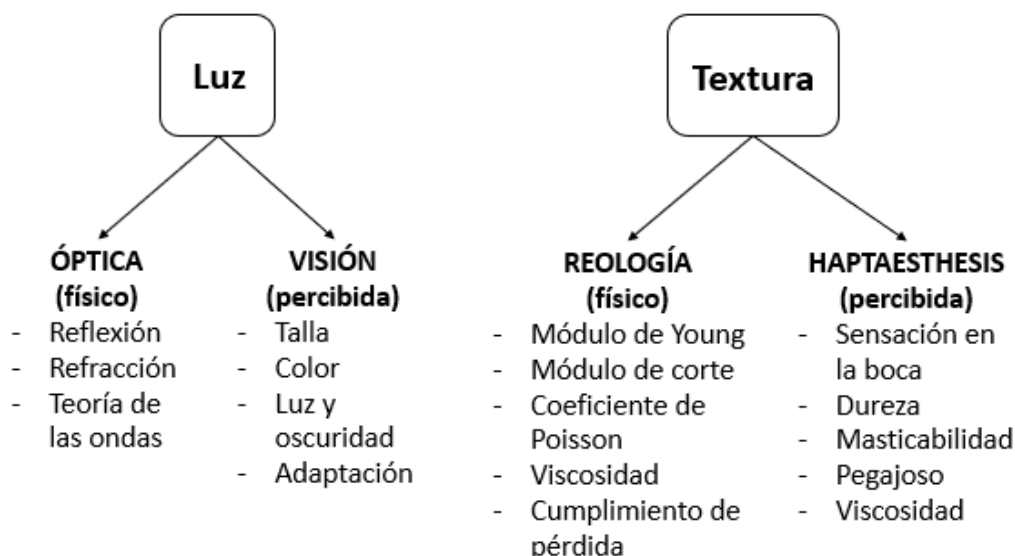
(Bourne, 2002)

Luego de observar el Cuadro anterior se puede notar que las propiedades texturales de un alimento son un conjunto de características físicas que surgen de la estructura de elementos de la comida. Las cuales se perciben principalmente por el tacto y se relacionan con la deformación, desintegración y flujo del alimento bajo una fuerza, que son objetivamente medidas por dimensiones de masa, tiempo y longitud (Bourne, 2002).

Según Müller (1969), afirma que el término “Textura” debe descartarse, ya que se considera confuso. Actualmente significa que es una propiedad física exacta como una propiedad percibida, por lo que propone dos términos para entender la palabra textura: reología (rama de la física que describe las propiedades físicas de la comida) y haptaesthesia (preveniente de palabras griegas que significan sensación y tacto; rama en la psicología que se ocupa de la percepción del comportamiento mecánico de los materiales). Müller compara estos dos términos con el estudio de la luz, el cual se compone también de dos ramas distintas: la óptica (estudio de las propiedades físicas de la luz, excluyendo la reflexión, refracción, teoría ondulatoria, etc.) y la visión (estudio de la psicología y respuestas fisiológica a la luz, percepción de objetos, percepción del color, etc.).

A continuación, se evidencia esquemáticamente la analogía de la comparación entre la medición física y la percepción humana de la luz y la textura (Bourne, 2002).

Figura 3. Comparación de medida física y percepción humana de la luz y la textura.



(Bourne, 2002)

H. Importancia de la textura como atributo para el consumidor

A lo largo de los años, la forma para describir la textura ha ido cambiando y evolucionando. Aunado a esto, ha generado mayor confusión en el medio de los alimentos la distinción del uso de la palabra textura y de la estructura. La científica de alimentos, Alina Surmacka Szcześniak es conocida como la pionera en el estudio de textura y cómo este atributo puede influir en la elección de nuestra comida. Según Alina, la textura se puede definir como una sensación en la boca con distintas características que serán mencionadas a continuación (Mouritsen y Styrbæk, 2018):

- Calidad sensorial en alimentos y, por consiguiente, una calidad que solo un ser humano u otro ser vivo puede reconocer y describir. La textura tiene

solo algunas propiedades que se pueden medir por medios físicos y el resultado de estas mediciones requieren de una interpretación sensorial.

- Calidad multifacética que no se puede describir solamente con un parámetro en específico, un ejemplo es que no se puede decir que algo solo es duro o cremoso.
- Calidad que depende de la estructura del alimento en todos sus niveles, incluyendo desde lo molecular hasta lo microscópico.
- Calidad que se reconoce por medio de varios sentidos, de los cuales el tacto y la presión son los más importantes.

(Mouritsen y Styrbæk, 2018)

Según Malcolm Bourne en *Food Texture and Viscosity* (2002), las propiedades texturales de un alimento son un grupo de características físicas que surgen de los elementos estructurales del alimento. Estos se perciben principalmente por la sensación del tacto y se relacionan con la deformación, desintegración y flujo del alimento bajo una fuerza, midiendo objetivamente por funciones de masa tiempo y distancia. De acuerdo con esta definición, se puede concluir a que se debería de expresar el término de textura, como elementos texturales, debido al conjunto de propiedades sensoriales que esto involucra y la complejidad de las sensaciones que se perciben en la boca. Debido a esto, algunos elementos texturales tienen dimensiones físicas medibles, mientras que otras se describen y nombran según relaciones que se obtienen de impresiones y percepciones sensoriales por parte del consumidor (Bourne, 2002).

Aunado a esto, la importancia de la textura en la aceptabilidad general de los alimentos varía ampliamente dependiendo del tipo de alimentos. Por esto, se puede realizar una división arbitraria en tres grupos (Bourne, 2002):

- Crítico: alimentos donde la textura es la característica de la calidad dominante. Ejemplos: carne, papas fritas, copos de maíz y apio.
- Importante: alimentos en donde la textura tiene un papel significativo, pero no dominante, por lo que, sí hay una contribución a la calidad general, pero es similar con la contribución del sabor y apariencia. Ejemplos: mayoría de frutas y verduras, quesos, pan, mayoría de alimentos y dulces a base de cereales.
- Menor: alimentos en los que la textura hace una contribución insignificante a la calidad general. Ejemplos: mayoría de bebidas y sopas ligeras.

(Bourne, 2002)

Alcanzar la calidad de textura deseada de los alimentos, puede contribuir a adquirir ventajas económicas importantes. Un ejemplo de esto se encuentra en la carne de res de supermercados de Estados Unidos, ya que se ofrecen cortes de carne vacuna desde menos de tres dólares el kilogramo, hasta más de veinte dólares. El principal determinante en esta amplia gama de precio radica en la textura, la carne que es dura o seca se vende a bajo precio o en subproductos, mientras que la carne tierna y de mejor calidad tiene un precio elevado y se vende para asados y bistecs (Bourne, 2002).

En conclusión, se estima que si la textura de un alimento se presenta en la forma en que la gente espera y también es psicológica y fisiológicamente aceptable, no muestran objeciones. Mientras que si la textura no es como se esperaba, se puede convertir en un foco de crítica y rechazo a la comida. Debido a esto, se debe de prevenir de subestimar la importancia de la textura, porque se toma por concedido cuando todo se presenta como debe de ser (Bourne, 2002).

I. El vocabulario de la textura

Según Bourne (2002), se realizó una prueba de asociación de palabras a 100 personas en Estados Unidos, con el objetivo de determinar su grado de conciencia sobre el significado de la palabra textura y los términos que comúnmente se utilizan para describirla. Los participantes utilizaron aproximadamente setenta y ocho palabras descriptivas para hacer alusión a atributos de textura. Mediante el estudio se pudo concluir que la textura es una característica discernible, pero es más evidente en algunos alimentos que en otros. Los alimentos que provocaron mayor número de respuestas fueron los que eran suaves en sabor o que tenían características de crujencia o crocantez.

En otro estudio realizado en Japón, se practicó una metodología donde fueron encuestados 140 estudiantes universitarios. Ellos tuvieron que describir la textura de aproximadamente 97 alimentos, en los cuales se recolectaron 406 palabras distintas que describen distintos atributos de textura en los alimentos. Por otro lado, nuevamente se realizó la misma metodología, donde se le solicitó a 208 estudiantes universitarios de Austria, que describieron 50 alimentos. Ellos lograron hacer la descripción con 105 palabras de distintos atributos de textura y cómo estas pueden variar según su ubicación (Bourne, 2002).

Los estudios mencionados anteriormente demostraron la importancia de las propiedades texturales como factor de la calidad y gran variedad de texturas que se pueden encontrar en alimentos. Las palabras más utilizadas en los tres estudios se enumeran a continuación (Bourne, 2002):

Cuadro 11. Palabras utilizadas con mayor frecuencia para describir o expresar distintos atributos de textura.

| Estados Unidos | Japón | Austria |
|----------------|-------------|-----------|
| Crujiente | Duro | Crujiente |
| Seco | Suave | Duro |
| Jugoso | Jugoso | Suave |
| Cre moso | Grasoso | Jugoso |
| Masticable | Resbaladizo | Cre moso |

Continuación Cuadro 11.

| Estados Unidos | Japón | Austria |
|----------------|-----------|-----------------|
| Suave | Cre moso | Grasoso |
| Fibroso | Crujiente | Acuoso |
| Duro | Crunch | Poco masticable |

Según el Cuadro anterior es importante resaltar que seis de 10 palabras son comunes en las tres listas, además de que los japoneses utilizaron 406 palabras descriptivas en comparación a los estadounidenses y austriacos, quienes solo utilizan 78 y 105 palabras respectivamente. Sin embargo, se evidencia que el vocabulario de los japoneses tiende a ser más variado en cuanto a las diferentes texturas, ya que su comida es bastante amplia a distintas sensaciones texturales, además, de que tienen un lenguaje amplio y usan palabras onomatopéyicas para una misma palabra (Bourne, 2002).

Por otro lado, se realizó un cuarto estudio, donde se encuestaron 150 personas, evidenciando nuevamente los mismos resultados. La textura se percibe como una característica discernible y que se considera con la misma importancia que al sabor. Debido a esto, se determinó que mujeres y personas con una posición económica más elevada, tienen mayor nivel de conocimiento sobre más atributos de textura que la demás población (Bourne, 2002).

Con los resultados obtenidos de los estudios, es posible concluir que el lenguaje utilizado para describir las propiedades de textura de los alimentos es muy importante. Esto aplica especialmente para pruebas sensoriales y verbalizaciones de calidad de un producto desde el lado de los consumidores. Debido a esto, surge la necesidad de una nomenclatura internacional estándar, donde se busque estandarizar los términos que se utilicen en diferentes estudios de demás países para referirse a las mismas propiedades (Bourne, 2002).

Con el Cuadro anterior fue evidente que, a pesar de ser potencias mundiales, difieren en su vocabulario y no hay una unanimidad en todos los términos. Por lo que sigue siendo un reto el encontrar en los distintos idiomas palabras para expresar la textura sin fronteras y de forma universal (Bourne, 2002).

J. Percepción anatómica de la textura

En la evaluación sensorial de la textura, se pueden involucrar más sentidos además del tacto, como el sentido del oído y de la vista. Debido a esto, se considera que la presión de este atributo se caracteriza por ser una propiedad difícil de medir y también de interpretar. La textura se constituye de tres tipos de características que son descritas a continuación (Espinosa, 2007):

1. Mecánicas

Estas dependen de la manera cómo el alimento va a reaccionar al aplicarle un tipo de esfuerzo. Se mide por la presión que se debe de ejercer con los dientes, lengua y paladar al comer. Se consideran de las características más influyentes en el comportamiento de un producto en la boca del consumidor. Estas se integran por cinco parámetros de índole primario y tres de secundario (Espinosa, 2007):

a. Parámetros primarios

- Dureza: es la fuerza requerida para deformar o penetrar un producto. En alimentos de consumo, se describe como la compresión del producto entre los molares al ser un alimento sólido, entre la lengua y paladar al ser un alimento semisólido. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “blando”, “duro”, “suave”.
- Viscosidad: es la fuerza que se requiere para aspirar un líquido de una cuchara para posicionarlo en la lengua o expandirlo en un sustrato. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “fluido”, “viscoso”, “delgado”.
- Cohesividad: es la fuerza requerida para romper el producto en pequeñas porciones, migajas y piezas, involucrando a la masticabilidad, gomosidad y fracturabilidad.
- Elasticidad: es el tiempo o rapidez en el que el alimento o producto se recupera luego de haberle aplicado una fuerza de deformación, en otras palabras, el grado en el que algo es deformado y retoma su condición inicial al no aplicar la fuerza que lo deformó. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “elástico”, “maleable”.
- Masticabilidad: es la propiedad mecánica que se relaciona con la cohesividad, ya que involucra el tiempo que se necesita para que el producto sólido este descompuesto en pequeñas porciones para ser tragado y el número de masticaciones utilizadas para ese mismo punto. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “blando”, “masticable”, “correoso”.

(Espinosa, 2007)

b. Parámetros secundarios

- Fracturabilidad: es un atributo que relaciona la fuerza requerida para romper un alimento en pequeñas porciones o migajas y la cohesividad. Se puede evaluar al apretar un alimento entre los dientes frontales (incisivos) y también entre los dedos. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “crocante”, “crujiente”, “desmenuzable”, “quebradizo”.
- Gomosidad: es un atributo que relaciona la fuerza o esfuerzo necesario para desintegrar un alimento para su deglución, además de relacionarse con la cohesividad de productos blandos. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son niveles de “gomoso”, “pastoso”.
- Adhesividad: es la fuerza necesaria para remover un alimento adherido al paladar. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son “pegajoso”, “adhesivo”.

(Espinosa, 2007)

2. Geométricas

Estas se refieren a los arreglos de algunos constituyentes de un producto. Se pueden notar en la mayoría de los casos en su apariencia, un atributo que se tiende a confundir con su aspecto. Son características bastante evidentes para evocar sensaciones por medio del sentido del tacto en la boca. Estas tienen dos divisiones, la primera se relaciona con tamaño y forma de partículas, la segunda se relaciona con forma y orientación nuevamente de las partículas. Los adjetivos que se relacionan con esta característica son “granuloso”, “grumoso”, “arenoso”, “perlado”, “áspero”, “cristalino”, “fibroso”, “celular”, “esponjoso”, etc. (Espinosa, 2007).

3. Superficiales

Estas involucran a los atributos que se relacionan con el contenido de grasa y humedad de un alimento. Los adjetivos que se relacionan con esta característica son “seco”, “reseco”, “jugoso”, “húmedo”, “aceitoso”, “oleoso”, “acuoso”, “grasiento”, “magro”, “seboso”, etc. (Espinosa, 2007).

Por otro lado, se conoce que la textura puede ser percibida por medio de aspectos visuales, auditivos y táctiles, ya que la secuencia habitual para evaluar este atributo al consumir un alimento inicia mediante una evaluación visual. Seguidamente, la evaluación técnica con las manos/dedos o con utensilios para comer, luego se da la evaluación oral-táctil mediante labios, lengua, paladar y saliva. Acompañando a la evaluación oral-táctil se puede dar la auditiva, mediante el sonido que se puede producir al morder o cortar el alimento con los dientes (Lawless, Hildegarde, 2010).

a. Textura visual

Algunas de las características de la superficie de un alimento tienden a afectar la apariencia que se percibe del mismo, además de la percepción de la textura. Los consumidores reconocen ciertas situaciones en alimentos, que tienden a repercutir directamente en sensaciones bucales, un ejemplo es un bulto o aglomerado en un pudín de tapioca, se sabe que también va a percibirse como grumos al consumirlo. Debido a esto, la evaluación visual de la textura tiene superposición muchas veces con características de apariencia como el brillo, reflejo o luminosidad (Lawless, Hildegarde, 2010).

Según estudios realizados, Gonzales y Butler (2008), han evidenciado que panelistas entrenados en estudios de apariencia de miga pueden determinar la finura de la miga (cantidad de gas en las celdas), grado de homogeneidad (uniformidad de tamaño de poros) y orientación del grano solamente por la estimación visual de una galleta. Por otro lado, Carson, Meullenet y Reische (2002), entrenó a un panel descriptivo para la evaluación de yogures de fresa mediante términos de textura visual y determinó que solamente con la imagen del producto gelificado y al levantar una cuchara con yogur, los panelistas correlacionan la percepción oral con el grosor o viscosidad del producto (Lawless, Hildegarde, 2010).

b. Textura auditiva

En algunos casos los consumidores pueden descubrir que los sonidos asociados con el consumo de un producto alimenticio pueden llegar a impactar negativamente con las respuestas hedónicas asociadas con el alimento. Un ejemplo de esto es el sonido arenoso de la arena contra los dientes al comer espinacas mal enjuagadas. Asimismo, se conoce que la textura auditiva puede contribuir positivamente con el placer de comer de los consumidores. Un ejemplo claro es el sonido asociado a cereales de desayuno o al sonido crujiente que se produce al morder una manzana (Lawless, Hildegarde, 2010).

Los consumidores a menudo usan el sonido como una indicación de la calidad de ciertos tipos de alimentos. La textura auditiva está altamente relacionada con la crujencia o crocantez de los alimentos. Los sonidos que se producen son perturbaciones mecánicas que generan ondas sonoras que se llegan a propagar por el aire o medios de conducción ósea, desde la mandíbula hasta llegar a los huesos del oído medio (Lawless, Hildegarde, 2010).

Los alimentos crujientes se dividen en dos categorías: alimentos húmedos y secos. Dependiendo del tipo de alimento que sea, es el tipo de sonido que se genera. En los alimentos húmedos, la crujencia se da en frutas y verduras, donde el contenido celular ejerce presión hacia afuera por la turgencia y al destruirse, las células revientan provocando un ruido. Los alimentos secos, como galletas, papas fritas o tostadas, se tiende a percibir de menor manera la sensación de crujencia. Esto se debe a que estos productos tienen celdas de aire rodeadas por paredes celulares quebradizas, que, al momento de romperse, regresan a su lugar en su forma original, provocando vibraciones con mejor sonido (Lawless, Hildegarde, 2010).

c. Textura táctil

Esta se divide en: textura oral-táctil, características de las sensaciones en la boca, cambios de fase en la cavidad bucal y textura táctil al manipular un alimento. Involucra todas las sensaciones texturales provocadas en la boca, labios, dientes, mucosa bucal, saliva, lengua y garganta. Bourne (2004) y Lucas et al. (2002), determinan que durante la ingestión los labios pueden transmitir si el alimento es pegajoso, viscoso, duro o granulado, entre otros. En el primer bocado se puede percibir si el alimento es duro, elástico, cohesivo, desmenuzable, etc., debido a la fuerza que se le aplica al morderlo. Por lo que, desde que uno toca el alimento y lo ingiere, se tienen receptores provocando sensaciones que se traducen a un rechazo o aceptación del alimento (Lawless, Hildegarde, 2010).

K. Entrenamiento de panel de atributos de textura

En análisis sensorial se considera como un instrumento de medición que se compone por diferentes personas que tienden a evaluar un producto, por esto surge la necesidad de poder entrenar a un grupo de persona seleccionado para que sean jueces y catadores que emitan juicios con mayor exactitud, precisión y resultados/metodologías reproducibles. Esto se lleva a cabo mediante cuatro procedimientos establecidos y específicos que son: el reclutamiento de personas, la selección de panelistas, el

entrenamiento de catadores y la validación de funcionamiento del panel entrenado. Estos cuatro procesos aseguran que los resultados obtenidos del entrenamiento sean confiables para la evaluación sensorial de distintos productos (Grisales, 2018).

Asimismo, para la elaboración de un panel sensorial es indispensable la presencia de un líder que esté capacitado adecuadamente para iniciar el perfilado de la textura. Esta persona es la encargada de llevar el taller durante el tiempo que sea necesario, por lo que se necesita que sea una persona que haya aprendido o tomado cursos en talleres para que mediante su experiencia se realice de la mejor manera. Este líder debe de poseer y cumplir con todos los atributos necesarios que también deben cumplir todos los miembros del panel, además, debe de tener una personalidad de liderazgo que facilite la comodidad de las personas y el deseo de hacer el mejor esfuerzo durante este proceso (Bourne, 2002).

También es un requisito que tenga formación científica y comprensión del método a utilizar para garantizar un mejor desempeño, sin embargo, su formación no tiene que ser avanzada en estas áreas, ya que puede estar también en fase de aprendizaje. Además, debe de ser una persona persuasiva, que, mediante sus explicaciones e ideas, transmita que el panel es un consenso de distintas opiniones, sin que se imponga una idea personal que vaya a sesgar a todas las personas. Por consiguiente, se enumeran los requisitos generales para los panelistas de perfil de textura (Bourne, 2002):

- Habilidad para trabajar de forma cooperativa y armoniosa con un grupo, con el objetivo de desarrollar una unión de equipo con el grupo seleccionado
- Compromiso de asistir y apartar tiempo para la formación del panel (2-3 horas al día durante varias semanas) y para el mantenimiento/funcionamiento regular del mismo a lo largo de un periodo indefinido.
- El supervisor (catedráticos o jefes), debe aprobar la inversión de tiempo con una buena actitud, debido a que es un proceso que requiere de tiempo y actitud.
- Los miembros del panel deben estar sumamente interesados por su trabajo y con el interés y dedicación para el desarrollo de un equipo que pueda brindar resultados precisos y con la reproducibilidad de un instrumento científico.
- Los miembros del equipo deben de tener sentido común e inteligencia razonable, sin embargo, esto no involucra un elevado coeficiente intelectual, sino actitudes básicas para aprender y comprender. Asimismo, no es necesario un grado de educación en específico, por lo que pueden reclutarse todo tipo de personas que estén dispuestas a dedicar todo su interés al trabajo en cuestión.
- Los panelistas deben de poder discutir las pruebas con los demás miembros y poder llegar a un consenso. Se debe de tomar en cuenta que personas con actitudes dominantes o mandonas, al igual que personas muy tímidas y sin mayor posición para exponer su criterio, no son aptas para el trabajo del panel.
- Los panelistas deben de poder desarrollar una actitud profesional hacia su trabajo y por lo mismo, deben de poder sentirse orgullosos de lo que han logrado.

- Los miembros del panel deben de tener una buena salud dental, por lo que no pueden tener dentaduras postizas, debido a que esto tiende a restringir la percepción de algunos atributos de textura.
- Si el panel se está elaborando con el objetivo de un desarrollo de producto, las personas que estén involucradas en el mismo no deben de estar presentes en el entrenamiento, ya que pueden implantar ideas preconcebidas de calidad textural y sesgos en los productos que se van a examinar.
- Es recomendable tener miembros de ambos géneros, sin embargo, también puede componerse de un género en específico según sea el caso del producto o alimento en análisis.

(Bourne, 2002)

Para el desarrollo del panel, se deben de reclutar para la evaluación preliminar y de selección por lo menos el doble o triple de personas que se requieren para todo el proceso. Debido a que no todas las personas tienden a cumplir lo que se describió anteriormente y en caso un tercio de estas personas no aprueben el proceso, se pueden contar con dos tercios. Asimismo, el panel se debe de componer normalmente de cinco a siete personas en cada sesión, esto con el objetivo de poder tener un panel completo en todo momento a pesar de ausencias, reubicaciones o algún inconveniente que imposibilite su asistencia (Bourne, 2002).

El proceso siguiente de cada etapa de desarrollo del panel entrenado de distintos atributos de textura se llevará a cabo de acuerdo con la norma ISO 8586. Previo a la selección formal de panelistas, se debe de examinar a un grupo de personas con potencial para formar parte de este (ISO, 2020):

1. Reclutamiento

Esta etapa se considera como el punto inicial para la formación de un panel sensorial entrenado. El objetivo consiste en reclutar personas que estén interesadas en participar y tengan la aptitud para ser entrenados y colaborar durante la metodología de entrenamiento. El número que se debe de reclutar puede ser variable, sin embargo, se deben de considerar distintos factores para los entrenamientos (Flores, 2015):

- Recursos económicos para los materiales
- Frecuencias y tipo de pruebas a realizar
- Interpretación de datos/resultados

(Flores, 2015)

Se recomienda tener un mínimo de diez panelistas, por lo que como se mencionó anteriormente, es necesario el reclutamiento del doble o triple del número de personas que se requiere para el entrenamiento. Las personas que se recluten deben de tener motivación e interés para participar, actitud positiva en cuanto a los distintos alimentos que pueden probar, conocimientos básicos y aptitudes para expresar sus sensaciones sensoriales en el panel, buena salud y compromiso con el proceso de entrenamiento (Flores, 2015).

2. Selección

La selección de panelistas es un método rápido para la detección de las capacidades fisiológicas de cada participante, donde se deben de tomar en cuenta los siguientes dos factores (ISO, 2020):

1. Entorno de la boca y piel

Debido a que las prótesis dentales o bucales, las anomalías de la salivación o cualquier procedimiento en la piel, pueden restringir o eliminar la percepción de muchos atributos de textura, lo cual brinda una menor sensibilidad en el momento de las evaluaciones. Las personas con estas condiciones no se deben elegir, solamente si con pruebas rápidas o filtro, son capaces de formar parte de los entrenamientos. Asimismo, con las diferentes pruebas, también se debe de evaluar la presencia de las personas con dentición y pieles normales, ya que también pueden presentar una baja capacidad y discriminación durante la masticación o contacto con la piel (ISO, 2020).

2. Criterios de comportamiento

Se debe de tener en cuenta la disponibilidad, el interés, la personalidad, la capacidad para convivir dentro de un grupo y las habilidades verbales de cada candidato. Dichos aspectos, pueden evaluarse mediante entrevistas individuales con cada participante o mediante breves preguntas en una prueba rápida que infieran en información como la mencionada (ISO, 2020).

En el proceso de selección preliminar, se deben de realizar distintas pruebas filtro, que conlleven a evaluar si la persona está en las capacidades de ser parte del panel sensorial de textura. Asimismo, estas pruebas se pueden acompañar de pruebas rápidas con muestras (Bourne, 2002).

Estas pruebas pueden consistir en series de cuatro muestras consecutivas de una escala del atributo de interés, en este caso dureza, presentadas en orden aleatorio, con el objetivo de que los panelistas las puedan clasificar en orden creciente. Se pueden utilizar alimentos como cacahuates, rodajas de zanahoria, palanqueta de cacahuete y caramelo macizo. Se utilizan comúnmente este tipo de alimentos, debido a su facilidad de comprarlos, representan una escala estándar para dureza, son alimentos no tan perecederos y con un conjunto e idea para representar el entrenamiento de textura (Bourne, 2002).

Se debe de prestar mayor atención a las personas que puedan clasificar los cuatro productos con éxito y sin ningún error en orden creciente, y aquellos que no puedan superar dicha prueba preliminar quedan automáticamente excluidos para realizar la prueba filtro siguiente y en futuras participaciones (Bourne, 2002).

Por otro lado, según la norma ISO 8586-1993 Sensory analysis-General Guidance for the selection, training and monitoring of assessors, también se les puede proporcionar a los candidatos una serie de productos en orden aleatorio, de los cuales se les pide que describan las características de textura más evidentes. Sí estos productos se encuentran en estado sólido, se presentan en bloques de tamaño uniforme, mientras

que, si son en estado líquido, se presentan en recipientes opacos. Los participantes del panel se califican de la siguiente manera según su desempeño en la prueba anterior mencionada (Rodríguez, 2013):

- 3 puntos por una correcta identificación o descripción de un atributo más frecuente
- 2 puntos por una descripción en términos generales
- 1 punto por una identificación o descripción de una asociación apropiada después de la discusión
- 0 puntos en caso no haya ninguna respuesta

(Rodríguez, 2013)

Un nivel satisfactorio y de éxito en esta prueba se puede especificar en relación con los productos utilizados y las puntuaciones obtenidas. Los participantes que obtienen menos del 65% de la puntuación máxima posible, se considera que no son aptos como evaluadores seleccionados para poder formar parte de un panel entrenado de textura. Los alimentos que se pueden utilizar para dicha prueba de reclutamiento son los siguientes (Rodríguez, 2013):

Cuadro 12. Ejemplos de productos para prueba descriptiva de distintos atributos de textura

| Producto | Atributo de textura comúnmente asociado al producto |
|------------------------------------|--|
| Naranjas | Partículas jugosas, celulares |
| Cereales de desayuno (Corn Flakes) | Crujiente |
| Azúcar granulada | Cristalino, grueso |
| Cobertura de malvaviscos | Pegajoso, maleable |
| Puré de castañas | Pastoso |
| Sémola | Granoso |
| Doble crema | Untuoso |
| Gelatina comestible | Pegajoso |
| Pastel de muffin de maíz | Desmoronadizo |
| Cream Toffee | Pegajoso |
| Calamar | Elástico, gomoso |
| Apio | Fibroso |

(Rodríguez, 2013)

Continuación Cuadro 12.

| Producto | Atributo de textura comúnmente asociado al producto |
|-------------------|--|
| Zanahorias crudas | Crujiente, duro |
| Peras | Arenoso |

(Rodríguez, 2013)

Luego de realizar las pruebas anteriormente mencionadas, se pueden realizar pequeñas entrevistas a los participantes que las aprobaron o también se les puede indicar que llenen un formato donde respondan brevemente dudas que tiene el líder del panel. Asimismo, este es un formato breve y más rápido que una entrevista, donde se conoce más a fondo información general del panelista, disponibilidad de horarios y compromiso con dicha actividad (ISO, 2020).

3. Entrenamiento de panel

a. Primera etapa: Atributos mecánicos

El entrenamiento del panel comienza con la introducción de la clasificación de los atributos texturales existentes. Luego, se le debe de presentar al panel las definiciones sensoriales de los atributos mecánicos. Como siguiente punto, los evaluadores estudian cada uno de los ocho atributos mecánicos a través de las evaluaciones repetitivas de productos de referencia seleccionados que representan cada punto en las escalas. El uso de las escalas seleccionadas se introduce mediante las distintas evaluaciones de los productos. Seguido, los evaluadores tienden a evaluar una amplia gama de productos seleccionados para cada punto en las escalas de referencia (ISO, 2020).

Aunado a esto, se les solicita que clasifiquen las muestras dadas de acuerdo con la escala, ya que esto ayuda a que el panel practique su percepción y discriminación de la escala con los productos. Esto también con el objetivo de generar confianza en los intervalos de cada escala al ser en algunos casos amplios y que con las muestras desconocidas se puedan familiarizar con facilidad. En esta etapa se cubrirá todo el procedimiento de evaluación, lo cual permite que se tenga una homogeneidad en el grupo mediante el uso de terminología común. Sin embargo, en caso se presente algún tipo de desacuerdo, los miembros del panel pueden discutirlo hasta llegar entre todos a un consenso (ISO, 2020).

b. Segunda etapa: Atributos geométricos, contenido de grasa y humedad

En esta etapa se estudian los atributos geométricos y las características de la grasa y humedad. Se presenta al panel con la lista de estos atributos y los ejemplos típicos de productos que contienen estas características. El panel luego evalúa uno o más productos de los que fueron mencionados para identificar de mejor manera cada uno de estos atributos (ISO, 2020).

c. Tercera etapa: Desarrollar escalas

Luego de presentar los tipos de atributos: mecánicos, geométricos, contenido de grasa y humedad, el panel debe de desarrollar escalas para un producto en específico que involucra distintos atributos. A lo largo de esta etapa, los evaluadores completarán su formación utilizando escalas específicas de cada atributo para que puedan compararlas con las muestras (ISO, 2020).

1) Validación del funcionamiento del panel entrenado para atributos de textura

Esta última etapa involucra el control periódico del comportamiento y desempeño de los panelistas. Se debe de evaluar desde el comportamiento individual de cada uno, hasta los resultados colectivos, para garantizar que los resultados sean reproducibles y apropiados. Asimismo, un panel entrenado tiene la capacidad de detectar, medir, identificar mediante su conocimiento de los atributos, en todo tipo de productos o paneles de esta misma gama. El panel en general debe de ser capaz de discriminar los distintos estímulos y mediante escalas adecuadas, poder producir resultados confiables. Este procedimiento de validación se especifica de mejor manera en la norma ISO 11132:2012 y está diseñado para utilizarse en todo tipo de análisis descriptivo (Flores, 2015).

L. Método de perfil de textura “*Texture Profile Method*”

El perfil de textura (TP) fue creado por científicos que trabajaban para General Foods durante la década de 1960. Ellos desarrollaron el método con el objetivo de que se permitiera la evaluación de textura de forma definida y racional. Luego, este fue modificado por distintos especialistas sensoriales, debido a que el objetivo del TP era crear una técnica sensorial que permita la evaluación de todas las características de textura de un producto, desde la primera mordida hasta la masticación completa mediante principios de ingeniería. Los creadores se basan en el perfil de textura sobre conceptos iniciados por los desarrolladores del perfil de sabor (Lawless, Hildegarde, 2010; Meilgaard, Vance, Carr, 2007).

Szcześniak (1963) desarrolló una clasificación de sistemas de textura para poder cerrar la brecha que existe entre la terminología utilizada comúnmente por el consumidor y las propiedades reológicas de un producto. Él determinó que las características de textura percibidas de un producto se dividen en tres grupos con mayor importancia: mecánicas, geométricas y otras, las cuales hacen alusión al contenido de grasa y humedad del alimento. Luego, el perfil de textura fue definido por Civille y Liska (1975), como el análisis sensorial de la textura completa de un alimento en términos de sus características mecánicas, geométricas, contenido de grasa y humedad, según el grado presente y el orden en que tienden a aparecer desde la primera mordida hasta la masticación completa (Lawless, Hildegarde, 2010).

Esto con la finalidad de poder describir todas las sensaciones percibidas en el consumo de cualquier alimento, tomando en cuenta que es un método dependiente del tiempo. La secuencia del tiempo indica que la fase inicial es “la primera mordida”, la segunda fase es “la masticación” y la tercera fase es “la residual”. Este método fue desarrollado con ayuda de panelistas ampliamente capacitados utilizando escalas de calificación estándar desarrolladas por Szcześniak, Brandt y Friedman (1963), con el objetivo de cubrir la gama de sensaciones e intensidades que se puede encontrar en los alimentos (Lawless, Hildegarde, 2010).

El perfil de textura utiliza una terminología estandarizada para describir los aspectos físicos y sensoriales, por lo que las escalas de calificación asociadas a la terminología también deben de estar estandarizadas. Dentro de cada escala, el rango completo de un parámetro en específico está anclado por productos que tienen la característica específica como el componente principal. El producto de referencia debe evaluarse instrumentalmente para determinar si se ajustan los incrementos de intensidad para la escala específica (Lawless, Hildegarde, 2010).

Las escalas de referencia anclan tanto el rango, como el concepto de cada término. Un ejemplo es la escala de dureza, la cual mide la fuerza de compresión aplicada al producto entre los molares que se puede tener en distintos alimentos. La escala inicia en incremento con queso crema, clara de huevo cocida, queso amarillo, aceitunas, salchichas, cacahuates, zanahoria cruda, almendra y finaliza con caramelos duros. Por lo que los panelistas deben de conocer la escala de referencia, entendiendo que los productos varían en una dimensión específica y dureza definible, no siempre reaccionando de la misma manera a distintos tipos de fuerzas de compresión aplicada (Lawless, Hildegarde, 2010).

Las escalas estandarizadas se desarrollaron con distintos productos alimenticios y las primeras escalas de textura fueron para los atributos de adhesividad, fragilidad, masticabilidad, gomosidad, dureza y viscosidad. Para llevar a cabo la estandarización, los autores validaron las escalas correlacionando resultados obtenidos por panelistas sensoriales, con resultados obtenidos instrumentalmente por viscosímetros y texturómetros. Todo esto con el objetivo de que para la reproducibilidad del TP, se tenga el mismo marco de referencia en todos los panelistas, mediante capacitaciones de principios básicos, los procedimientos en específico, preparación, servicio y evaluación de las muestras (Lawless, Hildegarde, 2010).

Asimismo, los panelistas deben de estar capacitados para saber cómo morder, masticar y tragar de forma estandarizada. Debido a esto, por lo general a lo largo de la capacitación del panel, los panelistas se exponen a clasificar las texturas características y luego, son expuestos a una amplia variedad de productos y escalas de referencia. Como siguiente paso, los panelistas refinan sus habilidades para reconocer, identificar y cuantificar anclas dentro de cada atributo de textura en los alimentos. Este proceso normalmente toma varias sesiones de entrenamiento, ya que una extensa capacitación tiene una mayor consistencia y precisión en los resultados y reproducibilidad con las muestras (Lawless, Hildegarde, 2010).

El perfil de textura se puede aplicar a muchas categorías de productos, como cereales, tipos de arroz, coberturas, galletas, carne, bocadillos, entre otros. Sin embargo, en muchos casos los panelistas pueden no haber seguido la metodología correcta, por lo que no están capacitados para brindar resultados verídicos. Debido a esto, los panelistas deben de someterse a exámenes fisiológicos, donde se eliminen posibles sesgos por dentaduras postizas o afecciones bucales que pueden limitar la capacidad de discriminación entre distintas texturas. También se deben de entrevistar para evaluar el interés, disponibilidad, actitud y habilidades de comunicación, siempre tomando en cuenta que el líder del panel debe mantener la motivación y entusiasmo para seguir en el entrenamiento (Lawless, Hildegarde, 2010).

Según recomendación, es adecuado capacitar a un mínimo de 10 panelistas, con el objetivo de que en todas las sesiones se tengan al menos seis personas disponibles. El panel puede tener duración de varios meses con sesiones de una a tres horas diarias y de una a dos sesiones por semana, ya que deben iniciar con conceptos básicos asociados al sabor y la percepción de textura, luego principios subyacentes del perfil de textura para entender el uso de las escalas de calificación estándar de manera uniforme y consistente en series de productos alimenticios (Lawless, Hildegarde, 2010).

El perfil de textura ha sido modificado y refinado desde su creación original, por lo que en estas modificaciones se involucró el cambio de anclas de las escalas estándar. Esto debido a que algunos productos antiguos cambiaron su formulación y ya no eran representativos de una intensidad específica en una escala, además, que otros productos ya no estaban disponibles en el mercado o también que las escalas estándar ya no se adaptan a sus necesidades. Estas modificaciones se realizaron con panelistas sensoriales, quienes determinaron productos sensoriales apropiados para utilizar en las escalas estándar. Asimismo, en otros casos las modificaciones se realizan debido a que la escala estándar para el perfil de textura se lleva a cabo con productos alimenticios estadounidenses y estos anclajes no están disponibles/accesibles en otros países (Lawless, Hildegarde, 2010).

M. Estudios relacionados con entrenamiento de textura con adaptación de referencias disponibles en distintos países

La textura según Szcześniak (1963), fue de los atributos organolépticos con menor descripción en ese momento, por lo que se consideró como una preocupación para varios científicos de alimentos. Ellos decidieron buscar como crear el conocimiento de la reología teórica y las aplicaciones prácticas para este atributo, debido a que se consideraba solamente una característica en específico de los alimentos, cuando se conocía que un solo atributo de textura no podía englobar a toda la percepción que se tenía al consumir los productos, lo cual hasta llevo a que existiera una confusión al respecto de la definición de esta palabra enfocada en alimentos. Al pasar los años se fueron realizando definiciones de textura e identificando las características más comunes en un alimento en particular y así poder desarrollar el vocabulario adecuado y acorde según sus propiedades mecánicas, geométricas y de superficie. Sin embargo, se

evidenció que uno de los problemas con mayor recurrencia era el desarrollo de un vocabulario o nomenclatura unificada y una metodología racional para la descripción y traducción de características texturas en propiedades medibles y definidas (Szcześniak, 1963).

Los alimentos tienen procesos reológicos con alta complejidad y sistemas/aplicaciones con reología teórica, sin embargo, esto se llega a complicar más debido a que inicialmente no se tenían las descripciones de los atributos texturales y por consiguiente tampoco esto se podría trasladar a términos prácticos que fueran reproducibles. Por lo que surge la idea por parte de equipo de laboratorio y de campo para crear la nomenclatura popular para poder describir las características de textura en términos de palabras simples y útiles para su reproducción. Se sabe que esto tardo bastante tiempo, ya que fue complejo poder determinar palabras o términos que se utilizaran solamente para describir una característica, por lo que muchas veces un mismo termino podía funcionar para varias cualidades, teniendo un significado distinto. Es por ello que desde ese momento surge la necesidad de poder indagar más en la definición de textura e ir acoplando los diferentes atributos para todo tipo de alimento, con el objetivo de que se pueda utilizar una nomenclatura estándar y popular para generar investigación de una gran gama de productos alimentarios (Szcześniak, 1963).

La textura sufrió de rigurosos cambios en cuanto a su definición hasta llegar a algo más puntual y acertado luego de distintas opiniones involucrando terminados relacionados con la reología y propiedades mecánicas de los alimentos. Asimismo, una compilación de distintas palabras que conforman la terminología fueron los antecedentes para el desarrollo de una organización de un sistema de clasificación de las características texturales. Las definiciones o términos de uso popular para la descripción de la textura era indispensable estandarizarla, debido a que siempre hay características que para algunas personas se consideran como primarias y para otros como secundarias, tomando en cuenta que en algunos casos los términos denotan el mismo grado, por lo que podría ser considerados hasta en las mismas escalas de los atributos de textura (Szcześniak, 1963).

Las características texturales desde el inicio fueron agrupadas en tres clasificaciones principales, siendo la primera, mecánica, la segunda, geométrica y, por último, otras características, la cual se refiere principalmente al contenido de humedad y grasa de los alimentos. Con dichas clasificaciones fue desarrollada la nomenclatura popular, considerando como parámetros primarios de las características mecánicas: dureza, cohesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad; y como secundarias: masticabilidad, gomosidad y fragilidad. La clasificación propuesta involucra tanto el uso de herramientas organolépticas como instrumentales, por lo que surge la necesidad del desarrollo de métodos de evaluación donde se puede crear una base de calificaciones cuantitativas, con el objetivo de poder realizar evaluaciones subjetivas de textura correlacionando los dos métodos (Szcześniak, 1963).

Además, se ha evidenciado que estas clasificaciones se pueden utilizar tanto con panelistas de laboratorios ordinarios, como con paneles entrenados, debido a que con

métodos básicos y el uso del sistema y escalas estándar es posible realizar descripciones cuantitativas de los parámetros mecánicos de textura de distintos alimentos. En adición a lo anterior, Szcześniak, Brandt y Friedman (1963), determinan que se deben de seleccionar alimentos de referencia para cada punto de la escala, con el fin de que los estándares de referencia estén a la disponibilidad y que el grado de intensidad de un parámetro textural que no es conocido como tal, pueda ilustrarse con un producto que si es conocido (Szcześniak, 1963; Szcześniak, Brandt, Friedman, 1963).

La técnica utilizada consistió en el desarrollo de criterios de selección de estándares para cada punto de las escalas. La consideración más importante fue que los alimentos que fueran seleccionados tuvieran la intensidad deseada de la característica textural, tomando en cuenta que esta no fuera como enmascarada por otros parámetros y garantizando que este alimento sea una excelente fuente con facilidad de percepción del atributo en análisis de forma organoléptica. Además, se consideró que fueran alimentos con disponibilidad en el mercado y que se calidad fuera constante o sin mayor variación a lo largo del tiempo y, por último, que fueran alimentos con algún tipo de familiaridad con el consumidor para incrementar la facilidad de recordarlo. Se evito el uso de productos muy específicos o de difícil adquisición, eligiendo productos de marcas comerciales, para mantener la intensidad de la característica deseada en la reproducibilidad lote a lote de cada alimento (Szcześniak, 1963; Szcześniak, Brandt, Friedman, 1963).

Asimismo, se consideró que los alimentos requirieran la mínima manipulación para su preparación y así evitar cualquier variación o cambio en su textura en general o debido a la temperatura. Los alimentos que se evitaron totalmente fueron frutas o verduras frescas que varían según la variedad, grado de madurez o demás factores de su producción. Los alimentos que requieren algún tipo de tratamiento térmico como su cocción u horneado también fueron denegados, por lo que los alimentos que se mencionaron antes fueron solamente utilizados en caso de haber dificultad con algún ancla en la escala (Szcześniak, 1963; Szcześniak, Brandt, Friedman, 1963).

Las escalas se elaboraron según el consumo de los alimentos que puedan ser representativos a cada atributo. Las escalas pueden variar en la cantidad de anclas o alimentos que tengan, sin embargo, siempre se debe de cuidar que estas puedan ir aumentando y vayan acorde a alimentos que sean representativos para cada característica, con el objetivo de que los panelistas puedan ir percibiendo como varía según se cambia de alimento. Asimismo, se debe de considerar que en todas las muestras se debe de estandarizar tanto el tamaño de la muestra, como la temperatura y humedad de esta. Por último, para la correcta validación y estandarización de las escalas fue posible la correlación de datos objetivos (físicoquímicos) con subjetivos (sensoriales), debido a que validaron que la escala tuviera sentido con uso de viscosímetros para los atributos que aplicaba y el texturómetro para los demás, con el objetivo de poder evidenciar que hay un respaldo de valores objetivos que evidencia que el método sensorial funciona (Szcześniak, Brandt, Friedman, 1963).

Por otro lado, a lo largo de los años surgen estudios donde no se tiene acceso a todas las referencias recomendadas inicialmente por Szcześniak (1963), Szcześniak, Brandt, Friedman (1963), Meilgaard, Vance y Carr (2007), Bourne (2002) y luego estandarizadas por la ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile. Por lo que hay una necesidad de entrenar paneles de textura de los diferentes atributos, buscando productos disponibles en los diferentes países que tengan un mínimo grado de diferencia con los de referencia. Debido a esto el Instituto Colombiano para Investigaciones Técnicas y Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, (1975), deciden mejorar el consumo proteico de la población indígena mediante un desarrollo fortificado, sin embargo, se dan cuenta que el producto no tiene la aceptación adecuada debido a la textura, ya que el sabor les es agradable. Por lo que deciden iniciar el entrenamiento de un panel de perfil de textura, ya que las características indeseables no se evidencian mediante mediciones fisicoquímicas con equipos, si no solamente con opiniones sensoriales (Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, 1975).

El entrenamiento fue supervisado por Malcolm Bourne de la Universidad de Cornell, quien indica como seleccionar y capacitar al panel entrando mediante el procedimiento descrito por Szcześniak (1963), Szcześniak, Brandt, Friedman (1963) adaptándolo a las condiciones de Colombia. Uno de los objetivos del estudio era alentar a otros grupos en distintos países que pueden tener la misma dificultad a establecer paneles de perfil de textura teniendo éxito con el entrenamiento y las referencias locales como se llevó a cabo en Colombia. Iniciaron con el establecimiento de las escalas estándar, buscando los productos de referencia y los que no se tenían disponibles, buscando productos alternos que tuvieran características similares de textura en cuanto a términos mecánicos y geométricos. Evidenciaron que en algunos momentos había anclas que no tenían a su disposición, sin embargo, las personas encargadas del panel entrenado de textura tomaron la decisión de completarlos con otros productos disponibles en el mercado que cumplieran con el incremento esperado de cada atributo (Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, 1975).

A lo largo del desarrollo de sus escalas evidenciaron que tanto dureza como fracturabilidad fueron las que con menor dificultad se pudieron igualar con producto local, sin embargo, la de masticabilidad fue bastante difícil de desarrollar, por lo que hasta se tomó la decisión de modificarla totalmente por la variabilidad de las muestras. Además, a lo largo de la elaboración del panel, tuvieron que tomar distintas decisiones, debido que se entrenaron los atributos presentes en el producto fortificado final, donde hubo escalas de atributos que se recortaron o se modificaron totalmente, según la teoría del atributo y lo que se debía de percibir, para poder lograr un entrenamiento adecuado (Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, 1975).

Luego, en argentina según Hough, Contarini, Muñoz (1994), evidencian que debido al crecimiento continuo del comercio internacional de alimentos y el mandato del uso de terminología unificada con escalas de referencia transfronterizas, surge la necesidad de implementar paneles entrenados en países donde no lo tienen. Nuevamente, siguiendo la metodología de Szcześniak (1963) y Szcześniak, Brandt, Friedman (1963), se busca implementar un entrenamiento para atributos de textura con productos argentinos con

un grado mínimo de diferencia a las referencias disponibles en Estados Unidos. Asimismo, se respalda según las modificaciones de Muñoz (1986) y Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle (1975), donde actualiza e introduce nuevos productos para beneficio de los colaboradores del panel y facilidad para los panelistas en el momento del entrenamiento. Por lo que sus dos objetivos eran implementar un panel de perfil de textura y la construcción de escalas de referencia utilizando alimentos disponibles en Argentina con un grado mínimo de diferencia de las referencias estadounidenses, además de elaborar una metodología replicable en distintos países.

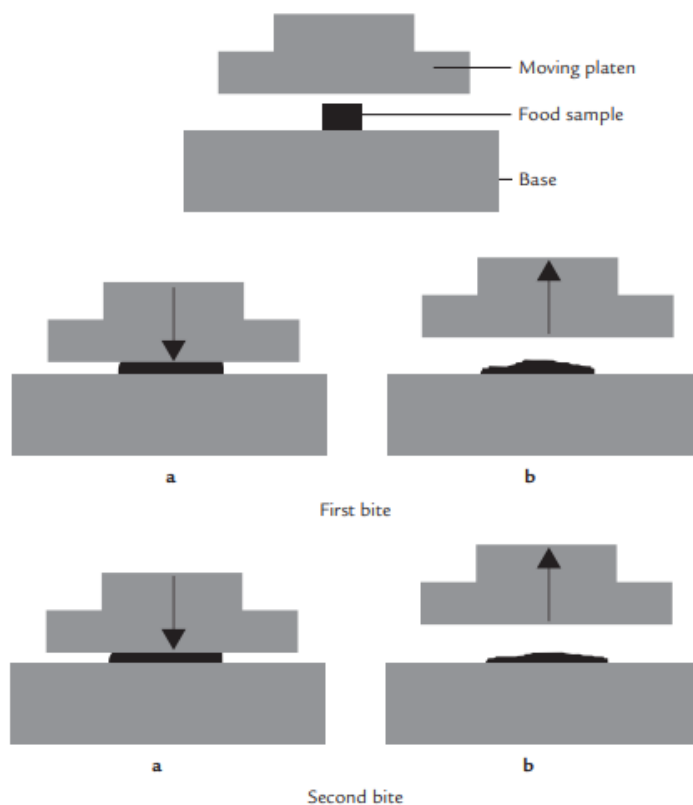
Se inició tomando las escalas estándar y las definiciones de los atributos según Muñoz (1986). Luego, se solicitó todo producto de referencia a Estados Unidos, en excepción a aquellos que podían conseguirse localmente como huevos, verduras o frutas. Se inició con la búsqueda en tiendas argentinas con productos de características similares a los de referencia, se siguió el procedimiento de presentación, temperatura y marcas reconocidas según Bourne (1982). Seguido, se seleccionó a los panelistas con pruebas rápidas y luego con las personas seleccionada se realizó una comparación múltiple para cada ancla de cada atributo presentándoles siempre la referencia de Estados Unidos contra tres a 6 productos equivalentes argentinos, con el objetivo de que se pueda determinar el producto con el menor grado de diferencia a la referencia estadounidense.

La validación de los productos argentinos contra las referencias estadounidenses se llevó a cabo mediante una ANOVA y luego una HSD, con el objetivo de comparar las medias y evidencias con un 95% de confianza la media del producto argentino con mayor similitud a la referencia estadounidense. Hubo casos donde no fue posible encontrar equivalentes argentinos, por lo que se acordó con el panel, la reducción de puntos en la escala o la búsqueda de un alimento que no causara confusión en la relación de los puntos en la escala. Luego, para realizar la comparación del funcionamiento del panel analizaron varios alimentos disponibles en Estados Unidos con el uso de las escalas construidas para Argentina y luego estos mismos alimentos fueron evaluados por un panel en Estados Unidos, con cuatro panelistas altamente capacitados de Sensory Spectrum Inc., evidenciando respuestas con similitud, lo cual conlleva que el procedimiento anteriormente mencionado es reproducible (Muñoz, 1986; Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, 1975; Hough, Contarini, Muñoz, 1994).

N. Análisis de perfil de textura “*Texture Profile Analysis*” (TPA)

Un grupo del Centro Técnico de General Foods Corporation fue pionero del desarrollo de la prueba de compresión de un trozo de comida del tamaño de un bocado mediante un movimiento doble que imita la acción de la mandíbula y se extrae de la curva entre fuerza y tiempo resultante de una serie de parámetros que se correlacionan con la evaluación sensorial de atributos de textura. El instrumento utilizado para esta metodología es un texturómetro perteneciente a General Foods. El principio de la prueba se ilustra en la Figura siguiente (Bourne, 2002):

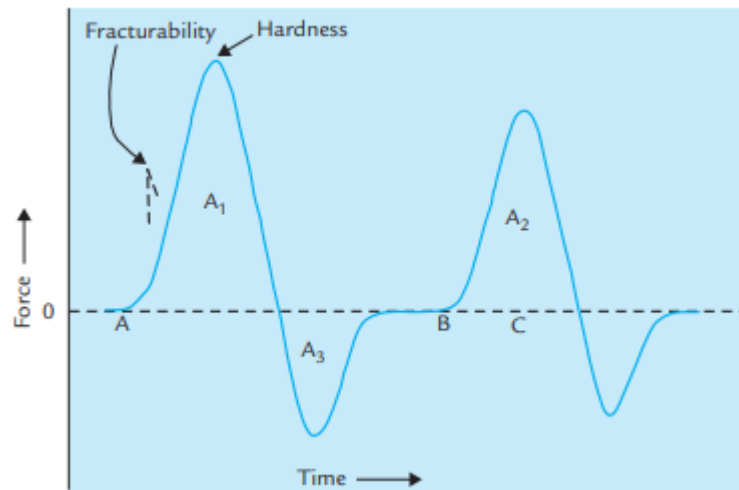
Figura 4. Esquema de diagrama de dos compresiones para prueba de análisis de perfil de textura. (a) movimiento descendente durante la primera y segunda mordida; (b) Movimiento ascendente durante la primera y segunda mordida.



(Bourne, 2002)

Se debe de posicionar una muestra del tamaño y forma estándar de un bocado de comida en la base de la placa, con el objetivo de poder comprimirlo y descomprimirlo dos veces por la placa móvil del sistema. Esto para poder imitar la acción de la masticación de los dientes al haber una alta compresión. Los autores, generalmente utilizan una compresión del 90% al realizar este tipo de pruebas. La siguiente Figura evidencia la típica curva obtenida para el TPA, generada con un texturómetro (Bourne, 2002).

Figura 5. Curva típica del texturómetro



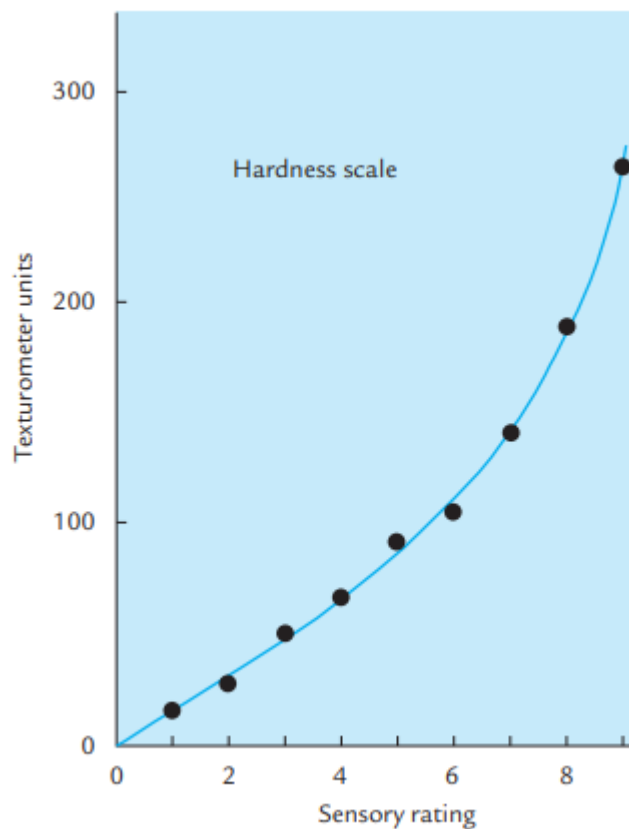
(Bourne, 2002)

Se puede observar que la altura del pico de fuerza en el primer ciclo de compresión o primera mordida se define como dureza. Además, de que A es el comienzo de la primera compresión y B es el comienzo de la segunda compresión. La fracturabilidad se define como la fuerza de ruptura significativa en la curva de la primera mordida, la cual se observa como línea discontinua. El radio de las áreas de fuerza positiva en la primera y segunda compresión (A_2/A_1), se define como la cohesión. El área de fuerza negativa de la primera mordida (A_3) representa el trabajo necesario para jalar el émbolo de compresión lejos de la muestra y es definido como la adhesión (Bourne, 2002).

Asimismo, la distancia que el alimento recupera a lo largo del tiempo transcurrido entre el final de la primera mordida y el inicio de la segunda mordida (BC) se define como elasticidad. Se derivaron otros dos parámetros por medio de cálculos de parámetros previamente medidos, como la gomosidad y masticabilidad. La gomosidad se definió como el producto de la cohesividad con la dureza y la masticabilidad como el producto de la gomosidad con la elasticidad (Bourne, 2002).

Los parámetros identificados por el grupo General Foods, brindaron excelentes correlaciones con calificaciones sensoriales. Esto se puede observar en la siguiente Figura, donde está la correlación para la escala de dureza, considerando que hay una alta correlación entre las medidas sensoriales y las del texturómetros para los otros parámetros de textura (Bourne, 2002)

Figura 6. Correlación entre evaluación sensorial y texturómetros para dureza de nueve alimentos seleccionados



(Bourne, 2002)

Cuadro 13. Análisis dimensional de los parámetros de TPA

| Parámetros mecánicos | Variable medida | Dimensiones de la variable medida |
|------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Dureza | Fuerza | mlt^{-2} |
| Cohesividad | Relación | Adimensional |
| Elasticidad | Distancia | l |
| Adhesividad | Trabajo | ml^2t^{-2} |
| Fracturabilidad (fragilidad) | Fuerza | mlt^{-2} |
| Masticabilidad | Trabajo | ml^2t^{-2} |
| Gomosidad | Fuerza | mlt^{-2} |

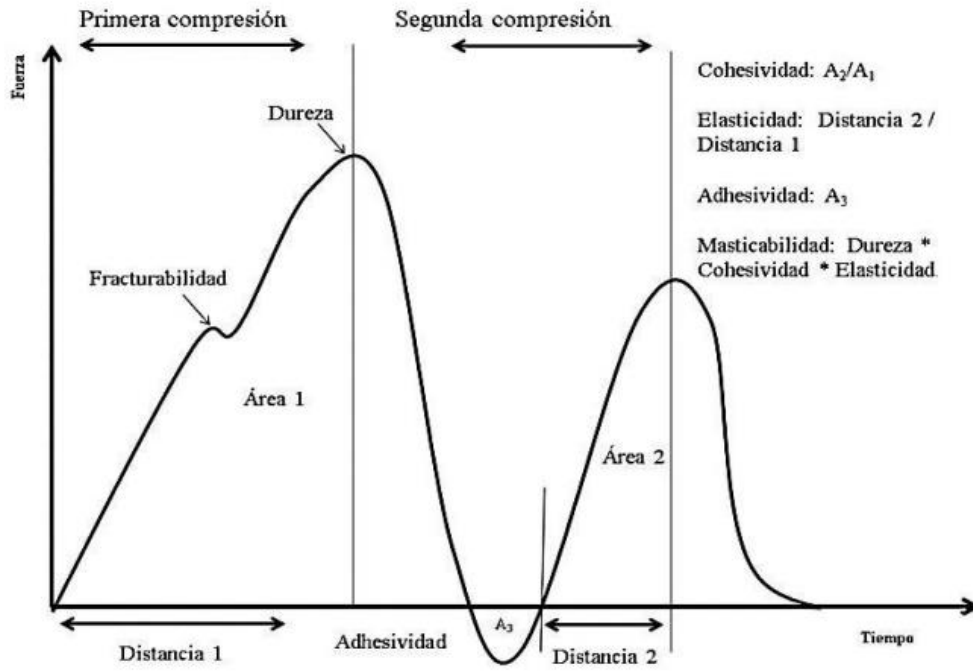
Adaptado de Bourne (2002) por Juárez (2022)

Cuadro 14. Parámetros del análisis de perfil de textura

| Parámetro | Definición | Determinación | Unidades |
|-----------------|--|--|---|
| Fracturabilidad | Fuerza necesaria para fracturar la muestra | Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra | Newton (N) |
| Dureza | Fuerza necesaria para lograr una deformación determinada | Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión | Newton (N) |
| Adhesividad | Trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la muestra y una superficie | Área negativa después del primer ciclo de compresión. Representa el trabajo necesario para separar la superficie del equipo y la muestra | Joule (J) |
| Cohesividad | “Fuerza” de los enlaces internos que mantiene la estructura de una muestra. Representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como este se comportó en un primer ciclo de deformación. Mide el trabajo realizado en la segunda compresión dividido entre el trabajo durante la primera compresión. | Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión (A_2) y el área positiva del primer ciclo (A_1). Excluyendo la porción de áreas durante la descompresión de la muestra | Relación A_2/A_1 |
| Elasticidad | Capacidad que tiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza a impactado en ella | El cociente L_2/L_1 | Adimensional. Longitud dividida por la otra longitud. |
| Gomosidad | Fuerza necesaria para desintegrar una muestra de alimento semisólido a un estado tal que facilite su ingesta | Producto de la dureza y la cohesividad | Newton (N) |
| Masticabilidad | Fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta | Producto de la dureza, cohesividad y elasticidad | Newton (N) |

(Torres, González y Acevedo, 2015)

Figura 7. Gráfica general de TPA



(Torres, González y Acevedo, 2015)

O. Correlación de datos sensoriales con mediciones fisicoquímicas de la textura en alimentos

La textura en un alimento involucra la percepción de atributos mecánicos, geométricos y superficiales, mediante receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos según la Organización Internacional de Normalización (ISO), por lo que se considera como una experiencia humana. Asimismo, relaciona como los seres humanos percibimos un alimento y como este tiende a comportarse al ser manipulado, masticado, ingerido y tragado, por lo que es una combinación de estímulos que trabajan en conjunto para brindar una experiencia completa. Por la importancia de la textura, surge la necesidad de conocer la posibilidad de cuantificar el conjunto de estímulos e interacciones mediante mediciones instrumentales, siendo este un tema controversial, debido a que los alimentos pueden someterse a distintas técnicas fisicoquímicas de medición, pero no es posible asegurar que los resultados tengan el mismo resultado o hasta relación directa con la percepción del ser humano (ISO, 2020; Rosenthal, 2001).

Desde 1940 se consideraba que las medidas sensoriales de textura en alimentos eran totalmente subjetivas, por lo que en muchos casos no se categorizaban como confiables. Los seres humanos tienen una alta variación en el día a día, por lo que se consideraba que los estudios de análisis sensorial no brindaban información totalmente verídica debido a sus inclinaciones personales e influenciada hasta por creencias propias. Mientras que, por el otro lado, existían las mediciones fisicoquímicas, las cuales podían brindar resultados reproducibles y por lo mismo se consideraban como técnicas confiables debido a que son sometidas a condiciones normalizadas y estandarizadas, brindando pequeñas variaciones inherentes o errores. Por lo que las mediciones fisicoquímicas eran consideradas como objetivas, mientras que las sensoriales se despreciaban por ser subjetivas (Rosenthal, 2001).

Debido a la sugerencia de Bourne (1975) al realizar las medidas reológicas (grupo de características físicas de los alimentos describiendo las propiedades percibidas en la boca a lo largo de la masticación), se identificó que esta práctica es insuficiente para la descripción de la textura en general de un alimento, ya que se generan simples deformaciones brindando roturas en las muestras, lo cual no es la descripción completa de la textura. Un alimento al ser consumido por un individuo es masticado con varias repeticiones y no solamente con la rotura inicial, además de que al masticar hay distintos estímulos que brindan información de la sensación global de la textura de un alimento. No se considera como importante solo la mordida inicial, si no por el contrario, se consideran indispensables los demás, para generar un parámetro de textura, percibiendo la viscosidad, consistencia y adhesividad al ser la muestra mezclada con la saliva de la boca. Asimismo, una percepción total involucra desde la apariencia, hasta el ruido y las propiedades mecánicas que se perciben al manipularlo, masticarlo y comerlo, por lo que solo la reología no genera la suficiente información para explicar la textura que experimenta el ser humano (Bourne, 1975; Rosenthal, 2001).

Luego de la Segunda Guerra Mundial, la actitud referente a la poca objetividad que representaba el análisis sensorial cambio debido a que Estados Unidos realizó distintos desarrollos de porciones nutritivas para sus tropas, evidenciando que estas no eran

aceptadas por los mismos, conllevando a que el Cuerpo de Intendencia desarrollara programas para investigar sobre la aceptación de un alimento y lo que involucra la elección de este. Por lo que surgen ensayos sensoriales y técnicas estadísticas multivariantes que convierten la percepción de las medidas sensoriales en datos significativos, debido al papel importante de la textura en nuestra elección y percepción de un alimento (Rosenthal, 2001).

Después de todo, la textura tiende a expresarse por medio de sonidos o sensaciones, los cuales nos predicen la calidad de este o como el alimento puede irse comportando en su procesamiento y almacenamiento. Hay personas que tienden a determinar la textura mediante métodos de medida totalmente empíricos, siendo estos establecidos como parámetros de calidad para la fijación de precios en el mercado. Con respecto a esto, se debe de considerar que un equipo, no tiene la capacidad de brindar datos tan reales y adaptables a la vida cotidiana, como personas que están inmersas en el mundo de la textura relacionando sus mediciones con la calidad. Sin embargo, si debemos considerar que un equipo puede ayudarnos en muchas ocasiones a determinar parámetros en específico, pero nunca será comparable con la experiencia que tiene el ser humano al interactuar con un alimento, por lo que se debe de tener presente que las mediciones instrumentales no se pueden correlacionar de forma directa con la percepción humana (Rosenthal, 2001).

La textura como ya se había mencionado, se compone de percepciones de estímulos visuales y auditivos, donde se involucran los de movimiento y del tacto. Los estímulos visuales y auditivos son producidos por órganos sensoriales que se encuentran especialmente en ojos y oídos, sin embargo, los estímulos de texturizados se pueden generar en todo el cuerpo clasificándolos como somatestesia (sensibles al tacto) y quinestesia (sensible al movimiento). Asimismo, hay distintos organelos de la piel como corpúsculos de Pacinian, terminaciones de Rufini, terminaciones libres, y organelos del sentido del tacto como la lengua, membrana periodontal, encías, las cuales se asocian con atributos en específico debido a lo que se percibe. Por lo que, al comparar la sensibilidad del cuerpo humano con los instrumentos fisicoquímicos, los segundos tienden a convertir las medidas físicas en salidas tanto visuales como eléctricas al alimentar un equipo. En los equipos comúnmente se involucran indicadores de tensión y celdas de carga que miden fuerza y posición de sensores de movimiento (Rosenthal, 2001).

Los equipos de mediciones fisicoquímicas tienden a presentar comportamiento lineal al estar sometidos a calibraciones, debido a que estos tienden a representar características sensoriales definidas, en valores de unidades absolutas. Mientras que, por el otro lado, la percepción del ser humano se ve influenciada por temas psicofísicos que pueden variar y no ser lineales. El cuerpo tiende a adaptarse a fuerzas que ejerce, teniendo una mayor recepción a diferencias a cambios parciales, sin poder traducirlo a una medida absoluta (Rosenthal, 2001).

Por eso, surge la necesidad del desarrollo de métodos sensoriales donde se utilice un vocabulario estandarizado en un grupo de personas que puedan describir de forma

cuantitativa las características sensoriales de distintos alimentos, el cual es conocido como panel entrenado. Este método sensorial es una herramienta valiosa, debido a que dé en un grupo de aproximadamente 10 personas se pueden medir de forma confiable los atributos de textura, considerando que se debe de realizar una buena selección de personas, luego una capacitación semanal para su comprensión de los términos y luego un mantenimiento mensual del mismo para mantener los conceptos y que no haya variación de los atributos entre los panelistas. El entrenamiento debe de ser lo más objetivo posible, debido al uso de terminología estándar, muestras de referencias estandarizadas y procedimiento de evaluación estándar, para eliminar todo juicio subjetivo que se pueda tener debido a los panelistas. Sin embargo, al trabajar con la textura se pueden combinar los métodos sensoriales y fisicoquímicos, tratando de correlacionarlas con el comportamiento que se tiene del producto en la boca (Rosenthal, 2001; Civille, Szcześniak, 1973).

P. Norma ISO 11036:2020 *Sensory Analysis – Methodology – Texture Profile*

La Organización Internacional de Normalización (ISO), es una federación mundial de organismos nacionales de normalización. El trabajo de preparación de las Normas Internacionales se lleva a cabo a través de comités técnicos de ISO. Cada miembro que está interesado en un tema para el que se ha establecido un comité técnico, tiene derecho a estar representando este evento. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales en coordinación con ISO también participan en el trabajo (ISO, 2020).

La norma ISO 11036:2020 *Sensory analysis — Methodology — Texture profile*, detalla los métodos de perfilado sensorial. Son procedimientos formales que se utilizan para evaluar de manera reproducible los atributos separados de una muestra, para luego calificar sus intensidades en una escala adecuada. Los métodos que se pueden utilizar para evaluar características de olor, sabor, apariencia y textura, pueden realizarse en conjunto o por separado (ISO, 2020).

Esta norma describe métodos enfocados en el análisis de perfil de textura sensorial, en donde se describen los distintos pasos para establecer un proceso que involucra una descripción completa de atributos de textura en un producto. Este método es aplicable a los siguientes casos (ISO, 2020):

- Selección y formación de evaluadores.
- Orientación de los evaluadores a través del desarrollo de definiciones y técnicas de evaluación para características texturales.
- Caracterización de atributos de textura de un producto con el objetivo de establecer el perfil estándar y su deserción de cambios posteriores.
- Mejoramiento de productos antiguos y desarrollo de nuevas ideas.
- Estudio de factores que pueden afectar los atributos de textura en un producto (cambios en procesamiento, temperatura, ingredientes, empaque, vida útil y condiciones de almacenamiento).

- Comparación de productos similares para determinar naturaleza e intensidad de las distintas texturas.
 - Correlaciones de mediciones sensoriales, instrumentales y físicas.
- (ISO, 2020)

La normativa ISO 11036:2020, menciona e involucra los siguientes documentos a lo largo de su desarrollo, de tal manera que parte o la totalidad del contenido de esta, tiene similitud con estos (ISO, 2020):

- ISO 5492, Sensory analysis — Vocabulary
 - ISO 8586, Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors
 - ISO 8589, Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms
- (ISO, 2020)

Asimismo, se especifica que los utensilios, recipientes o demás materiales necesarios se seleccionan por el analista sensorial o el líder del panel. Esto se debe a que, según la naturaleza del producto, se puede variar el número de muestras, su presentación entre otras, tomando en cuenta que esto no afecta ninguno de los resultados de los análisis. Además, en caso sea necesario el uso de aparatos normalizados y estandarizados, se puede utilizarlos, considerando mantener buenas prácticas en todo el proceso (ISO, 2020).

1. Componentes de un perfilado de textura

El concepto del perfilado de textura incluye los siguientes elementos según el tipo de producto que se esté entrenando (ISO, 2020):

- Atributos texturales perceptibles (mecánicos, geométricos y otros).
- Intensidad o grado en que se percibe el atributo.
- Orden de aparición de los atributos que se resume en los siguientes pasos:
 - Antes del tacto (visual).
 - Primero contacto (al ser tocado con las manos u otra parte del cuerpo).
 - Primera aplicación en encuentro con el producto (mediante los labios o la lengua, o distintas partes del cuerpo en caso de alimentos).
 - Manipulación (masticar, comer, tocar).
 - Residual (cambios a lo largo de la masticación y el tiempo en que este es desintegrado).
 - Seguimiento, si corresponde (deglución).

(ISO, 2020)

2. Clasificación de atributos de textura

La textura se compone de distintas propiedades, ya que la evaluación sensorial de esta es un proceso dinámico. Los atributos texturales se pueden agrupar en tres clases principales según el grado en que cada uno de ellos esté presente y según el orden en el que aparecen. Los atributos de textura se manifiestan por la reacción de un producto alimentario a una restricción o manipulación del producto. Se dividen de la siguiente manera (ISO, 2020):

- Cinestesia: Involucra las sensaciones de posición, movimiento y tensión de partes del cuerpo que se perciben a través de los músculos, tendones y articulaciones.
- Somestésica: Involucra las sensaciones de presión (tacto) y dolor percibidas por los receptores. Se localiza en la piel, labios, incluyendo mucosa bucal, lengua y membrana periodontal.

(ISO, 2020)

a. Atributos mecánicos

Para la obtención del máximo beneficio del uso de escalas en un programa sensorial, cada atributo debe de ser definido desde el inicio. La técnica sensorial siempre debe acompañarse de una definición del atributo textura que se esté analizando. En la siguiente tabla se definen los atributos mecánicos de textura (ISO, 2020):

Cuadro 15. Definiciones y métodos de evaluación de atributos mecánicos de textura

| Atributo | Definición sensorial | Técnica de entrenamiento | Sinónimos comunes | Antónimos comunes |
|------------|---|--|-------------------|--------------------------|
| Dureza | <p>Atributo mecánico de textura que relaciona la fuerza necesaria para lograr una deformación o penetración en un producto</p> <p>Se percibe en la boca al comprimir un producto entre los dientes (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos)</p> | <p>Colocar la muestra entre los molares o entre la lengua y el paladar, masticar de forma uniforme, evaluando la fuerza necesaria para comprimir los alimentos.</p> | Firme, duro | Blando |
| Viscosidad | <p>Atributo mecánico de textura que relaciona la resistencia al flujo.</p> <p>Corresponde a la fuerza necesaria para extraer un líquido de la cuchara sobre la lengua o extenderlo de un sustrato.</p> | <p>Colocar la muestra en una cuchara y dirigirla frente de la boca, extraer el líquido de la cuchara sobre la lengua por sorbos. Evaluar la fuerza necesaria para extraer el líquido de la cuchara a un ritmo constante.</p> <p>El grado de resistencia de un líquido a fluir cuando se administra a una superficie o sustrato evaluada de forma visual o cinestésica.</p> | Viscoso | Fluido, delgado, líquido |

Continuación Cuadro 15.

| Atributo | Definición sensorial | Técnica de entrenamiento | Sinónimos comunes | Antónimos comunes |
|-----------------|--|---|------------------------------|-------------------|
| Adhesividad | Atributo mecánico de superficie de textura que relaciona la fuerza requerida para remover el material que se adhiere a la boca o sustrato (piel). | <p>Colocar la muestra en la lengua, apretarla contra el paladar y evaluar la fuerza requerida para quitarlo con la lengua.</p> <p>Evaluar el grado en que los dedos se pegan entre sí o a la muestra después de entrar en contacto con la misma.</p> | Pegajoso, viscoso, gomoso | |
| Elasticidad | Atributo mecánico de textura relacionado con rapidez de recuperación de fuerza de deformación y el grado en que un material deformado vuelve a su condición no deformada después de que es eliminada la fuerza deformante. | <p>Colocar la muestra entre la lengua y el paladar (semisólidos) o en molares (sólidos) y comprimir parcialmente. Retirar la fuerza y evaluar el grado y rapidez de recuperación.</p> <p>Colocar la muestra entre la mano y una superficie plana u otra parte del cuerpo (entre dos dedos) y comprimir parcialmente. Retirar la fuerza y evaluar el grado y rapidez de recuperación.</p> | Plástico, maleable, elástico | |
| Fracturabilidad | Atributo mecánico de textura relacionado con la cohesión y la fuerza necesaria para romper un producto en migas o pedazos. | <p>Colocar la muestra entre los molares y morder uniformemente hasta que la muestra se desmorone, agriete o se rompa, evaluando la fuerza con la que se aleja la comida de los dientes.</p> <p>Colocar la muestra entre ambas manos, frotar una mano contra la otra presionando uniformemente hasta que la muestra se desmorone, agriete o rompa, evaluando la fuerza con que se mueve la muestra lejos de las manos.</p> | Frágil | |

(ISO, 2020)

Continuación Cuadro 15.

| Atributo | Definición sensorial | Técnica de entrenamiento | Sinónimos comunes | Antónimos comunes |
|---------------------|---|---|-------------------|-------------------|
| Cohesividad de masa | Atributo mecánico de textura, relacionado con el grado en que la masa se mantiene unida al masticar o durante la manipulación manual. | Masticar la muestra con los molares hasta que haya un cambio de fase. Amasar o exprimir la muestra manualmente hasta que cambie de fase. | Elástico y gomoso | |
| Arrastre | La cantidad de presión requerida para la aplicación de un producto sobre un sustrato como piel o uñas. | Colocar la muestra en el sustrato y evaluar cómo se mueve la muestra sobre el sustrato, en una velocidad y forma predeterminadas. | | |
| Untabilidad | La facilidad con la que el producto puede ser manipulado en la superficie de un sustrato, como antebrazo o uñas. | Colocar la muestra en el sustrato y evaluar la fuerza necesaria para reposicionar la muestra. | | |

(ISO, 2020)

b. Atributos geométricos

En cuanto a los atributos geométricos, estos se perciben por receptores táctiles ubicados en la piel. En el caso de alimentos o productos alimenticios, estos receptores se localizan principalmente en la lengua, boca y garganta. Por otro lado, en el caso de productos no alimentarios, se encuentran en la piel. Sin embargo, los atributos geométricos en general pueden percibirse a través de la apariencia de los productos (ISO, 2020).

La granularidad se considera como un atributo textural geométrico que se relaciona con la percepción de tamaño y la forma de las partículas de un producto. Atributos que se relacionan con el tamaño y la forma de las partículas pueden demostrarse mediante productos de referencia de la misma manera que los atributos mecánicos. Un ejemplo para términos como suave, calcáreo, granular, arenoso y grueso, se puede utilizar una escala con un tamaño de partícula creciente (ISO, 2020).

La conformación se considera como un atributo de textura geométrica que se relaciona con la percepción de la forma y orientación de las partículas de un producto. Estos atributos relacionados con la orientación de las partículas representan estructuras

altamente organizadas. Los atributos geométricos no son adecuados para una escala clara y la evaluación es cualitativa y cuantitativa en cuanto al tipo y cantidad de partículas presentes en la superficie del producto (ISO, 2020).

Diferentes términos corresponden a un cierto número de conformaciones, las cuales se presentan con ejemplos a continuación (ISO, 2020):

- Fibroso: se refiere a partículas largas orientadas en la misma dirección. Por ejemplo, palitos de apio, hilos, entre otros.
- Celular: se refiere a una estructura altamente organizada compuesta de partículas ovoides esféricas o compuesta de paredes celulares llenas de un gas. Por ejemplo, espuma de clara de huevo, células de las semillas de la piel, entre otros.
- Cristalino: se refiere a partículas angulares. Por ejemplo, azúcar granulada, entre otros
- Hinchado: se refiere a las cubiertas exteriores duras o firmes llenas de bolsas de aire grandes que tienden a ser irregulares. Por ejemplo, bollos de crema o arroz inflado, entre otros.
- Aireado: se refiere a células uniformes, relativamente pequeñas, llenas de aire y rodeadas en la mayoría de los casos, por paredes celulares blandas. Por ejemplo, merengues, malvaviscos, espuma de poliuretano, entre otros.

(ISO, 2020)

Se presentan ejemplos de los distintos atributos geométricos y se describe la cantidad de cada característica presente. En caso se requiera una mayor discriminación, se puede establecer una escala específica para cada atributo o característica. (ISO, 2020).

c. Otros atributos: Humedad y contenido de grasa

Los atributos de humedad y contenido de grasa se refieren a las cualidades que se perciben como sensaciones en la boca de un producto, por medio de los receptores táctiles en la cavidad bucal o en la piel (propiedades lubricantes). Cabe destacar que el atributo dinámico de fusión en presencia de calor al estar en contacto con la piel o la boca, donde la idea de tiempo/intensidad se relaciona con el tiempo necesario para que se dé un cambio de estado. La superficie de alimentos con distintas texturas, como por ejemplo un trozo de mantequilla fría o un cubo de hielo, al ponerlo en la boca y dejarlo derretirse sin masticar, la disolución de pulpa de frutas, derretimiento de manteca o crema corporal al estar en contacto con la piel, entre otras (ISO, 2020).

La humedad se considera como un atributo textural de la superficie, el cual describe la percepción del agua absorbida o liberada de un producto. Los términos populares utilizados para describir el contenido de humedad de un producto reflejan la cantidad de humedad total percibida, como también la velocidad y la forma en que esta es liberada o absorbida. Los términos más utilizados para describir este atributo se presentan a continuación, acompañados de productos que describen al mismo (ISO, 2020):

- Seco: galletas, talcos para bebés, proteína de suero de leche en polvo.

- Húmedo: manzana, loción.
- Jugosos: naranja, toronja.

(ISO, 2020)

Por otro lado, el contenido de grasa es un atributo textural de la superficie que se relaciona con la percepción de la cantidad o calidad de grasa en un producto. En este atributo se considera la cantidad de grasa total y el punto de fusión de esta, ya que se relacionan con los atributos de recubrimiento de la boca o los geométricos. Se han establecido parámetros secundarios como grasoso y aceitoso para describir este tipo de atributo, los cuales se presentan a continuación (ISO, 2020):

- Aceitoso: reflejo de la percepción de grasa líquida o algo lleno de grasas, como un ejemplo es una ensalada con aderezo francés o loción a base de aceite para la piel.
- Grasiento: reflejo de la percepción de un alimento exudando la grasa, como por ejemplo tocino o papas fritas.
- Grasoso: refleja una percepción de un alto contenido de grasa en un producto, sin demostrar una exudación, como un ejemplo la manteca de cerdo, manteca o crema corporal o sebo.

(ISO, 2020)

3. Desarrollo de terminología

Se establecen términos para describir la textura de cualquier producto. Normalmente esto se hace mediante la evaluación de distintas muestras que representen la gama completa de variaciones de textura, para el tipo de producto con particular interés por medio de un panel. Es de gran utilidad brindar a los evaluadores una amplia gama de definiciones claras y concisas al inicio de las sesiones, con el objetivo de garantizar que utilicen los atributos tanto como sea posible. Luego, los evaluadores deben de listar o enumerar todos los términos aplicables a una o todas las muestras, para que se puedan discutir en conjunto con la dirección del líder del panel. De la discusión deben de crear una lista con distintos términos y definiciones que todos consideran aceptables. Se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos para el desarrollo (ISO, 2020):

- Los términos deben de incluir todas las características relevantes para el producto.
- En caso algún término tenga un mismo significado que otro, deben de combinarse o eliminarse de la lista.
- Todos los miembros del panel deben de estar de acuerdo con el uso de cada uno de los términos y con la definición.

(ISO, 2020)

4. Productos de referencia

Con base en la clasificación de los atributos de textura, se han desarrollado escalas de calificación estándar para proporcionar un método cuantitativo definido para la evaluación de atributos mecánicos de textura. Las escalas que se utilizan son ilustrativas del concepto básico, con el objetivo de utilizar referencias familiares para la cuantificación de la intensidad de cada atributo sensorial. Las escalas tienden a reflejar

el rango de intensidades de los atributos mecánicos que normalmente se encuentran en alimentos y productos que quieren ser perfilados (ISO, 2020).

Se pueden realizar modificaciones o seleccionar productos de referencia que estén en la disponibilidad local, en los hábitos de los consumidores o sean familiares para los mismos. Estas escalas se proporcionan de forma adecuada para el entrenamiento, sin embargo, no es posible utilizarlas para la evaluación de todos los perfiles de productos sin realizar algún tipo de modificación o adaptación (ISO, 2020).

Por ejemplo, al evaluar productos blancos, como distintos tipos de queso crema o lociones corporales, el extremo inferior de la escala de dureza debería expandirse y otras opciones deben de descartarse. Por lo que cualquier porción de las escalas se puede modificar expandiendo o reduciendo para permitir que la clasificación sea más precisa a productos similares. Las escalas descritas ofrecen una base para la evaluación cuantitativa de la textura y los valores resultantes para dar un perfil de textura de un alimento (ISO, 2020).

La razón para establecer escalas de productos de referencia es demostrar la factibilidad de construir escalas de intensidad para atributos texturales sensoriales y que es posible la selección de alimentos y productos conocidos como ejemplos de intensidades específicas para cada atributo. Es un método utilizado para poder entrenar a los evaluadores a utilizar la misma escala, evaluando en mismo concepto sensorial mediante una terminología unificada (ISO, 2020).

Los productos de referencia se normalizan en cuanto a tamaño, forma y temperatura de presencia. Los atributos de textura de muchos alimentos y productos pueden depender de la humedad del ambiente en que se almacenen, por lo que es necesario controlar la humedad de la atmósfera donde se prueben dichos alimentos, mediante el acondicionamiento de las muestras previo a su prueba. Los recipientes o implementos que se utilicen para las evaluaciones deben de estar también normalizados (ISO, 2020).

5. Técnica de evaluación

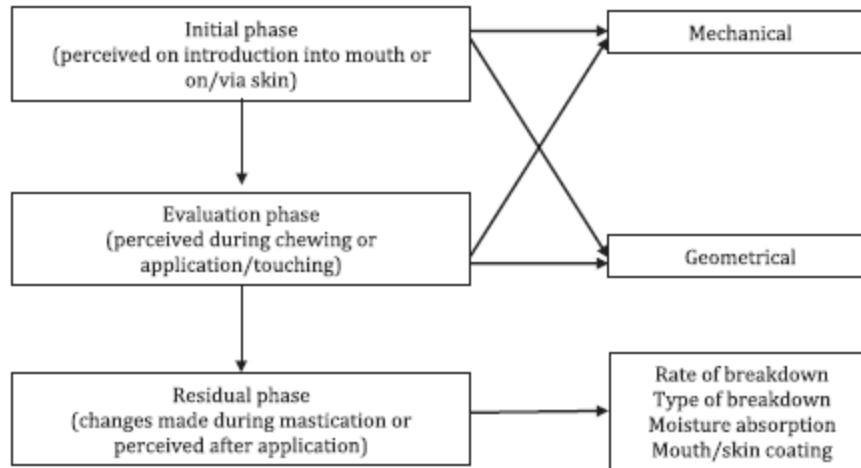
Al establecer una técnica estándar para la evaluación, se debe de considerar la forma en que normalmente se consume o utiliza el producto. En el caso de un producto no alimentario, se debe incluir la preparación, manipulación y evaluación de forma controlada. Por el otro lado, al ser un producto alimentario, se debe de incluir lo siguiente (ISO, 2020):

- Forma en que se introduce el alimento a la boca, ya que se puede morder con los dientes traseros o delanteros, se puede poner en los labios con una cuchara o colocar el alimento entero en la boca, entre otras.
- Forma en que se descompone el alimento, lo que involucra si se mastica solo con los dientes, se manipula entre la lengua y paladar, los dientes lo descomponen parcialmente y luego la lengua lo manipula para terminar la operación, entre otras.
- Estado del alimento antes de tragarlo, ya que el alimento se puede tragar líquido, semisólido o como partículas suspendidas en la saliva.

- La técnica por utilizar debe de reproducir fielmente las condiciones de consumo más comunes a las que se somete el alimento.

(ISO, 2020)

Figura 8. Ejemplo del procedimiento de evaluación de textura, modificado en base a la norma ISO 6658



(ISO, 2020)

Q. ANOVA: Análisis de varianza

La ANOVA, análisis de varianza o análisis factorial, es una herramienta básica para estudiar los efectos de uno o más factores, con dos o más niveles, de la media de una variable continua. Fue desarrollado por Fisher en 1930 y es una prueba estadística utilizada para la comparación de medias con dos o más grupos, además de poder realizar el estudio de efectos posibles de factores en la varianza de una variable (Amat, 2016).

Las hipótesis de la ANOVA se distribuyen de la siguiente forma debido a la comparación de múltiples medias mediante el estudio de varianzas (Amat, 2016):

- Hipótesis Nula (H_0): la media de la variable en estudio es igual a la de los distintos grupos.
- Hipótesis Alternativa (H_a): la media de al menos dos medias difiere de forma significativa a los distintos grupos.

(Amat, 2016).

La metodología básica de la ANOVA es mediante el cálculo de la media de cada grupo, con el objetivo de comparar la varianza de las medias calculadas con la varianza promedio de los grupos. Considerando que la H_0 estipula que los grupos proceden de la misma población, lo cual conlleva a tener la misma varianza y media. Al alejarse las medias de los grupos entre sí, la varianza de las medias tiende a incrementar, por lo que no va a ser igual a la varianza promedio en los grupos (Amat, 2016).

1. ANOVA de una vía para datos independientes

ANOVA de una vía, con un factor o un modelo factorial con un único factor, es el análisis que se utiliza al tener datos no pareados. Debido a esto, se busca evidenciar si hay diferencias significativas en las medias de una única variable aleatoria que es continua en sus distintos niveles de otro factor o variable cualitativa (Amat, 2016).

Las hipótesis utilizadas para una ANOVA con un factor/vía son las siguientes (Amat, 2016):

- Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencia en las medias de los distintos grupos ($\mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k = \mu$)
- Hipótesis alternativa (H_a): Por lo menos dos o más medias son significativamente diferentes entre sí.

(Amat, 2016)

2. Métodos de comparación múltiple de medias

La ANOVA puede resultar significativa, lo cual conlleva a que por lo menos dos medias de las que fueron comparadas son distintas significativamente entre sí, pero este análisis no puede brindar cuales son. Debido a esto, para identificarlas y comparar cada una de las medias del grupo, se debe de realizar un análisis que compare dos o más grupos, por lo que se debe de realizar un análisis Post-hoc o también conocido como comparación múltiple de medias (Amat, 2016).

Las comparaciones múltiples de medias permiten examinar qué medias tienden a ser diferentes y estimar por cuánto pueden ser diferentes. La diferencia estadística entre las medias se puede evaluar mediante el uso de herramientas estadísticas con conjuntos de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis o cambios. Este tipo de pruebas de comparación por pares se denominan múltiples técnicas de comparación, resaltando que la técnica más utilizada fue desarrollada por Tukey, por lo que la prueba se nombra prueba de Tukey de diferencia honestamente significativa o “Tukey’s Honestly/Honest significant difference test (HSD)”, mientras que, por otro lado, le sigue la prueba Least Significant Difference (LSD) de Fisher (Nanda et al., 2021).

a. Tukey's Honestly significant difference test (HSD)

La HSD es una herramienta estadística utilizada para determinar si la relación entre dos conjuntos de datos es estadísticamente significativa. Es decir, si hay una fuerte probabilidad de que un cambio numérico observado en un valor sea causalmente relacionado con un cambio observado en otro valor. En otras palabras, la prueba de Tukey es una forma de probar una hipótesis, por lo que invoca si la interacción entre tres o más variables es estadísticamente significativa entre sí, la cual desafortunadamente no es una simple suma o producto de los niveles individuales de significancia (Nanda et al., 2021).

El método de Tukey se usa en ANOVA, con el objetivo de generar intervalos de confianza para todas las diferencias por pares entre el nivel del factor, mientras se controla la tasa de error familiar a un nivel específico. Asimismo, el objetivo principal de la HSD es que funcione según el principio de cálculo de la diferencia honestamente

significativa entre dos medias utilizando un proceso estadístico. El proceso brinda la información exacta e identifica la principal diferencia entre un conjunto de grupos de la población en consideración y puede aplicarse independientemente del resultado de la prueba general para diferencias entre las muestras (Nanda et al., 2021; Meilgaard, Vance, y Carr, 2007).

b. Least Significant Difference (LSD)

La Prueba LSD de Fisher o también conocida como prueba de diferencia mínima, se utiliza cuando la ANOVA tiene diferencia entre las medias y evidenciar donde están las diferencias comparando cada media poblacional. Esta prueba calcula la diferencia significativa más pequeña entre las medias crear intervalos de confianza para los distintos tratamientos en los diferentes niveles de factores, como si estas fueran las únicas que pueden compararse y determinar la significancia de cualquier tratamiento. Además, esta prueba utiliza la tasa de error individual y distintas comparaciones para determinar el nivel de confianza en simultaneo para los distintos intervalos de confianza, por lo que es una prueba con mayor poder en comparación de otros métodos Post-Hoc como HSD, debido a que su nivel de alfa para cada comparación no se corrige en comparaciones múltiples, lo cual conlleva a que se pueda tener mayor prevalencia de cometer el error tipo I (encontrar diferencia cuando no existe) (Williams, Abdi, 2010).

VI. Metodología

La textura es un parámetro de elevada importancia tanto como para describir un alimento, como para establecer la aceptabilidad de un producto alimentario, ya que siendo una propiedad física resalta sus cualidades más importantes y, por lo tanto, aumenta la aceptabilidad de un producto, relacionada a sus propiedades organolépticas y sensoriales. Se considera que la textura en alimentos puede no ser lo más predominante, pero si va a contribuir a que el alimento tenga una calidad elevada, debido a que es un impulsor sobre las preferencias que pueda tener el consumidor (Esquivel, 2017). Debido a esto, es importante resaltar este atributo de calidad y aceptabilidad mediante el entrenamiento de un panel para la evaluación de cuatro atributos utilizando la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, proponiendo referencias de alimentos con disponibilidad y accesibilidad en la ciudad de Guatemala.

La metodología se divide en las siguientes etapas:

A. Selección de atributos:

Durante esta etapa se seleccionaron los cuatro atributos de textura más importantes asociadas a los grupos de alimentos con mayor frecuencia de consumo reportados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) y que ha sido analizado por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (PRESANCA) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA), debido al tiempo limitado que se tenía para el desarrollo del estudio.

Como primer punto, se utilizó como base la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile, donde se detalla el método específico para poder desarrollar el perfil de textura de productos alimentarios (sólidos, semisólidos y líquidos). Este describe los pasos del proceso para poder establecer las diferentes etapas para elaborar la descripción completa de los atributos de textura de un producto. La norma ISO involucra ocho atributos mecánicos, los cuales son: dureza, viscosidad, elasticidad, viscosidad, fracturabilidad, cohesión de masa, arrastre y untabilidad. Asimismo, menciona sobre los atributos geométricos, los cuales son granulosidad y conformación de las partículas, y atributos superficiales como lo son la humedad y el contenido de grasa (ISO, 2020).

De los atributos mecánicos mencionados se seleccionaron cuatro, debido al limitado tiempo para la realización del estudio. Se estima según Hough, Contarini y Muñoz (1994), que es necesario de tres a cinco sesiones de un mínimo de una hora de duración para el entrenamiento de un atributo y desarrollo de una escala. Aunado a esto, según Cville y Szcześniak (1973), se estima que un entrenamiento para distintos tipos de alimentos con entrenamiento en los atributos mecánicos y geométricos toma como mínimo dos semanas de sesiones diarias de orientación, con una duración de dos a tres horas cada una, luego se debe de seguir el entrenamiento a lo largo de seis meses de sesiones de una hora de práctica con un mínimo de cuatro a cinco días en la semana.

Con lo mencionado anteriormente, fue posible realizar el entrenamiento de cada atributo de los cuatro escogidos, en un lapso de cuatro semanas, con sesiones semanales de una hora aproximadamente de duración en las instalaciones de análisis sensorial de alimentos y áreas de focus group en el Centro de Investigación y Tecnología (CIT) de la Universidad del Valle de Guatemala.

Por otro lado, la elección de los alimentos con mayor frecuencia de consumo reportados por el ENCOVI y analizados por PRESANCA y SICA, son parte de las cinco categorías con mayor gasto mensual y consumo dentro del hogar en la ciudad de Guatemala. Estas cinco categorías fueron ordenadas según su porcentaje de consumo, siendo estas: carnes (14.4%), panadería (9.8%), leche y productos lácteos (9.5%), productos de maíz (7.6%) y frutas y vegetales (6.6%). Al sumar los porcentajes de cada uno de los grupos es el 47.9%, lo cual es aproximadamente la mitad de los alimentos con mayor consumo en la dieta del guatemalteco. Dichas categorías se subdividen en distintos alimentos que se presentan a continuación (Bermúdez, Palma, 2008):

Cuadro 16. Categorías con sus respectivos alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala.

| Grupo de alimentos | Gasto y consumo (%) | Alimentos listos para su consumo |
|---------------------------|----------------------------|---|
| Carnes | 14.4 | Chicharrones Embutidos |
| Panadería | 9.8 | Pan francés Pan dulce Galletas Pan de rodaja Pasteles |
| Leche y productos lácteos | 9.5 | Yogures Queso fresco/duro Leche evaporada/condensada |
| Productos de maíz | 7.6 | Tortillas Tamales de maíz Tostadas Atol de maíz |

(Bermúdez, Palma, 2008)

Continuación Cuadro 16.

| Grupo de alimentos | Gasto y consumo (%) | Alimentos listos para su consumo |
|--------------------|---------------------|--|
| Frutas y vegetales | 6.6 | Apio Tomate Cebolla Chiles Repollo Zanahoria Güisquil Lechuga Pepino Remolacha Ajo Salsa y pasta de tomate Arveja Aguacate Ayote/chilacayote Anacate y otros hongos |

(Bermúdez, Palma, 2008)

Al nombrar las categorías que conforman aproximadamente el 50% del consumo diario de un guatemalteco y los grupos de alimentos que se encuentran dentro de ellas, fue posible realizar una investigación bibliográfica de cada categoría. Esto con el objetivo de investigar sobre cada alimento y respaldar con estudios previos que han realizado análisis de atributos de textura, evidenciando los atributos con mayor estudio en cada uno de ellos. Con dicha información se realizó un análisis estadístico de frecuencia absoluta de un determinado valor de la variable (ni), nombrando cada atributo mecánico de la siguiente manera: 1 “dureza”, 2 “viscosidad”, 3 “elasticidad”, 4 “adhesividad”, 5 “fracturabilidad”, 6 “cohesión de masa”, 7 “arrastre” y 8 “untabilidad”. Esto con el objetivo de poder cuantificar de manera más fácil la cantidad de números referentes a cada atributo y cuantificar las repeticiones de cada atributo en las categorías de alimentos según bibliografía (Hernández, 2012).

B. Selección de panelistas:

Para la selección de participantes del entrenamiento de textura se les diseñó una prueba preliminar de selección utilizando la plataforma Google Forms, la cual fue publicada en un póster informativo para participar en el panel entrenado. La prueba involucra principalmente la toma de datos personales, disponibilidad de horarios y compromiso de asistencia regular en su participación en el entrenamiento.

Esta prueba tiene como objetivo principal el poder identificar los horarios con mayor aforo, además de conocer que alimentos pueden generar disgustos o sensibilidad/alergia en las personas que desean seguir en el proceso de selección al panel entrenado. Además, esta herramienta permite conocer si los participantes cumplen con requisitos básicos para el entrenamiento, como, por ejemplo, si quieren realizarse algún procedimiento dental o poseen Brackets, lo cual pueda interferir con las sesiones con alguno de los atributos a trabajar. Por otro lado, también ayuda a que conozcan sobre el compromiso que esto involucra con el grupo, la universidad y con su aprendizaje, asistiendo y participando de forma semanal en el mismo (Flores, 2015).

A continuación, se presentan los parámetros principales esperados para poder formar parte del entrenamiento de los cuatro atributos de textura según requerimientos esenciales para el buen funcionamiento de este:

Cuadro 17. Prueba preliminar de selección de panelistas para su participación en panel entrenado de cuatro atributos de textura y sus parámetros

| Parámetro | Resultado |
|--|--|
| Disponibilidad | Compromiso de asistencia de un mínimo dos años a partir de noviembre 2022 a sesiones regulares |
| Alergia a alimentos o componentes químicos | Ninguna |
| Afección dental o planes de sometimiento a procedimiento dental en los siguientes 12 meses | Ninguno |
| Brackets o retenedores dentales | Ausencia |
| Disgusto por alimentos que se utilicen en las escalas de los 4 atributos | Ausencia |

Durante la prueba preliminar se esperaba que los panelistas tuvieran la disponibilidad de participar en el entrenamiento del panel y en el mantenimiento posterior de este a partir de noviembre 2022, debido a que el compromiso de los participantes es indispensable para las actividades en las que se puede involucrar a los panelistas entrenados. Aunado a esto, los participantes no debían de presentar ninguna alergia a alimentos o componentes químicos, ni tampoco ninguna afección dental o planes para someterse a procedimientos dentales en los próximos 12 meses, debido a que puede provocarles molestias o sensibilidad e imposibilita su participación regular en las

sesiones semanales. Por último, era indispensable que los participantes no tuvieran algún tipo de retenedor dental o Brackets, debido a que esto puede causar molestias en las sesiones de prueba de algunos alimentos, además de no presentar algún disgusto particular por algún alimento, ya que desmotiva y modifica la actitud del participante al respecto de su participación en el entrenamiento.

Como siguiente paso, se utilizaron dos tipos de pruebas rápidas. Una de estas pruebas consiste en la detección de las capacidades fisiológicas mediante el ordenamiento de muestras de alimentos en escala creciente, según el atributo de interés, en este caso el atributo es la dureza. Se presentaron cuatro alimentos: cacahuates, rodajas de zanahoria, palanqueta de cacahuete y caramelo macizo, siendo esta una escala simple y estándar de dureza. Se expusieron en desorden con el objetivo de que las personas pudieran clasificarla en orden creciente, siendo el orden el siguiente: 1. cacahuates, 2. rodajas de zanahoria, 3. palanqueta de cacahuete y 4. caramelo macizo. Al terminar esta prueba, pudieron realizar la siguiente, tomando en cuenta que para que esta otra se considerara como correcta y obtener un 100% de aprobación debían de haber ordenado correctamente la escala del alimento con menor hasta el de mayor dureza (Bourne, 2002; Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle, 1975).

Como acto seguido, se les facilitó la siguiente prueba, la cual consistió en la descripción básica de las características de textura más evidentes en una serie de productos, como: malvaviscos, zanahoria, dulce chicloso, crema agria, azúcar y cereal “Corn Flakes”. Esta prueba representó un mayor reto para las personas, ya que sus respuestas tenían un distinto puntaje según la descripción esperada o con mayor similitud a los atributos más evidentes en los alimentos según la literatura. Por lo que, se valoró con un 16.6% una respuesta con una identificación y descripción correcta en cada alimento debido a que los 6 alimentos en conjunto debían de alcanzar el 100%, siendo el mínimo de aprobación el 65%. Luego, una descripción general o poco acertada se le atribuyó un 11% y una descripción poco acertada o nula de 5 a 0%. Nuevamente, para obtener un nivel satisfactorio y de éxito, las puntuaciones deben de ser mayores a un 65%, habiendo acertado en la prueba anterior para poder formar parte y participar en el entrenamiento de atributos de textura. Por último, con estos procesos se da por terminada la fase de selección de panelistas, reclutando a 13 personas inicialmente, quedando luego solamente con 11 personas debido a dificultades con los horarios propuestos, lo cual está dentro de lo recomendado según literatura de un mínimo de 10 participantes (Rodríguez, 2013).

Cuadro 18. Pruebas rápidas y su calificación esperada para la participación en el entrenamiento de cuatro atributos de textura

| Prueba | Calificación esperada |
|-------------------------------------|--|
| Ranking u ordenamiento | 100% de respuestas correctas |
| Descriptiva de atributos de textura | 65% de respuestas correctas y descripción completa |

Figura 9. Bandeja aleatorizada de alimentos para prueba de ranking u ordenamiento de escala de dureza



Figura 10. Bandeja aleatorizada de alimentos para prueba descriptiva de atributos de textura



C. Selección de referencias locales y recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002):

La selección de referencias para cada atributo se realizó mediante una prueba ANOVA y prueba LSD de Fisher o también conocida como prueba de diferencia mínima (LSD) con nivel de significancia de 5%. A pesar de que una ANOVA se considera como un enfoque paramétrico y útil para el análisis de datos distribuidos normalmente con más de dos grupos establecidos como tratamientos, esta prueba no tiende a brindar más información sobre patrones o comparaciones entre grupos específicos. Por lo que estas pruebas se acompañan con el objetivo de comparar las medias de todos los tratamientos con la media de todos los demás tratamientos (Lee y Kyu, 2018; Williams, Abdi, 2010).

La hipótesis nula (H_0) para la ANOVA involucra que no existe diferencia en las medias de los tratamientos, por lo que, al rechazarla, se desconoce que media tiende a ser distinta y por qué interacción es, teniendo que inferir más en los datos e identificar que producto difiere y cual tiene un grado de diferencia mínimo a los productos de referencia estadounidense. Debido a esto, es indispensable el uso de la prueba LSD de Fisher, la cual tiene como objetivo determinar si existe diferencia entre la media de todos los pares posibles utilizando una distribución de rango estudiada, por lo que es ideal para grupos con distribuciones de pares variadas. Estas pruebas se realizaron mediante un software gratuito de código abierto para la cuenta de datos conocido como RStudio. Este programa tiene la facilidad de tener el código abierto, por lo que facilita una plataforma modular que permite a equipos adoptar la cuenta de datos de código abierto a escala (Rstudio, 2022).

El proceso inició con la revisión de los alimentos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002) para los atributos de textura previamente seleccionados y los alimentos con mayor consumo en la ciudad de Guatemala de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI). De las recomendaciones de las dos literaturas se escogió el tipo de alimento que sería la referencia para cada ancla, siendo esta la referencia estadounidense para ser comparada después con un producto local equivalente para cada ancla de cada uno de los cuatro atributos. Luego, se utilizó el análisis estadístico de LSD de Fisher, donde se buscaba realizar la prueba para evidenciar qué producto del mercado de la ciudad de Guatemala tenía las características del atributo en específico de textura similares al de producto importado de Estados Unidos.

La selección de alimentos locales de la misma gama o categoría que la referencia importada de Estados Unidos, se llevó a cabo mediante un análisis previo con el grupo de personas que laboran en el laboratorio de análisis sensorial de alimentos del Centro de Investigación y Tecnología (CIT) de la Universidad del Valle de Guatemala. Se considero primordialmente que los cuatro productos a escoger debían de tener similitudes en cuanto a características organolépticas al producto importado (referencia), para poder llevar a cabo el análisis estadístico ANOVA y LSD, previamente mencionados.

La siguiente Figura evidencia la encuesta que recibieron los panelistas para cada ancla de cada uno de los 4 atributos de textura seleccionados, donde mediante una escala JAR, siendo 1 “poco diferente” y 9 “muy diferente”, determinaron la similitud de cada muestra con la referencia importada:

Figura 11. Prueba de comparación múltiple de alimentos disponibles en la ciudad de Guatemala VS. Referencia de Estados Unidos mediante escala JAR

Prueba de comparación múltiple de atributo de textura "NOMBRE DEL ATRIBUTO"

Nombre y apellido: _____

No. Panelista: _____

NOMBRE DEL ATRIBUTO: DEFINICIÓN DEL ATRIBUTO

Se le entregara la referencia con la letra "R" y cuatro muestras codificadas con numeración de tres dígitos. Debe de comparar cada muestra con la referencia, iniciando de izquierda a derecha y clasificar la similitud mediante la calificación en una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 "Poco diferente" y 9 "Muy diferente". Recuerde tomar agua entre cada muestra.

Muestra 1: CÓDIGO DE TRES DIGITOS

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

1
Poco diferente5
Es igual9
Muy diferente

Muestra 2: CÓDIGO DE TRES DIGITOS

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

1
Poco diferente5
Es igual9
Muy diferente

Muestra 3: CÓDIGO DE TRES DIGITOS

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

1
Poco diferente5
Es igual9
Muy diferente

Muestra 4: CÓDIGO DE TRES DIGITOS

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

1
Poco diferente5
Es igual9
Muy diferente

Luego, para concluir la selección de productos con menor grado de diferencia a las referencias estadounidenses, se analizaron los datos mediante una ANOVA, donde fue rechazada la H_0 , la cual indicaba que no había diferencia entre las medias de las muestras. Por lo que se procedió a realizar una prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, con el objetivo de evidenciar que muestra no era significativamente diferente a la referencia/muestra importada de Estados Unidos y así poder determinar para cada ancla la muestra equivalente disponible en la ciudad de Guatemala. Asimismo, se aseguró que las muestras escogidas no evidenciaran ninguna

diferencia y que cumplieran con las características organolépticas esperadas del producto importado. Sin embargo, en el caso de que no hubiera una muestra con las características similares, fue posible el desarrollo de nuevas anclas con producto local aprobado con los 11 panelistas participantes.

Por otro lado, para garantizar la similitud de los productos locales con las referencias estadounidenses, se realizaron mediciones fisicoquímicas de textura con un Texturómetro Brookfield modelo CT3, ubicado en el edificio E de la Universidad del Valle de Guatemala para validar los resultados sensoriales de los panelistas. El análisis de perfil de textura se le realizó tanto a los productos importados como a los locales, con el objetivo de conocer cada atributo en específico de cada ancla estipulada por la literatura a la que pertenezca, sin embargo, se consideró que hay productos que pueden utilizarse en distintos atributos de textura, por lo que se deben de realizar las mediciones pertinentes según corresponda.

Se utilizaron los parámetros recomendados según Bourne (2002), Igor y Velasco (2010) y literatura encontrada en la base de datos del equipo, con el objetivo de desarrollar una metodología reproducible con el texturómetro mencionado. Se analizaron todas las anclas de cada uno de los cuatro atributos con el accesorio recomendado y las condiciones adecuadas, considerando que todos los alimentos deben de someterse a las pruebas en la forma en que se compran (empaquete o presentación), para evitar que haya una variación debido a tamaño o manipulación de las muestras tanto importadas como locales. A continuación, se muestra el Kit Estándar de accesorios para el Texturómetro Brookfield CT3 y los parámetros de operación para cada alimento según ancla y atributo al que pertenezca.

Figura 12. Kit de sondas estándar de Texturómetro Brookfield CT3



Cuadro 19. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Queso crema** con atributo de **Dureza** siendo “1” y **Adhesividad** siendo “3” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Accesorio | TA 15/1000 30mm diámetro y 45° |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 20 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 20. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Manías** con atributo de **Dureza** siendo “9.5” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA11/1000 25.4mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 2 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 21. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Almendras** con atributo de **Dureza** siendo “11” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|-------------------|
| Accesorio | TA7 Knife-Edge |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 5 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 22. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Aceitunas** con atributo de **Dureza** siendo “6” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Accesorio | TA11/1000 25.4 mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 10 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 23. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Brownie** con atributo de **Cohesividad de masa** siendo “15” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA25/1000 50.8mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Porcentaje de deformación |
| Valor meta (%) | 25 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 24. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Margarina** con atributo de **Adhesividad** siendo “1” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Accesorio | TA15/100 30mm diámetro y 45° |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 10 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 25. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Mantequilla de Maní** con atributo de **Adhesividad** siendo “7” según Texture Profile

| Parámetros | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Accesorio | TA15/100 30mm diámetro y 45° |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 20 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 1 |

Cuadro 26. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Gelatina** con atributo de **Elasticidad** siendo “15” según Texture Profile

| Parámetros | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Accesorio | TA10 12.7mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 7 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 2 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 27. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Malvaviscos** con atributo de **Elasticidad** siendo “9.5” según Texture Profile

| Parámetros | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Accesorio | TA10 12.7mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 10 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 4 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 28. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Pan Sándwich** con atributo de **Cohesividad de masa** siendo “**12.5**” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA25/1000 50.8mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 10 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 2 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 29. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Panqué con Pasas** con atributo de **Cohesividad de masa** siendo “**10**” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA25/1000 50.8mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 10 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 2 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 30. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Salchicha tipo Frankfurt** con atributo de **Cohesividad de masa** siendo “**8.5**” y **Elasticidad** siendo “**5**” según Texture Profile

| Parámetros | |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA11/1000 25.4mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 5 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 2 |

Cuadro 31. Recomendación para condiciones de uso en Texturómetro Brookfield CT3 para **Queso Panela** con atributo de **Cohesividad de masa** siendo “7” y **Elasticidad** siendo “2” según Texture Profile

| Parámetros | |
|---------------------------------|------------------------------|
| Accesorio | TA11/1000 25.4mm diámetro |
| Tipo de test | Compresión |
| Objetivo de test | Distancia |
| Valor meta (mm) | 5 |
| Tiempo de espera (s) | 0 |
| Carga de activación (g) | 5 |
| Velocidad de test (mm/s) | 1 |
| Ciclos | 2 |

D. Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según norma ISO 11036:2020:

Por último, se realizó el entrenamiento de un grupo de 11 panelistas sobre cuatro atributos mecánicos de textura como dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, los cuales fueron previamente seleccionados de la norma ISO 11036:2020. Este entrenamiento se dividió en cuatro sesiones de aproximadamente una hora para el entrenamiento de dos atributos. Luego de estas cuatro sesiones por atributo, se realizó una validación del funcionamiento adecuado del panel mediante pruebas individuales y colectivas de reproducibilidad de cada atributo (ISO, 2020).

Los entrenamientos para cada uno de los atributos se llevaron a cabo mediante la misma forma, iniciando con una breve introducción de los conceptos básicos y técnica de prueba de cada uno, seguido de la presentación de la escala con todas las anclas elegidas previamente, las cuales son significativamente similares en cuanto a sus propiedades texturales a las referencias estadounidenses. Dichas actividades se utilizan para que los participantes se empiecen a familiarizar con los términos y se inicie con el vocabulario estandarizado. Luego, a lo largo del entrenamiento se les presentan alimentos con características propias de cada atributo, con el objetivo de que colectivamente puedan forjar un criterio y llegar a consensos sobre las puntuaciones que le dan a producto en conjunto. La actividad anterior tiene como objetivo que ellos puedan practicar en conjunto previo a las pruebas finales de reproducibilidad, donde deben nuevamente de brindar su calificación, pero esta vez sin tener ninguna escala física, sin ninguna ayuda y solamente con sus infografías donde encuentran información del atributo y de la técnica de prueba.

Las escalas físicas oficiales para cada atributo deben de evidenciar un cambio al ir probando los distintos alimentos, aumentando el atributo que se esté analizando. Esto con el objetivo de que los panelistas se sientan familiarizados con los productos seleccionados del mercado guatemalteco debido a su similitud con las sugerencias a las referencias según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002). Sin embargo, en el caso de que una escala no evidencie el comportamiento creciente que se espera, con el consenso de los 11 panelistas, se pueden realizar modificaciones y adaptaciones para garantizar una mejor comprensión del concepto en general y facilite su calificación. Debido a esto, en las cuatro escalas se buscó la comprensión previa a las pruebas finales, realizando cambios y adicionando alimentos en algunas escalas, debido a que sin estas modificaciones no era comprensible en su totalidad. Las modificaciones más evidentes se realizaron en las escalas de cohesividad de masa y elasticidad, debido a que no tenían mayor concordancia, por lo que fueron adicionados alimentos según el criterio de los panelistas para una mejor comprensión.

A continuación, se puede observar la metodología ejecutada en cada sesión de los cuatro atributos de forma más detallada, para lograr la homogeneidad en términos, productos y escalas, generando un procedimiento reproducible y con datos representativos (ISO, 2020).

Cuadro 32. Resumen de sesiones de entrenamiento semanales de aproximadamente 1 hora para cada atributo de textura: dureza, cohesividad de masa, adhesividad y elasticidad.

| Sesión | Objetivo de la sesión | Material utilizado | Actividades realizadas |
|---------------|---|---|---|
| 1 | Entendimiento de conceptos básicos del atributo a entrenar y su respectiva técnica de prueba, y presentación de escala física con productos equivalente locales | Escalas físicas e infografías con conceptos teóricos | Se inició mediante la explicación general del atributo, seguido de la práctica de la técnica para evaluar y luego se les presentaron todos los productos de la escala en orden para iniciar a familiarizarse con ellos |
| 2 | Presentación de escala física con productos equivalentes locales y posibles modificaciones | Escalas físicas e infografías con conceptos teóricos | Se vuelven a presentar la escala física con su debida técnica de prueba, evaluando si todos los panelistas están de acuerdo con la escala o se decide realizar algún tipo de adición de alimento o modificación en la misma. |
| 3 | Presentación de escala física con productos equivalentes locales y posibles modificaciones | Escalas físicas, infografías con conceptos teóricos y productos con características propias del alimento evaluado | Se presenta otra vez la escala física con las modificaciones realizadas y en consenso se evalúan con la escala productos alimenticios representativos del atributo para iniciar a que se familiaricen con este tipo de evaluación. |
| 4 | Presentación de productos con presencia de características del atributo en entrenamiento | Productos alimenticios que presenten características propias del atributo e infografías con escalas impresas | Se busca que los panelistas puedan brindar una calificación de productos alimenticios únicamente utilizando una escala impresa con fotografías de los productos previamente escogidos, se platique sobre las calificaciones que cada uno brinda para evidenciar que todos piensan similar y estar preparados para la prueba final de reproducibilidad |

(Civille, Szcześniak, 1973)

Continuación Cuadro 32.

| Sesión | Objetivo de la sesión | Material utilizado | Actividades realizadas |
|--------|---|---|--|
| 5 | Prueba de reproducibilidad para garantizar un buen entrenamiento del atributo | Productos alimenticios que posean el atributo que se analizará e infografías con conceptos básicos del atributo, técnica de prueba y escalas impresas modificadas | Es la última sesión del entrenamiento del atributo, donde se busca evidenciar la comprensión de este mediante la prueba de dos a cuatro alimentos que tengan la característica textural del atributo presente y que los panelistas puedan evaluarlos en duplicado con la debida aleatorización para evitar cualquier tipo de sesgo y así poder luego analizar los datos con ANOVA y LSD. Se les brinda como apoyo las infografías con conceptos generales y técnica de prueba, además de las escalas impresas previamente modificadas para que puedan asociar y poder calificar los productos con su escala. |

(Civille, Szcześniak, 1973)

Al final de las cuatro sesiones de entrenamiento para cada atributo de aproximadamente una hora, es indispensable evidenciar el correcto entrenamiento de cada atributo, por lo que se realizaron las pruebas de reproducibilidad. Estas pruebas tienen como objetivo evidenciar con resultados estadísticos en duplicado que no hay diferencia significativa entre panelistas, por lo que se puede concluir que el atributo está entrenado. Para el análisis de datos, se utiliza una ANOVA y luego una prueba de LSD de Fisher en caso se rechace la H_0 , siendo esta que las medias son iguales. Estas pruebas se deben adaptar según cada atributo, ya que es indispensable el análisis de productos alimenticios que contengan las características texturales específicas esperadas y los panelistas puedan calificar cada alimento con las escalas que previamente se estudiaron.

Para la prueba de reproducibilidad del atributo de dureza y adhesividad se presentaron cuatro alimentos: fresas, pan de agua, dulces chiclosos y papalinas. Estos alimentos se presentaron en bloque aleatorizado con códigos de tres dígitos y en duplicado, con el objetivo de poder ser luego analizados mediante pruebas estadísticas. Mediante esta prueba se buscaba que los alimentos evidenciaran una diferencia tanto en dureza como adhesividad y que los panelistas tuvieran la capacidad de poder calificarlos a pesar de sus características variadas. Sin embargo, recomienda que se utilicen alimentos específicos para cada una de las pruebas de cada uno de los demás atributos, debido a que los panelistas opinaron que estos tipos de alimentos no eran adecuados para la escala de adhesividad y por lo mismo fue necesario el posterior entrenamiento nuevamente del atributo y una prueba de reproducibilidad con otra gama de alimentos.

Figura 13. Imagen de productos presentados con códigos de tres dígitos y en bloques aleatorizados en duplicado para prueba de reproducibilidad para atributo de Dureza y Adhesividad



A continuación, para la prueba de reproducibilidad de adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, se determinaron 3 alimentos propios para cada uno de los atributos. Esto con el objetivo de que todos los alimentos utilizados para cada prueba tuvieran las características típicas de un producto de la gama del atributo y así garantizar mediante las respuestas de los panelistas su debido aprendizaje. Todos los productos alimenticios se presentaron en bloque aleatorizado con códigos de tres dígitos y en duplicado, con el objetivo de poder ser luego analizados mediante pruebas estadísticas. Los alimentos utilizados para la prueba de adhesividad fueron: Jalea de fresa, queso Camembert y frosting de vainilla. Seguido para la prueba de cohesividad de masa los alimentos fueron: tortilla de harina, jamón y melocotones en almíbar (sin el líquido de cobertura, solamente la fruta). Por último, para la prueba de elasticidad los alimentos utilizados fueron: tofu, flan y bagel. Los alimentos fueron determinados según la literatura utilizada para la parte de determinación de los atributos, escogiendo de los alimentos que forman parte del 47.9% de los grupos de alimentos con mayor frecuencia de consumo reportador por el ENCOVI y analizados por PRESANCA Y SICA (Bermúdez, Palma, 2008).

Se recomienda que, para las pruebas de reproducibilidad de cada uno de los atributos, se realice previamente una revisión bibliográfica del atributo de textura en específico, para conocer que alimentos pertenecen al análisis de este y poder determinar de mejor manera las muestras de la prueba final. Esto con el objetivo de determinar alimentos que por sus características texturales presenten de forma evidente el atributo, para no crear confusión en los panelistas en el momento de probarlos y garantizar la correcta comprensión del atributo en análisis.

Figura 14. Imagen de productos presentados con códigos de tres dígitos y en bloques aleatorizados en duplicado para prueba de reproducibilidad para atributo de adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad



Por último, se puede observar la boleta utilizada para el análisis de reproducibilidad de los cuatro atributos. Todas las pruebas se realizaron en duplicado con todos los alimentos, considerando el uso una codificación distinta en cada una de las ocho pruebas finales realizadas, para evitar cualquier tipo de sesgo en la calificación de los alimentos propios de cada atributo. La siguiente boleta, tiene todos los atributos en una misma, debido a que es una guía de todo el material utilizado, sin embargo, se recomienda que, al finalizar el entrenamiento de las cuatro semanas del atributo, se realice cada una de las pruebas, tomando como referencia la siguiente Figura.

Figura 15. Boleta resumen de pruebas de reproducibilidad para atributos de dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad

Prueba Final de atributos de "Dureza", "Adhesividad", "Cohesividad de Masa" y "Elasticidad"

Nombre y apellido: _____

Número de panelista: _____

NOTA: Recuerde la técnica de prueba de los alimentos en los atributos.

- **Técnica de Dureza:** Colocar la muestra entre los molares o entre la lengua y el paladar, masticar de forma uniforme, evaluando la fuerza necesaria para comprimir los alimentos.
"Poco duro" → "Muy duro"
- **Técnica de Cohesividad de masa:** Colocar la muestra en los molares y masticar entre 10 a 15 masticaciones o hasta que se perciba un cambio de fase.
"Masa suelta" → "Masa apretada"
- **Técnica de Elasticidad:** Colocar la muestra entre la lengua y el paladar (semisólidos) o en molares (sólidos) y comprimir parcialmente. Retirar la fuerza y evaluar el grado y/o rapidez de recuperación.
"Sin recuperación" → "Muy elástico"
- **Técnica de Adhesividad:** Colocar la muestra en la lengua, apretarla contra el paladar y evaluar la fuerza requerida para quitarlo con la lengua.
"Poca fuerza para retirar" → "Mucha fuerza para retirar"

INSTRUCCIONES GENERALES: A continuación, se le presentarán 8 sets de 3 muestras cada uno, debe de iniciar de izquierda a derecha colocando el código de la muestra en el espacio pertinente, luego debe evaluar cada uno de los alimentos con la escala de dureza (0-15, siendo 0 "Poco Duro" y 15 "Muy Duro"), la escala de cohesividad de masa (0-15, siendo 0 "Masa suelta" y 15 "Masa apretada"), la escala de elasticidad (0-15, siendo 0 "Sin recuperación" y 15 "Muy elástico") y la escala de adhesividad (0-15, siendo 0 "Poca fuerza para retirar" y 15 "Mucha fuerza para retirar). Recuerde tomar agua entre cada muestra y en caso de alguna duda, encienda la luz para resolverla y proseguir con su prueba.

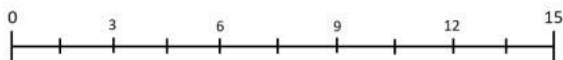
Continuación Figura 15.

Evalúe la **DUREZA** de la muestra, recuerde revisar su infografía con la escala y los alimentos de referencia:

- Código de la muestra 1: _____

Puntuación exacta: _____

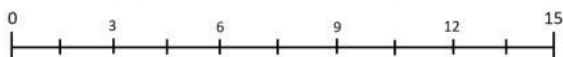
A continuación, se le presenta la escala de **DUREZA**, siendo 0 "Poco Duro" y 15 "Muy Duro", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 2: _____

Puntuación exacta: _____

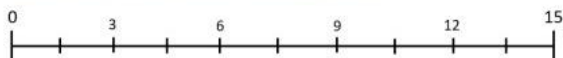
A continuación, se le presenta la escala de **DUREZA**, siendo 0 "Poco Duro" y 15 "Muy Duro", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 3: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **DUREZA**, siendo 0 "Poco Duro" y 15 "Muy Duro", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



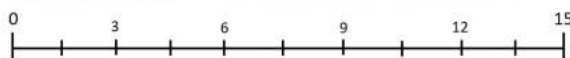
NOTA: Encienda la luz para comunicar que ha terminado de degustar el primer set de muestras y puedan brindarle el siguiente.

Evalúe la **COHESIVIDAD DE MASA** de la muestra, recuerde revisar su infografía con la escala y los alimentos de referencia:

- Código de la muestra 1: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **COHESIVIDAD DE MASA**, siendo 0 "Masa suelta" y 15 "Masa apretada", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 2: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **COHESIVIDAD DE MASA**, siendo 0 "Masa suelta" y 15 "Masa apretada", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 3: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **COHESIVIDAD DE MASA**, siendo 0 "Masa suelta" y 15 "Masa apretada", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



NOTA: Encienda la luz para comunicar que ha terminado de degustar el primer set de muestras y puedan brindarle el siguiente.

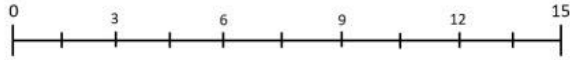
Continuación Figura 15.

Evalúe la **ELASTICIDAD** de la muestra, recuerde revisar su infografía con la escala y los alimentos de referencia:

- Código de la muestra 1: _____

Puntuación exacta: _____

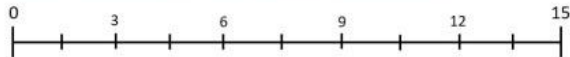
A continuación, se le presenta la escala de **ELASTICIDAD**, siendo 0 "Sin recuperación" y 15 "Muy elástico", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 2: _____

Puntuación exacta: _____

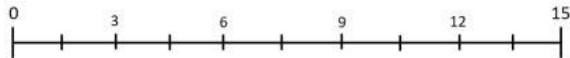
A continuación, se le presenta la escala de **ELASTICIDAD**, siendo 0 "Sin recuperación" y 15 "Muy elástico", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 3: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **ELASTICIDAD**, siendo 0 "Sin recuperación" y 15 "Muy elástico", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



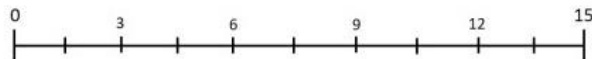
NOTA: Encienda la luz para comunicar que ha terminado de degustar el primer set de muestras y puedan brindarle el siguiente.

Evalúe la **ADHESIVIDAD** de la muestra, recuerde revisar su infografía con la escala y los alimentos de referencia:

- Código de la muestra 1: _____

Puntuación exacta: _____

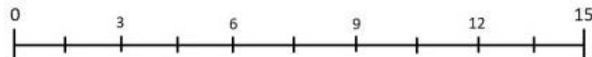
A continuación, se le presenta la escala de **ADHESIVIDAD**, siendo 0 "Poca fuerza para retirar" y 15 "Mucha fuerza para retirar", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 2: _____

Puntuación exacta: _____

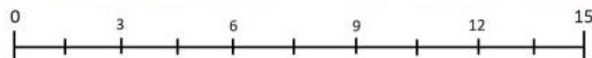
A continuación, se le presenta la escala de **ADHESIVIDAD**, siendo 0 "Poca fuerza para retirar" y 15 "Mucha fuerza para retirar", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



- Código de la muestra 3: _____

Puntuación exacta: _____

A continuación, se le presenta la escala de **ADHESIVIDAD**, siendo 0 "Poca fuerza para retirar" y 15 "Mucha fuerza para retirar", marque con una "X" donde crea que se encuentra el alimento.



NOTA: Encienda la luz para comunicar que ha terminado de degustar el primer set de muestras y puedan brindarle el siguiente.

VII. Discusión y resultados

A. Selección de atributos:

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la selección de atributos (Cuadro 31), pertenecientes al 47.9% de alimentos con mayor consumo en la dieta del guatemalteco, con las categorías de carnes (14.4%), panadería (9.8%), leche y productos lácteos (9.5%), productos de maíz (7.6%) y frutas y vegetales (6.6%) según reporte de ENCOVI y análisis de PRESANCA y SICA. Cada categoría tiene una lista de alimentos propios y de mayor presencia, por lo que para la selección de atributos se realizó una investigación bibliográfica de las características texturales más evidentes en cada uno de los alimentos observados en el siguiente Cuadro. Mediante esto, fue posible determinar cuales tenían mayor prevalencia y luego evidenciar con un análisis estadístico de frecuencia absoluta, los cuatro atributos con mayor presencia en estos alimentos específicos para proseguir con el entrenamiento debido a su importancia en la dieta diaria del consumidor guatemalteco (Bermúdez, Palma, 2008).

Cuadro 33. Categorías con sus respectivos alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala.

| Grupo de alimentos | Gasto y consumo (%) | Alimentos listos para su consumo |
|---------------------------|---------------------|---|
| Carnes | 14.4 | Chicharrones Embutidos |
| Panadería | 9.8 | Pan francés Pan dulce Galletas Pan de rodaja Pasteles |
| Leche y productos lácteos | 9.5 | Yogures Queso fresco/duro Leche evaporada/condensada |
| Productos de maíz | 7.6 | Tortillas Tamales de maíz Tostadas Atol de maíz |

(Bermúdez, Palma, 2008)

Continuación Cuadro 33.

| Grupo de alimentos | Gasto y consumo (%) | Alimentos listos para su consumo |
|---------------------------|----------------------------|--|
| Frutas y vegetales | 6.6 | Apio Tomate Cebolla Chiles Repollo Zanahoria Güisquil Lechuga Pepino Remolacha Ajo Salsa y pasta de tomate Arveja Aguacate Ayote/chilacayote Anacate y otros hongos |

(Bermúdez, Palma, 2008)

En el Cuadro 34, se puede observar el desglose de cada categoría y sus alimentos en específico. El primer alimento perteneciente a la categoría de carnes es chicharrón, donde se evidencia la presencia de atributos de dureza, viscosidad, elasticidad y fracturabilidad según Espinel (2010), ya que el expone que la textura es indispensable en este tipo de producto debido a que se busca realizar un snack con piel de cerdo que conserve sus características iniciales, considerando que este puede variar al someterse a un proceso térmico, cambiando totalmente sus propiedades. Seguido, se encuentran los embutidos, teniendo atributos de dureza, elasticidad, fracturabilidad y cohesividad de masa, por lo que Torres, González y Acevedo (2015), evidencian la importancia del perfil de textura en productos cárnicos debido a que se considera como un atributo de calidad, que puede ayudar a determinar la aceptabilidad del producto con el consumidor con distintos tipos de carne.

Cuadro 34. Categoría de Carnes representativa al 14.4% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|-----------------|-------------------|--------------------|
| Chicharrones | Dureza | 1 | Espinel, N. (2010) |
| | Viscosidad | 2 | Espinel, N. (2010) |
| | Elasticidad | 3 | Espinel, N. (2010) |
| | Fracturabilidad | 5 | Espinel, N. (2010) |

Continuación Cuadro 34.

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|---------------------|-------------------|---|
| Embutidos | Dureza | 1 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| | Elasticidad | 3 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| | Fracturabilidad | 5 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| | Cohesividad de masa | 6 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |

Luego, en la categoría de panadería (Cuadro 35), se encuentra el pan francés y el pan dulce, los cuales contienen atributos de elasticidad, adhesividad y cohesividad de masa según Rousselin, (2017) y Saavedra, Quintero, Peña, (2016). Estos autores presentan que la textura es característica de este tipo de pan, ya que se relaciona con la calidad de materia prima y tiempos de procesos, por lo que, para determinar la aceptabilidad de estos tipos de productos, se evalúan los atributos mencionados con personas entrenadas y previamente capacitados. Seguido están las galletas, las cuales, según Fuentes, González, (2016), se les atribuyen los atributos de dureza, fracturabilidad y cohesividad de masa debido a que se consideran como parámetros de calidad objetivos en el producto terminado, nuevamente evaluados mediante un grupo de panelistas entrenados en estos atributos en específico. Como siguiente alimento perteneciente a la misma categoría se encuentra el pan de rodaja, que, según Morales, Silva (2011), tiene atributos de dureza, elasticidad, adhesividad, fracturabilidad y cohesividad de masa, por lo que en el estudio realizan la comparación en mediciones instrumentales y sensoriales debido al impacto que tienen en conjunto en su aceptabilidad por parte de sus consumidores. Por último, según Olaya (2016), el pastel tiene atributos texturales con mayor relevancia de dureza, elasticidad, adhesividad y cohesividad de masa, ya que según su estudio estos parámetros se ven afectados al realizar algún cambio en las formulaciones, por lo que deben de controlarse de forma sensorial para mantener la aceptabilidad del consumidor.

Cuadro 35. Categoría de Panadería representativa al 9.8% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|---------------------|-------------------|---|
| Pan francés | Elasticidad | 3 | Rousselin, M. (2017) |
| | Adhesividad | 4 | Saavedra, G. Quintero, N. Peña, W. (2016) Rousselin, M. (2017) |
| | Cohesividad de masa | 6 | Saavedra, G. Quintero, N. y Peña, W. (2016) Rousselin, M. (2017) |
| Pan dulce | Elasticidad | 3 | Rousselin, M. (2017) |
| | Adhesividad | 4 | Rousselin, M. (2017) |

Continuación Cuadro 35.

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| Pan dulce | Cohesividad de masa | 6 | Rousselin, M. (2017) |
| Galletas | Dureza | 1 | Fuentes, A. González, J. (2016). |
| | Fracturabilidad | 5 | Fuentes, A. González, J. (2016). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Fuentes, A. González, J. (2016). |
| Pan de Rodaja | Dureza | 1 | Morales, N. Silva, M. (2011). |
| | Elasticidad | 3 | Morales, N. Silva, M. (2011). |
| | Adhesividad | 4 | Morales, N. Silva, M. (2011). |
| | Fracturabilidad | 5 | Morales, N. Silva, M. (2011). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Morales, N. Silva, M. (2011). |
| Pasteles | Dureza | 1 | Olaya, L. (2016). |
| | Elasticidad | 3 | Olaya, L. (2016). |
| | Adhesividad | 4 | Olaya, L. (2016). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Olaya, L. (2016). |

En la siguiente categoría de leche y productos lácteos del Cuadro 36, se encuentran los yogures, que según Ramírez (2016) tiene como principales atributos de textura la dureza y viscosidad, debido a que son las mediciones que comúnmente se le realizan a este tipo de producto para que su consistencia sea la adecuada para que tenga una mejor aceptación con los consumidores. Luego, en cuanto al queso fresco o queso duro, según Torres, González y Acevedo (2015) afirma que para este producto los atributos de textura con mayor importancia y prevalencia son dureza, adhesividad y cohesividad, indicando que esto comúnmente se realiza tanto con ensayos mecánicos con equipos correlacionado con las percepciones sensoriales, todo con el objetivo de que se cumpla con los estándares que las personas esperan en este tipo de alimentos. Por último, para la leche evaporada y condensada, según Andrade (2005), se presenta que los atributos que se monitorean son dureza, viscosidad y adhesividad, debido a que los productos deben de presentar una textura homogénea y suave, lo cual se puede evidenciar tanto con mediciones fisicoquímicas como con sensoriales para que haya una aceptación del producto final con sus consumidores.

Cuadro 36. Categoría de Leche y Productos lácteos representativa al 9.5% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|-----------------|-------------------|--------------------|
| Yogures | Dureza | 1 | Ramírez, A. (2016) |
| | Viscosidad | 2 | Ramírez, A. (2016) |

Continuación Cuadro 36.

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|---------------------|-------------------|---|
| Queso fresco/duro | Dureza | 1 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| | Adhesividad | 4 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| | Cohesividad de masa | 6 | Torres, J. González K. Acevedo, D. (2015) |
| Leche evaporada/condensada | Dureza | 1 | Andrade, M. (2005) |
| | Viscosidad | 2 | Andrade, M. (2005) |
| | Adhesividad | 4 | Andrade, M. (2005) |

En el Cuadro 37, se pueden visualizar los alimentos de la categoría de maíz, iniciando con las tortillas, las cuales según Domínguez, García, Güemes, Totosaus y Pássaro (2019), los atributos de textura con mayor prevalencia son dureza, elasticidad, adhesividad y cohesividad de masa, ya que al ser un producto a base de proteína, almidón y fibra, se debe de evaluar los parámetros mencionados desde su elaboración hasta en el producto final debido a las variaciones que se le pueden realizar a la masa sin afectar la aceptación del consumidor. Luego, en cuanto a los tamales, según Monjaras (2018), en alimentos de esta índole se debe de monitorear la textura debido a que muchas de las formulaciones utilizadas en diferentes países pueden variar la cantidad de cereales (tipos de maíces), por lo que el perfil de textura en atributos como dureza, elasticidad, adhesividad y cohesividad de masa son parámetros para evitar variaciones evidentes en su consistencia. Seguido, tenemos las tostadas, las cuales según Andrade (2017) y Vázquez (2021), consideran que los atributos de mayor relevancia para este producto son la dureza y fracturabilidad del producto final; y viscosidad y adhesividad de la masa, ya que son productos que tienen que emitir un sonido al masticarlos, pero la masa debe de ser resistente a la deformación y al corte y al desplazamiento en la boca. Por último, en cuanto al atol de maíz, según Flores (2012), este alimento tiene como atributo principal de textura la viscosidad, ya que es un fluido que no es ideal, debido a su presencia de viscosidad con panelistas no entrenados.

Cuadro 37. Categoría de Productos de maíz representativa al 7.6% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|-----------------|-------------------|--|
| Tortillas | Dureza | 1 | Domínguez, P. García, I. Güemes, N. Totosaus, A. Pássaro, C. (2019). |
| | Elasticidad | 3 | Domínguez, P. García, I. Güemes, N. Totosaus, A. Pássaro, C. (2019). |
| | Adhesividad | 4 | Domínguez, P. García, I. Güemes, N. Totosaus, A. Pássaro, C. (2019). |

Continuación Cuadro 37.

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|---|---------------------|-------------------|--|
| Tortillas | Cohesividad de masa | 6 | Domínguez, P. García, I. Güemes, N. Totosaus, A. Pássaro, C. (2019). |
| Tamales de maíz | Dureza | 1 | Monjaras, R. (2018). |
| | Elasticidad | 3 | Monjaras, R. (2018). |
| | Adhesividad | 4 | Monjaras, R. (2018). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Monjaras, R. (2018). |
| Tostadas | Dureza | 1 | Andrade, M. (2017). |
| | Viscosidad | 2 | Vázquez, M. (2021). |
| | Adhesividad | 4 | Andrade, M. (2017). |
| | Fracturabilidad | 5 | Vázquez, M. (2021). |
| Atol de maíz | Viscosidad | 2 | Flores, M. (2012). |

En el Cuadro 38, se presentan los alimentos pertenecientes a la categoría de frutas y vegetales, donde fueron agrupados todos los alimentos que son vegetales frescos y mínimamente procesados como apio, tomate, repollo, zanahoria, güisquil, lechuga, ajo y arveja. Este grupo según Rodríguez, Qüesta (1912) y Granados, Acevedo, Cabeza, Lozano (2014), exponen el crecimiento y cambios en cuanto a la modalidad de venta de este tipo de alimentos, por lo que el tema de sus características organolépticas en especial de color, sabor, olor y textura ha incrementado, ya que son parámetros relacionados con la calidad del producto. Es por ellos, que en los dos estudios exponen la importancia de atributos como dureza, elasticidad, adhesividad y cohesividad de masa, debido a que son aspectos cuantitativos que se evalúan de forma sensorial con el objetivo de poder satisfacer las necesidades del consumidor. Por otro lado, está la salsa de tomate o pasta de tomate, la cual al ser un producto que se juzga debido a sus características organolépticas, se le deben de evaluar parámetros de textura de viscosidad, elasticidad y cohesividad de masa. Según Millán, Cardona, Herrera, Arbeláez, Gutiérrez, (2010), recomiendan el control de estos atributos debido a las variaciones de aditivos como gomas y almidones que puedan tener, además de que pueden variar la materia prima principal que es papaya y tomate, lo cual afecta el perfil sensorial del producto y este puede resultar poco agradable para sus consumidores.

Cuadro 38. Categoría de frutas y vegetales representativa al 6.6% del consumo y gasto dentro del hogar con sus respectivos alimentos

| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|--|-----------------|-------------------|--|
| Apio, tomate, repollo, zanahoria, güisquil, lechuga, ajo, arveja | Dureza | 1 | Rodríguez, S. Qüesta, A. (1912). Granados, C. Acevedo, D. Cabeza, A. Lozano, A. (2014). |
| | Elasticidad | 3 | Rodríguez, S. Qüesta, A. (1912). Granados, C. Acevedo, D. Cabeza, A. Lozano, A. (2014). |

Continuación Cuadro 38.

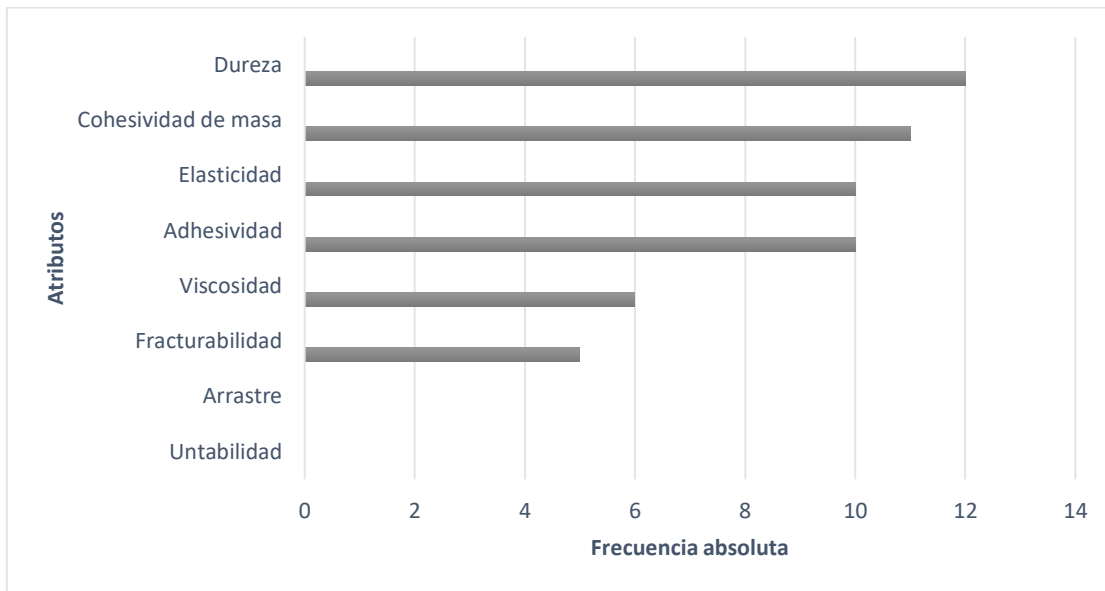
| Alimentos listos para su consumo | Atributo | Frecuencia | Literatura |
|--|---------------------|-------------------|---|
| Apio, tomate, repollo, zanahoria, güisquil, lechuga, ajo, arveja | Adhesividad | 4 | Rodríguez, S. Qüesta, A. (1912). Granados, C. Acevedo, D. Cabeza, A. Lozano, A. (2014). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Rodríguez, S. Qüesta, A. (1912). Granados, C. Acevedo, D. Cabeza, A. Lozano, A. (2014). |
| Salsa y pasta de tomate | Viscosidad | 2 | Millán, L. Cardona, L. Herrera, J. Arbeláez, D. Gutiérrez, D. (2010). |
| | Elasticidad | 3 | Millán, L. Cardona, L. Herrera, J. Arbeláez, D. Gutiérrez, D. (2010). |
| | Cohesividad de masa | 6 | Millán, L. Cardona, L. Herrera, J. Arbeláez, D. Gutiérrez, D. (2010). |

Una vez analizados los atributos de textura en las cinco categorías de alimentos de mayor consumo en la dieta del guatemalteco, reportados por el ENCOVI y analizado por PRESANCA y SICA de los Cuadros 34 al 38 evidenciando relevantes solamente algunas características texturales según los autores que se citaron en la columna titulada como literatura, fue posible la realización de un análisis estadístico de frecuencia absoluta. Con este análisis se buscaba determinar qué atributos de textura tenían mayor repetición en estos grupos de alimentos, para escoger los cuatro con mayor presencia para el desarrollo del entrenamiento de textura. Se determinó mediante la revisión bibliográfica los atributos con mayor presencia son dureza, con una mención de 12 veces, seguido por cohesividad de masa con una mención de 11 veces y, por último, elasticidad y adhesividad con una mención de 10 veces en los diferentes estudios. Estos resultados se pueden observar a continuación en el Cuadro 39 y en la Figura 16. Esto se puede interpretar, como que en el 47.9% de la dieta diaria del guatemalteco, los atributos con mayor prevalencia son los mencionados, mientras que los de menor incidencia son viscosidad con una mención de 6 veces, seguido por fracturabilidad con 5 veces y arrastre y untabilidad sin ninguna mención en la literatura.

Cuadro 39. Frecuencia absoluta de atributos con mayor importancia en alimentos de mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala.

| Atributo | Frecuencia |
|---------------------|-------------------|
| Dureza | 12 |
| Viscosidad | 6 |
| Elasticidad | 10 |
| Adhesividad | 10 |
| Fracturabilidad | 5 |
| Cohesividad de masa | 11 |
| Arrastre | 0 |
| Untabilidad | 0 |

Figura 16. Resultados de frecuencia absoluta de atributos con mayor importancia en alimentos con mayor consumo y gasto mensual dentro del hogar en la ciudad de Guatemala.



B. Selección de panelistas:

A continuación, se presenta la fase de selección de panelistas, la cual se llevó a cabo mediante tres pruebas (Cuadro 40), con el objetivo de poder seleccionar a un mínimo de 10 a 12 personas para el entrenamiento según Civile y Szcześniak (1973). Las personas debían de cumplir con los requisitos de la prueba preliminar y luego ser seleccionado para elaborar la prueba de ranking con una escala de dureza y la descripción de alimentos. En la prueba preliminar se admitieron a 73 personas, de las cuales solo el 58.9% fueron admitidas para la siguiente fase con las pruebas de ranking y la descripción de alimentos. Para esta segunda fase, se admitieron a 31 personas, de las cuales solo el 64.5% aprobó el ranking de la escala de dureza, conllevando a que solo pudieran seleccionarse de estas 20 personas aprobadas para la prueba de descripción de alimentos. Sin embargo, las mismas 32 personas fueron admitidas para la prueba de descriptores de distintos alimentos, considerando que solo 12 de las 20 que aprobaron la prueba de ranking sin ninguna equivocación pudieron ser parte del panel, siendo solamente el 41.9% de los 31 participantes iniciales de la segunda fase. Los 13 panelistas que fueron seleccionados obtuvieron un 65% de respuestas correctas debido a una descripción completa de los alimentos, lo cual garantiza que son personas que cumplen con tres distintos filtros que facilitan el entrenamiento debido a la elección de alimentos para las escalas, como también en cuanto a que entienden y diferencian distintas características de textura.

Cuadro 40. Resultados de pruebas utilizadas para la selección de panelistas pertenecientes al entrenamiento de cuatro atributos de textura

| Tipo de prueba | Personas examinadas | Personas aprobadas | Porcentaje de aprobación (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Preliminar con información personal | 73 | 43 | 58.9 |
| Ranking de escala de dureza | 31 | 20 | 64.5 |
| Descripción de alimentos | 31 | 13 | 41.9 |

Se puede observar que en la fase final se reclutaron 12 personas para el entrenamiento de cuatro atributos de textura, sin embargo, a lo largo de las primeras semanas dos personas que eran seleccionadas tuvieron que retirarse por temas personales, quedando 11 panelistas para la continuación del estudio. Estos 11 panelistas a lo largo del documento se referirán con los códigos encontrados en el Cuadro 41 debido a temas confidenciales de identidad. Sin embargo, se puede observar que, de las 11 personas, solamente cuatro (36%) eran del género masculino y siete (64%) del género femenino, oscilando en rango de edad de 18 a 22 años, cursando de primero a tercer año de diferentes carreras de la Universidad del Valle de Guatemala. Todos los participantes cumplieron con los requisitos y parámetros recomendados según Civile y Szcześniak (1973) y Bourne, Sandoval, Villalobos, Buckle (1975) de disponibilidad de

tiempo, interés por su participación en el estudio, inteligencia en las pruebas, armonía y trabajo en equipo, asistencia regular y comportamiento adecuado para el buen desarrollo del entrenamiento, por lo que la selección evidenció cumplir con su objetivo.

Cuadro 41. Datos generales de 11 panelistas admitidos para el entrenamiento de cuatro atributos de textura

| Código de panelistas | Género | Edad |
|-----------------------------|---------------|-------------|
| DF | Femenino | 20 |
| DC | Masculino | 18 |
| ES | Femenino | 19 |
| FF | Masculino | 18 |
| KC | Femenino | 18 |
| MB | Masculino | 18 |
| JC | Femenino | 22 |
| EO | Masculino | 20 |
| SA | Femenino | 18 |
| SP | Femenino | 19 |
| KR | Femenino | 20 |

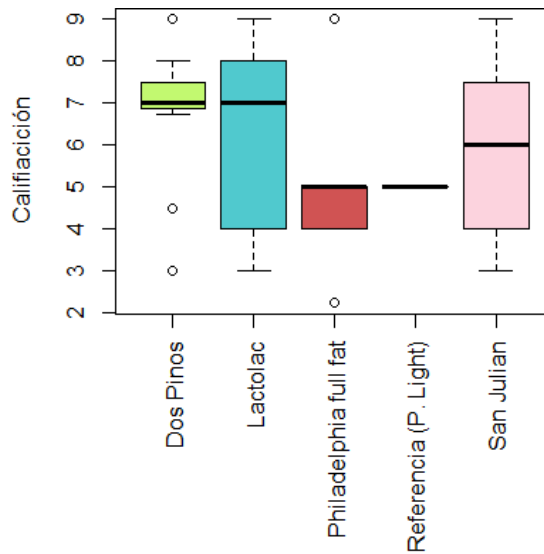
C. Selección de referencias locales y recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002):

A continuación, se presentan las referencias locales con un mínimo grado de diferencia a las recomendadas de Estados Unidos según la literatura. Estas están divididas por atributos, iniciando con dureza, seguido de adhesividad, cohesividad de masa y terminando con elasticidad. En cada apartado, se inicia mostrando los análisis estadísticos de ANOVA y prueba de LSD de Fisher para cada ancla de la escala, con el objetivo de evidenciar que no haya diferencia en las medias de los productos contra la referencia importada. Seguido, se muestra el producto elegido con información principal, luego la escala completa con ilustraciones de los productos y, por último, un resumen con la escala y las condiciones generales de las muestras utilizadas.

- **Dureza**

Se inició con la referencia de Queso crema, el cual en la escala de Texture Profile es equivalente a “1”. En la Figura 17 y Cuadro 42, se pueden observar los resultados, donde se evidencia mediante mediciones sensoriales por los 11 panelistas, que los productos con mayor similitud a la referencia estadounidense Philadelphia Light, son todas las marcas locales escogidas. Sin embargo, las marcas con mayor similitud en cuanto a las calificaciones brindadas por los panelistas evidenciando una menor diferencia significativa son San Julián y Philadelphia Full Fat.

Figura 17. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

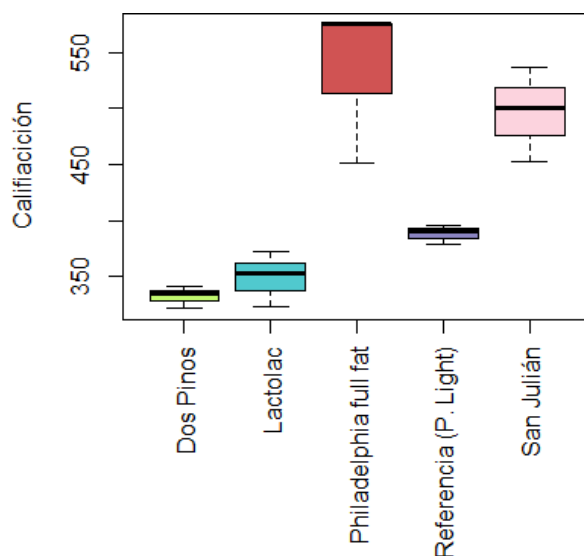


Cuadro 42. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Dos Pinos | 6.770833 | A |
| Lactolac | 6.166667 | A |
| San Julián | 5.895833 | A |
| Philadelphia Light (Referencia) | 5.000000 | A |
| Philadelphia full fat | 4.854167 | A |

Luego, con la misma referencia de Queso crema, equivalente a “1” en la escala, se presentan los resultados en la Figura 18 y el Cuadro 43 obtenidos mediante mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3, que los productos con mayor similitud a la referencia estadounidense Philadelphia Light es la marca San Julián.

Figura 18. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 43. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Philadelphia full fat | 533.6667 | A |
| San Julián | 496.0000 | AB |
| Philadelphia Light (Referencia) | 388.3333 | BC |
| Lactolac | 349.3333 | C |
| Dos Pinos | 332.6667 | C |

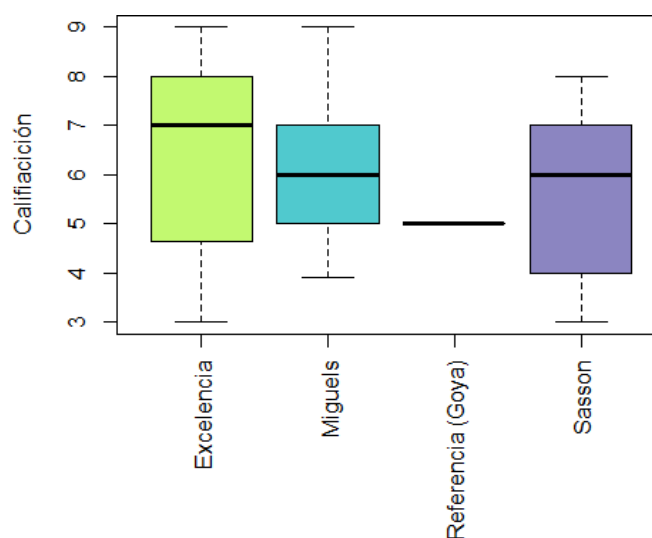
Por lo que, se concluye que, para el ancla de Queso crema, siendo equivalente en la escala a “1” el producto local seleccionado debido a la mínima diferencia con la recomendada es la marca San Julián. A continuación, en el Cuadro 44, se pueden observar algunas propiedades del alimento escogido, considerando que es una marca disponible en la ciudad de Guatemala, además de que tiene un alto consumo por los guatemaltecos.

Cuadro 44. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Queso crema** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile

| Queso crema “San Julián” | |
|--|--|
| Calificación en la escala | 1 |
| Marca de producto seleccionado | San Julián |
| Descripción del producto | Queso crema de 230g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Dureza según texturómetro Brookfield CT3 | 496g |

Luego, al seguir con la referencia de Aceitunas, las cuales en la escala de Texture Profile son equivalentes a “6”, se pueden observar sus resultados sensoriales en la Figura 19 y Cuadro 45. Se evidencia que, según la calificación de los 11 panelistas, las marcas con mayor similitud a la referencia estadounidense Goya, son todas. Por lo que todas las marcas previamente elegidas, presentan una dureza sensorial sin mayor grado de diferencia en las medias de las calificaciones de los panelistas, lo que significa que se puede elegir cualquiera, tomando en cuenta que la que menos varía contra la recomendada es de marca Sassón, seguida por Miguel’s y terminando con Excelencia.

Figura 19. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Aceitunas** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

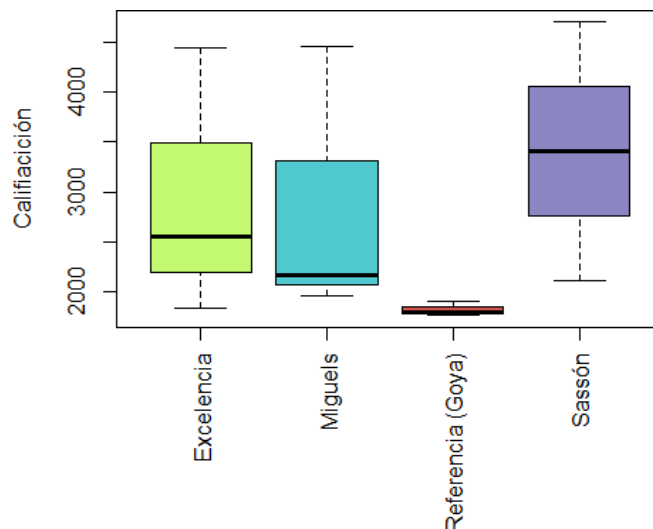


Cuadro 45. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Aceitunas** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Excelencia | 6.441667 | A |
| Miguel's | 6.179167 | A |
| Sassón | 5.416667 | A |
| Goya (Referencia) | 5.000000 | A |

A continuación, se pueden observar los resultados fisicoquímicos del texturómetro Brookfield CT3 en la Figura 20 y Cuadro 46, siguiendo con la referencia de Aceitunas, equivalentes a “6” en la escala. Se puede observar nuevamente que no hay diferencia significativa en dureza según las mediciones con el equipo, por lo que nuevamente se puede elegir cualquier marca, tomando en cuenta que la que presenta menor diferencia es la marca Miguel’s, seguida por Excelencia y terminando con Sassón.

Figura 20. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Aceitunas** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 46. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla **Aceitunas** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Sassón | 3406.667 | A |
| Excelencia | 2942.667 | A |
| Miguel’s | 2864.667 | A |
| Goya (Referencia) | 1818.667 | A |

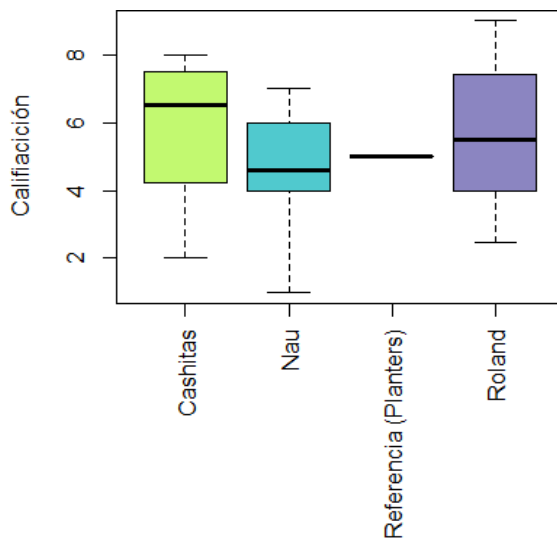
En este caso, se determinó la marca de las Aceitunas siendo equivalente en la escala a “6” es Miguel’s, debido a tiene una menor diferencia con la recomendada (Goya) en cuanto a las mediciones fisicoquímicas. Asimismo, se considera una marca recomendada y bastante consumida por los guatemaltecos, considerando que para las pruebas las aceitunas no evidenciaban mayor diferencia entre ellas en la bolsa, mientras que las de marca Sassón variaban significativamente en cuanto a temas de calidad. Debido a esto, se considera la elección de un producto que no varíe de forma significativamente, para no alterar el entrenamiento y que las mediciones sean reproducibles en otro momento. A continuación, en el Cuadro 47, se observan propiedades del producto elegido, tiendas donde puede adquirir y mediciones realizadas con el texturómetro Brookfield CT3.

Cuadro 47. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Aceitunas** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile

| Aceitunas “Miguel’s” | |
|--|--|
| Calificación en la escala | 6 |
| Marca de producto seleccionado | Miguel’s |
| Descripción del producto | Aceitunas Miguel’s de 227g en envase de vidrio |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Dureza según texturómetro Brookfield CT3 | 2864.7g |

Por otro lado, al continuar con la referencia de Manías, siendo esta equivalente a un “9.5” en la escala de Texture Profile, se presentan los resultados en la Figura 21 y Cuadro 48. Estos resultados sensoriales obtenidos por los 11 panelistas evidencian a la marca Naú con menor grado de diferencia y mayor similitud a la referencia estadounidense Planters, es la marca Naú. Considerando que le siguen la marca local Roland y luego Cashita´s.

Figura 21. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Manías** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

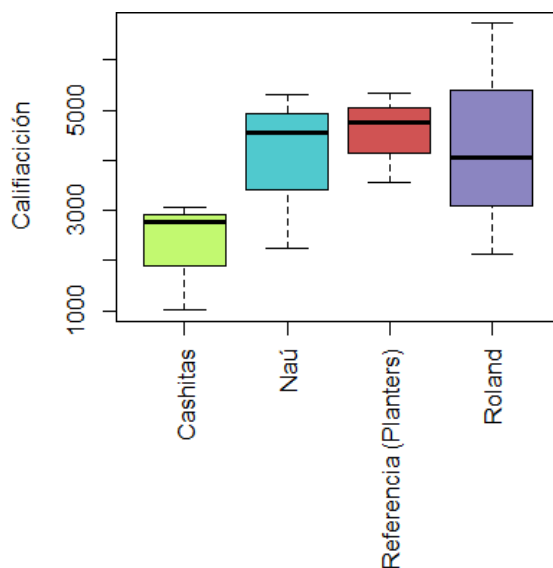


Cuadro 48. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Manías** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Cashita´s | 5.870833 | A |
| Roland | 5.770833 | A |
| Planters (Referencia) | 5.000000 | A |
| Naú | 4.683333 | A |

Luego, en cuanto a las mediciones fisicoquímicas del mismo alimento, Manías siendo esta equivalente a un “9.5” en la escala, sus resultados se presentan en la Figura 22 y Cuadro 49. Se evidencia que en cuanto a las mediciones con el texturómetro Brookfield CT3, la marca con menor grado de diferencia a la referencia Planters, es la marca Roland, seguido de Naú y terminando nuevamente con Cashita´s.

Figura 22. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Manías** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 49. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla **Manías** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Planters (Referencia) | 4548 | A |
| Roland | 4300 | A |
| Naú | 4038 | A |
| Cashita´s | 2293 | A |

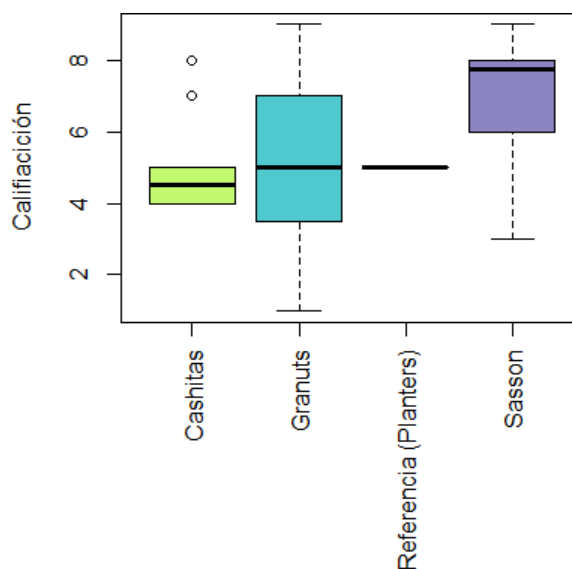
En esta ocasión se determinó la marca disponible en la ciudad de Guatemala de las Manías, las cuales son equivalentes en la escala a “9.5”, como Naú. Esto debido a que este alimento presento mayor similitud en cuanto a las mediciones fisicoquímicas y una leve variación en las mediciones sensoriales con los 11 panelistas. Sin embargo, cabe mencionar que todas las marcas eran equivalentes tanto en mediciones sensoriales como en fisicoquímicas, pero esta marca tiene mayor presencia en el mercado guatemalteco, considerando que tiene mayor control de calidad en sus productos y se garantiza que haya muy poca variación entre las producciones. En el siguiente Cuadro, se pueden observar algunas propiedades de la marca elegida para la posterior reproducibilidad del estudio.

Cuadro 50. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Manías** equivalente a “**9.5**” en la escala de Texture Profile

| Manía “Naú” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 9.5 |
| Marca de producto seleccionado | Naú |
| Descripción del producto | Maní con sal de 130g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Dureza según texturómetro Brookfield CT3 | 4048g |

Siguiendo con la referencia de Almendras, siendo estas equivalentes a “11” en la escala de Texture Profile, sus resultados sensoriales de los 11 panelistas se presentan en la Figura 23 y Cuadro 51. Estos datos evidencian que la marca disponible en la ciudad de Guatemala con mayor similitud a la referencia estadounidense Planters, es la marca Cashita’s. Asimismo, se puede observar que en cuanto a la dureza percibida de forma sensorial la marca Granuts o Sassón, tienen una diferencia significativa por lo que sus medias no son iguales a la referencia según los panelistas.

Figura 23. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Almendras** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

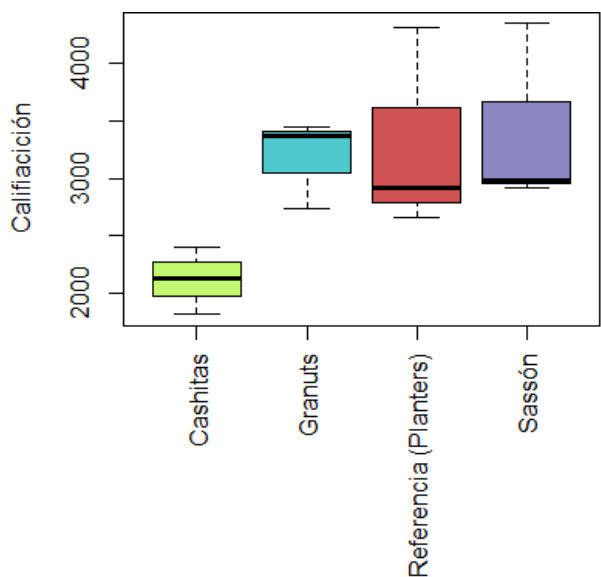


Cuadro 51. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Almendras** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Sassón | 6.958333 | A |
| Granuts | 5.083333 | AB |
| Planters (Referencia) | 5.000000 | B |
| Cashita's | 4.916667 | B |

En la Figura 24 y el Cuadro 52, se pueden observar los resultados de la referencia de Almendras, siendo estas equivalentes a “11” en la escala de Texture Profile. Se evidencia según las mediciones fisicoquímicas de dureza con el equipo, que todas las marcas no tienen diferencia significativa en las medias, por lo que se puede utilizar cualquiera como equivalente de la referencia estadounidense Planters.

Figura 24. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Almendras** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 52. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla **Almendras** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Sassón | 3417.000 | A |
| Planters (Referencia) | 3299.667 | A |
| Granuts | 3184.667 | A |
| Cashita's | 2123.333 | A |

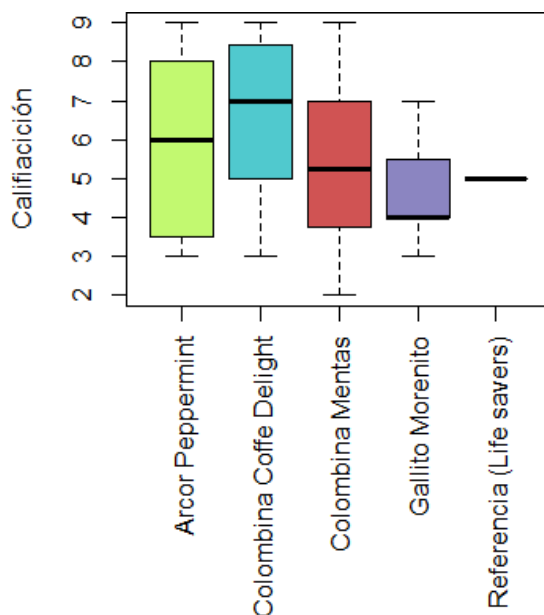
En el Cuadro 53, se pueden observar las características del producto elegido como equivalente a la referencia estadounidense, en este caso para las Almendras que son equivalentes a “11” en la escala de Texture Profile. La marca escogida es Cashita’s, debido a que según las mediciones sensoriales por los 11 panelistas es la única con características similares. En casos específicos si hay una diferencia tanto del equipo como de los panelistas, pero siempre se considera la marca escogida mediante el panel y luego se valida, debido a que es una marca común en el mercado guatemalteco y por lo mismo tiene un control en el alimento que garantiza que no puede variar entre lotes el producto.

Cuadro 53. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Almendras** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile

| Almendras “Cashita’s” | |
|--|--|
| Calificación en la escala | 11 |
| Marca de producto seleccionado | Cashita’s |
| Descripción del producto | Almendras horneadas con sal marina de 70g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Dureza según texturómetro Brookfield CT3 | 2123.3g |

En la Figura 25 y el Cuadro 54, se presentan los resultados del Caramelo macizo, siendo este equivalente a “14.5” según la escala de Texture Profile. Los resultados sensoriales presentados son los recopilados por el panel de 11 personas, indican que todas las marcas seleccionadas de esta gama de producto tienen características similares al producto de referencia marca Life Savers. Por lo que cualquiera de las marcas o productos podrían ser el equivalente a la referencia.

Figura 25. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Caramelo macizo** equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**




Cuadro 54. Separación de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Caramelo macizo** equivalente a “14.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Colombina Coffe Delight | 6.658333 | A |
| Arcor Peppermint | 5.870833 | A |
| Colombina Menta | 5.495833 | A |
| Life Savers (Referencia) | 5.000000 | A |
| Gallito Morenito | 4.583333 | A |

En el Cuadro 55, se presentan los parámetros de la marca elegida para el Caramelo macizo, siendo este equivalente a “14.5” según la escala de Texture Profile. La marca escogida por los análisis sensoriales por parte de los 11 panelistas fue el Caramelo Macizo Morenito de Gallito, ya que este era el que tenía mayor similitud a la referencia, a pesar de que no había ningún producto que evidenciara diferencia significativa en las medias para que no pudiera elegirse. En este caso no hubo análisis de mediciones fisicoquímicas, debido a que el equipo Brookfield CT3, no tiene la capacidad de realizar mediciones con alimentos tan duros, considerando que se esperaba la medición de la dureza al quebrar completamente el dulce con los molares.

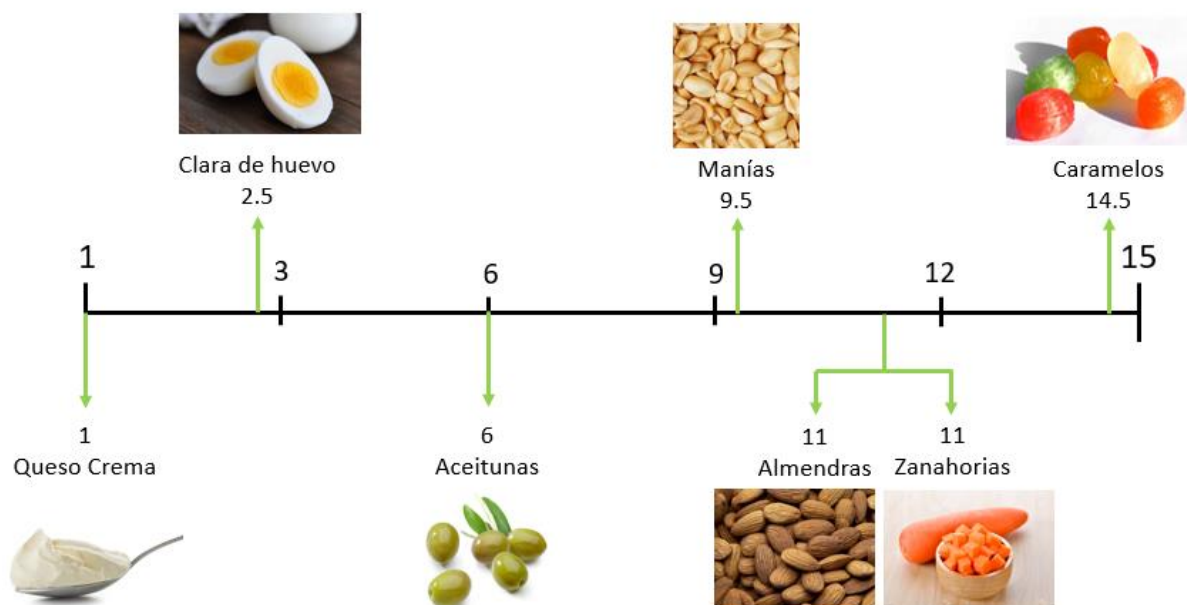
Cuadro 55. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Caramelo macizo** equivalente a “**14.5**” en la escala de Texture Profile

| Caramelo macizo “Morenito” | |
|--|--|
| Calificación en la escala | 14.5 |
| Marca de producto seleccionado | Morenito marca Gallito |
| Descripción del producto | Confite de bolsa de 50 unidades (210g) |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 60 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Dureza según texturómetro Brookfield CT3 | N/A* |

*Nota: No fue posible la medición fisicoquímica de dureza con el Texturómetro Brookfield CT3, debido a que el alimento sobrepasa la fuerza que se requiere para romperlo, por lo que conlleva a una sobrecarga en el equipo.

A continuación, en la Figura 26, se presenta la escala física final de 15 puntos utilizada para el entrenamiento de Dureza, con los productos locales y disponibles en la ciudad de Guatemala considerando las evaluaciones sensoriales por los 11 panelistas y las mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3. Se puede observar que es una Figura con imágenes alusivas a los productos escogidos, esto con el objetivo de que en las pruebas finales o de reproducibilidad, al validar el entrenamiento de un atributo, los panelistas puedan ver la imagen y recordarse de mejor manera la percepción textural de cada alimento.

Figura 26. Escala física de 15 puntos para atributo de **Dureza** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3



Por último, en el Cuadro 56, se puede observar un resumen de la escala de 15 puntos para el atributo de Dureza, donde se presentan los productos elegidos para cada ancla, su marca o tipo, el tamaño de la muestra y temperatura en que deben de servirse. Asimismo, se presenta la técnica de prueba y el concepto del atributo, para facilitar el entrenamiento de este. En conclusión, es el resumen de toda la información mencionada anteriormente para la reproducibilidad de la metodología de entrenamiento de este atributo en específico.

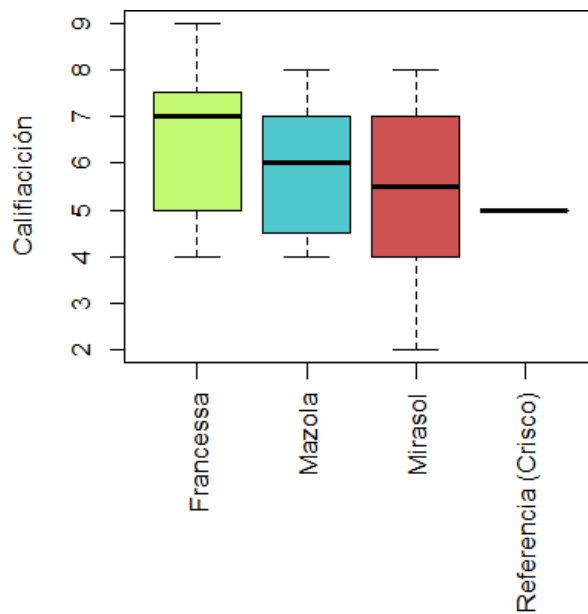
Cuadro 56. Escala de 15 puntos para atributo de **Dureza** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3

| Técnica: Colocar la muestra entre los molares o entre la lengua y el paladar, masticar de forma uniforme, evaluando la fuerza necesaria para comprimir los alimentos. “Suave” → “Duro” | | | | | |
|---|------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Definición: Atributo mecánico de textura que relaciona la fuerza necesaria para lograr una deformación o penetración en un producto. Se percibe en la boca al comprimir un producto entre los dientes (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos) | | | | | |
| Término popular | Valor en escala | Referencia | Marca/tipo | Tamaño de muestra | Temperatura (°C) |
| Suave | 1 | Queso crema | San Julián | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| | 2.5 | Clara de huevo | No especificada Cocido (5 min) | 1.25cm (cubo) | 25 |
| | 6 | Aceitunas | Miguel´s | 3 aceitunas con pimiento | 10 a 18 |
| Duro | 9.5 | Manías | Naú | 5 manías enteras | 25 |
| | 11 | Zanahorias | No especificada Cruda | Bastones de 1.25cmx1.25cm | 10 a 18 |
| | 11 | Almendras | Cashita´s | 5 almendras enteras | 25 |
| | 14.5 | Caramelo macizo | Morenito | 2 unidades | 25 |

- **Adhesividad**

Se inició con la referencia de Margarina, la cual en la escala de Texture Profile es equivalente a “1”. En la Figura 27 y el Cuadro 57, se pueden observar los resultados sensoriales de 11 panelistas, que la marca de los productos con mayor similitud a la referencia estadounidense Crisco, son todas las marcas locales escogidas. Sin embargo, las marcas con mayor similitud en cuanto a las calificaciones brindadas por los panelistas evidenciando una menor diferencia significativa son Mirasol, seguido de Mazola y terminando con Francessa.

Figura 27. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Margarina** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

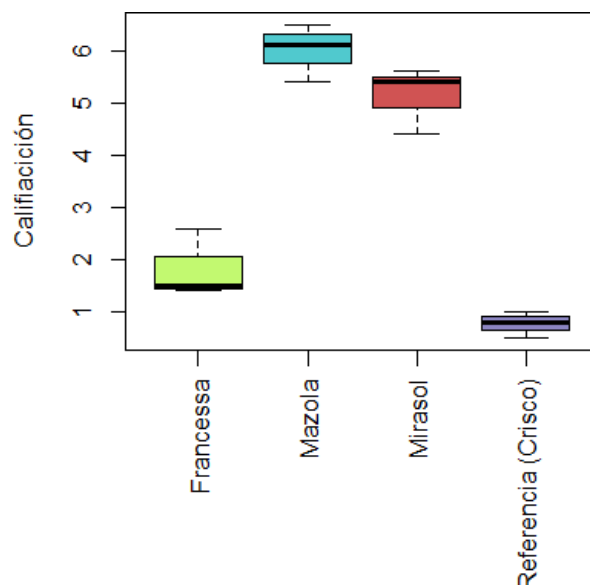


Cuadro 57. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Margarina** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Francessa | 6.416667 | A |
| Mazola | 5.958333 | A |
| Mirasol | 5.416667 | A |
| Crisco (Referencia) | 5.000000 | A |

En la Figura 28 y el Cuadro 58, se presentan los resultados fisicoquímicos de adhesividad medidos con el texturómetro Brookfield CT3, para la referencia de Margarina, equivalente a “1” en escala de Texture Profile. Se evidencia que la marca disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala con mayor similitud a la referencia estadounidense Crisco es Francessa. Sin embargo, se observa que según estas mediciones tanto Mirasol como Mazola no tienen un grado mínimo de similitud con la referencia, conllevando a que en cuanto a mediciones fisicoquímicas la elegida sea la marca Francessa.

Figura 28. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Margarina** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 58. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Margarina** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Mazola | 6.0000000 | A |
| Mirasol | 5.1333333 | A |
| Francessa | 1.8333333 | B |
| Crisco (Referencia) | 0.7666667 | B |

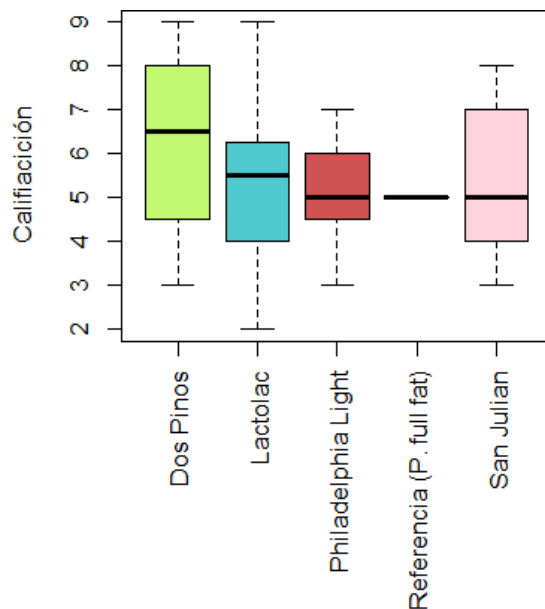
En el Cuadro 59, se puede observar la información de la marca Mirasol para la referencia de Margarina, equivalente a “1” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se consideró el uso de los resultados sensoriales, debido a que este tipo de producto tiene una temperatura de fusión en la boca que el equipo no puede percibir. Por lo que se considera que el producto equivalente a la referencia Crisco es la marca Mirasol, teniendo un comportamiento de adhesividad similar y útil para desarrollar el entrenamiento del atributo.

Cuadro 59. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Adhesividad** siendo ancla de **Margarina** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile

| Margarina “Mirasol” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 1 |
| Marca de producto seleccionado | Mirasol |
| Descripción del producto | Margarina regular 400g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 70 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Adhesividad según texturómetro Brookfield CT3 | 5.13mJ |

Seguido, se analizó la referencia de Queso crema, el cual es equivalente a “3” en la escala de Texture Profile. En la Figura 29 y Cuadro 60, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto con mayor similitud a la referencia estadounidense Philadelphia Full Fat, es Philadelphia Light, considerando que al final todas las marcas podrían utilizarse, ya que ninguna evidencia diferencia significativa en las medias sensoriales obtenidas.

Figura 29. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

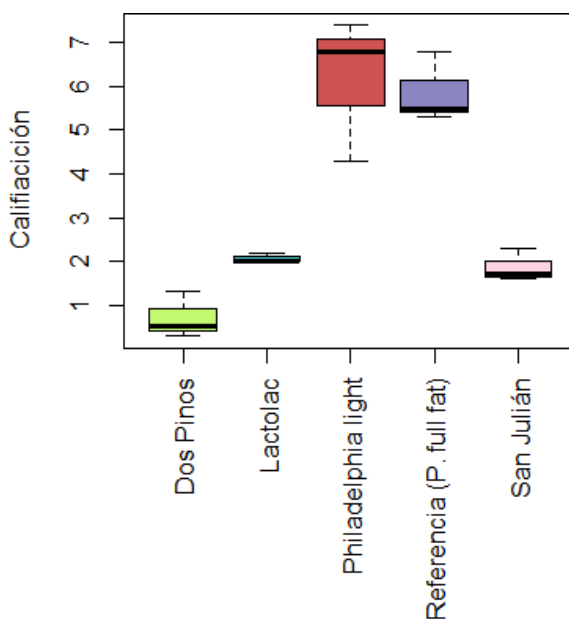


Cuadro 60. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Dos Pinos | 6.125000 | A |
| Lactolac | 5.291667 | A |
| San Julián | 5.250000 | A |
| Philadelphia Light | 5.083333 | A |
| Philadelphia Full Fat (Referencia) | 5.000000 | A |

Luego, se analizó la referencia de Queso crema, el cual es equivalente a “3” en la escala de Texture Profile. En la Figura 30 y Cuadro 61, se presentan los resultados fisicoquímicos de las mediciones de adhesividad con el texturómetro Brookfield CT3, donde se evidencia que la marca con menor diferencia significativa a la referencia Philadelphia Full Fat es Philadelphia Light. Asimismo, se puede observar que según las mediciones del equipo el Philadelphia Light es el único equivalente y que no tiene diferencia significativa en las medias de los demás productos.

Figura 30. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**



Cuadro 61. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Queso crema** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Philadelphia Light | 6.166667 | A |
| Philadelphia Full Fat (Referencia) | 5.866667 | A |
| Lactolac | 2.066667 | B |
| San Julián | 1.866667 | B |
| Dos Pinos | 0.700000 | B |

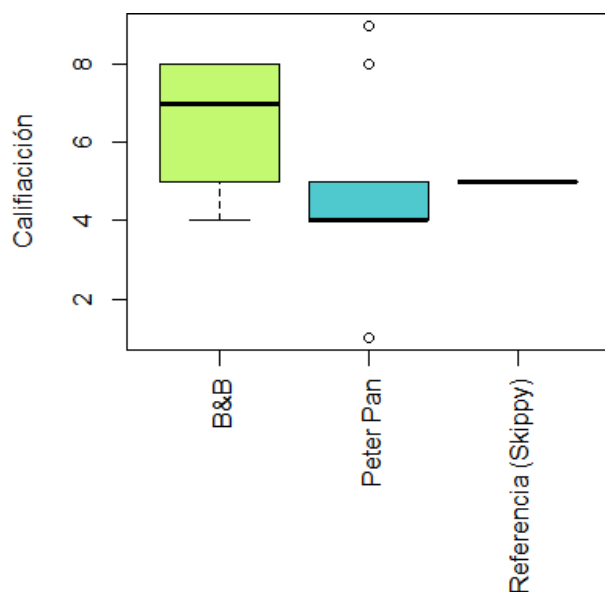
En el Cuadro 62, se puede observar la información de la marca de Queso crema Philadelphia Light para la referencia de Queso crema, equivalente a “3” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se consideró que la marca equivalente y sin evidenciar diferencia significativa en las medias era la Philadelphia Light. Esta marca es altamente consumida en la ciudad de Guatemala, por lo que su textura es ideal para desarrollar el entrenamiento del atributo de adhesividad. Asimismo, se considera una marca con elevado control de calidad, por lo que se garantiza que no habrá variación significativa que pueda afectar la reproducibilidad del estudio.

Cuadro 62. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Adhesividad** siendo ancla **Queso crema** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile

| Queso crema “Philadelphia Light” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 3 |
| Marca de producto seleccionado | Philadelphia Light untable |
| Descripción del producto | Queso crema Light untable 150g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Adhesividad según texturómetro Brookfield CT3 | 6.17mJ |

Como ultimo alimento de la escala, se analizó la referencia de Mantequilla de maní, la cual es equivalente a “7” en la escala de Texture Profile. En la Figura 31 y Cuadro 63, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto con mayor similitud a la referencia estadounidense Skippy es la marca Peter Pan. Asimismo, se evidencia que la otra marca de mantequilla de maní analizada B&B, evidencia diferencia significativa en las medias de sus calificaciones sensoriales al compararla con la referencia, ya que su textura es totalmente distinta.

Figura 31. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Mantequilla de maní** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

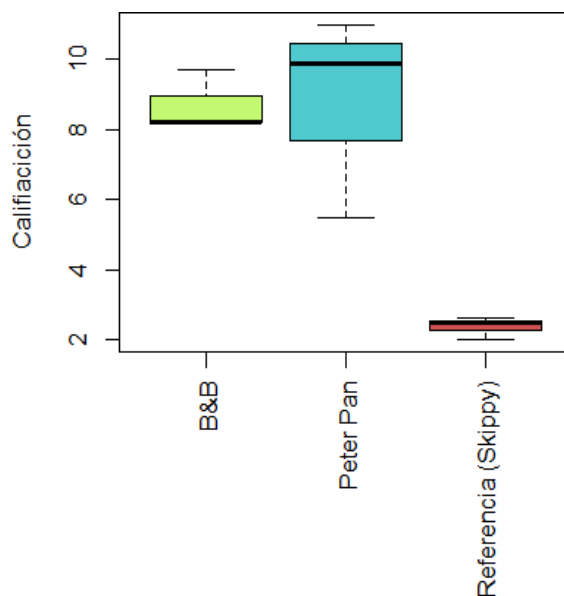


Cuadro 63. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Mantequilla de maní** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| B&B | 6.500000 | A |
| Skippy (Referencia) | 5.000000 | AB |
| Peter Pan | 4.708333 | B |

Luego, se analizó la referencia de Mantequilla de maní, la cual es equivalente a “7” en la escala de Texture Profile. En la Figura 32 y Cuadro 64, se presentan los resultados fisicoquímicos de las mediciones de adhesividad con el texturómetro Brookfield CT3, donde se evidencia que ninguna marca disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala no evidencia una diferencia significativa con la referencia estadounidense Skippy. Según el equipo, no podría reemplazarse la referencia por estos dos productos, sin embargo, la elección de productos de esta gama fue tan reducida, debido a que en el mercado no había mayor disponibilidad de marcas comerciales, por lo que se consideró poco oportuno el utilizar una mantequilla de maní artesanal, debido a que puede sufrir variaciones y no ser representativa a la hora del entrenamiento del atributo de adhesividad.

Figura 32. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Mantequilla de maní** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**



Cuadro 64. Separación de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Mantequilla de maní** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Peter Pan | 8.800000 | A |
| B&B | 8.700000 | A |
| Skippy (Referencia) | 2.366667 | B |

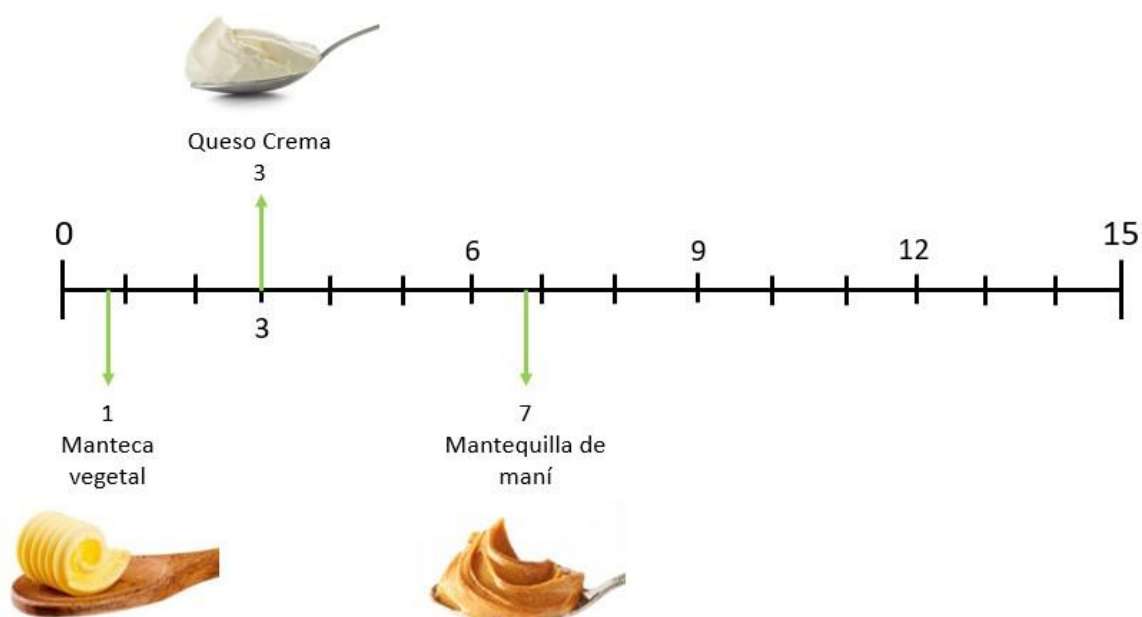
En el Cuadro 65, se puede observar la información de la marca Peter Pan para la referencia de Mantequilla de maní, equivalente a “7” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se consideró que la marca equivalente y sin evidenciar diferencia significativa en las medias sensoriales era Peter Pan. A pesar de que los resultados fisicoquímicos evidencian que, si hay diferencia significativa entre la referencia y la escogida, se determinó esta referencia debido a la opinión de los panelistas, ya que la adhesividad de la escogida tiene una leve diferencia con la referencia, la cual no es detectada por el equipo. Sin embargo, se llegó al consenso con los 11 panelistas, donde si esta referencia no cumplía con la adhesividad esperada, se podría sustituir, sin embargo, el cambio que se solicitó fue que este producto fuera más adhesivo y la escala se extendiera hasta 15 puntos.

Cuadro 65. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Adhesividad** siendo ancla de **Mantequilla de maní** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile

| Mantequilla de maní “Peter Pan” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 7 |
| Marca de producto seleccionado | Peter Pan |
| Descripción del producto | Mantequilla de maní cremosa de 462g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 60 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre |
| Media de Adhesividad según texturómetro Brookfield CT3 | 8.8mJ |

A continuación, en la Figura 33, se presenta la escala física final de 15 puntos utilizada para el entrenamiento de Adhesividad, con los productos locales y disponibles en la ciudad de Guatemala considerando las evaluaciones sensoriales por los 11 panelistas y las mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3. Esta escala fue extendida y modificada hasta tener 15 puntos por consenso del panel, debido a que hay alimentos que tienen una mayor adhesividad. Se puede observar que es una Figura con imágenes alusivas a los productos escogidos, esto con el objetivo de que en las pruebas finales o de reproducibilidad, al validar el entrenamiento de un atributo, los panelistas puedan ver la imagen y recordarse de mejor manera la percepción textural de cada alimento.

Figura 33. Escala física de 15 puntos para atributo de **Adhesividad** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3



Por último, en el Cuadro 66, se puede observar un resumen de la escala de 15 puntos para el atributo de Adhesividad, donde se presentan los productos elegidos para cada ancla, su marca o tipo, el tamaño de la muestra y temperatura en que deben de servirse. Asimismo, se presenta la técnica de prueba y el concepto del atributo, para facilitar el entrenamiento de este. En conclusión, es el resumen de toda la información mencionada anteriormente para la reproducibilidad de la metodología de entrenamiento de este atributo en específico.


Cuadro 66. Escala de 15 puntos para atributo de **Adhesividad** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3

| Técnica: Colocar la muestra en la lengua, apretarla contra el paladar y evaluar la fuerza requerida para quitarlo con la lengua. “Poca fuerza para retirar” → “Mucha fuerza para retirar” | | | | | |
|--|------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Definición: Atributo mecánico de superficie de textura que relaciona la fuerza requerida para remover el material que se adhiere a la boca o sustrato (piel). | | | | | |
| Término popular | Valor en escala | Referencia | Marca/tipo | Tamaño de muestra | Temperatura (°C) |
| Poco adhesivo | 1 | Margarina | Mirasol | 30g | 25 |
| | 3 | Queso Crema | Philadelphia Light | 30g | 25 |
| Muy adhesivo | 7 | Mantequilla de maní | Peter Pan | 30g | 25 |

- **Cohesividad de masa**

En el Cuadro 67, se puede observar el producto de referencia de Queso panela de marca San Julián, equivalente a “7” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no estaba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de cohesividad de masa, sin embargo, la escala era amplia y los participantes percibían una inconsistencia en los alimentos que se tenían, además de que algunos estaban muy alejados entre sí. Por lo que se decidió entre todos, el uso de este alimento debido a la presencia de características propias del atributo, considerando que en las referencias según literatura se utilizaba un tipo de queso de rodaja, que no fue posible importar de Estados Unidos para evaluar un equivalente. Es por ello, que se decidió estipular a este producto como un ancla, considerando que fuera una marca comercial y disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala, que al mismo tiempo garantizara control de calidad para que no haya cambios evidentes que dificulten el entrenamiento.

Cuadro 67. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Cohesividad de masa** siendo ancla de **Queso panela** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile

| Queso panela “San Julián” | |
|---|--|
| Calificación en la escala | 7 |
| Marca de producto seleccionado | San Julián |
| Descripción del producto | Queso Fresco tipo Panela de 454g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre |
| Media de Cohesividad de Masa según texturómetro Brookfield CT3 | *No aplica |

*Nota: El Texturómetro Brookfield CT3 no percibe la cohesividad de masa en este alimento, por lo que no brinda la opción de poder obtener la medición.

En el Cuadro 68, se puede observar el producto de referencia de Salchicha tipo Frankfurt de marca Toledo, equivalente a “8.5” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no estaba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de cohesividad de masa, sin embargo, la escala presentaba inconsistencia debido a su amplitud y el espacio entre los alimentos. Por lo que se tomó la decisión entre todos, para introducir este alimento por las características propias del atributo, considerando que en las referencias según literatura se utilizaba un tipo de salchicha, que no fue posible importar de Estados Unidos para evaluar un equivalente. Es por ello, que se decidió estipular a este producto como un ancla, considerando que fuera una marca comercial y disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala, que al mismo tiempo garantizara control de calidad para que no haya cambios evidentes que dificulten el entrenamiento.


Cuadro 68. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Cohesividad de masa** siendo ancla de **Salchicha Frankfurt** equivalente a “8.5” en la escala de Texture Profile

| Salchicha Frankfurt “Toledo” | |
|---|--|
| Calificación en la escala | 8.5 |
| Marca de producto seleccionado | Toledo |
| Descripción del producto | Salchicha tipo Frankfurt 12 unidades (454g) |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 25 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Cohesividad de Masa según texturómetro Brookfield CT3 | *No aplica |

*Nota: El Texturómetro Brookfield CT3 no percibe la cohesividad de masa en este alimento, por lo que no brinda la opción de poder obtener la medición.


En el Cuadro 69, se puede observar el producto de referencia de Panqué con pasas de marca Bimbo, equivalente a “10” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no se encontraba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de Cohesividad de masa. Sin embargo, según los panelistas, la escala era amplia y por lo mismo no consideraban consistencia en los alimentos que se tenían, además de que algunos estaban muy alejados entre sí. Por lo que se decidió entre todos, el uso de este alimento debido a la presencia de características propias del atributo, considerándolo como un ancla. Asimismo, se analizó que fuera una marca comercial y disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala, que al mismo tiempo garantizara consistencia en el control de calidad para que no haya variación evidente que dificulte el entrenamiento.

Cuadro 69. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Cohesividad de masa** siendo ancla de **Panqué con pasas** equivalente a “10” en la escala de Texture Profile

| Panqué con Pasa “Bimbo” | |
|---|--|
| Calificación en la escala | 10 |
| Marca de producto seleccionado | Bimbo |
| Descripción del producto | Panqué con pasas de 250g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Cohesividad de Masa según texturómetro Brookfield CT3 | 0.5 |

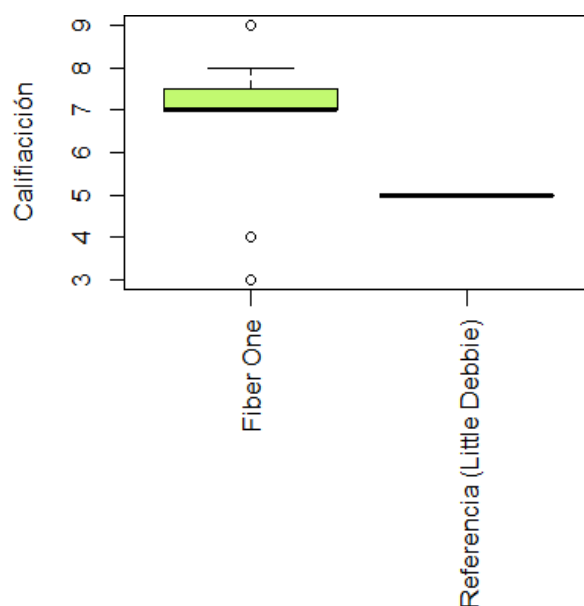
En el Cuadro 70, se puede observar el producto de referencia de Pan sándwich de marca Bimbo 0% Grasa, equivalente a “12.5” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no se encontraba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de Cohesividad de masa. Sin embargo, al tener una escala amplia, los participantes percibían inconsistencia en los alimentos que se tenían debido a su lejanía entre sí. Por lo que se decidió entre todos, el uso de este alimento debido a que presenta características propias del atributo y así estipular este producto como un ancla. Aunado a esto, se consideró que fuera una marca comercial y con elevada disponibilidad en el mercado de la ciudad de Guatemala, garantizando altos estándares de calidad para que no haya cambios evidentes que dificulten el entrenamiento.

Cuadro 70. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Cohesividad de masa** siendo ancla de **Pan sándwich** equivalente a “12.5” en la escala de Texture Profile

| Pan sándwich “Bimbo” | |
|---|---|
| Calificación en la escala | 12.5 |
| Marca de producto seleccionado | Bimbo 0% Grasa |
| Descripción del producto | Pan sándwich 0% grasa de 500g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Cohesividad de Masa según texturómetro Brookfield CT3 | 0.61 |

Para finalizar el atributo, fue analizada la referencia de Brownie, el cual es equivalente a “15” en la escala de Texture Profile. En la Figura 34 y Cuadro 71, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto considerada como un producto de gama similar disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala es Fiber One. Sin embargo, al revisar los resultados se evidencia que, en cuanto al atributo en análisis, no tiene ningún parecido y evidentemente muestra una diferencia significativa según los panelistas, por lo que no puede ser el equivalente a la referencia Little Debbie.

Figura 34. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Cohesividad de masa** siendo el ancla de **Brownie** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

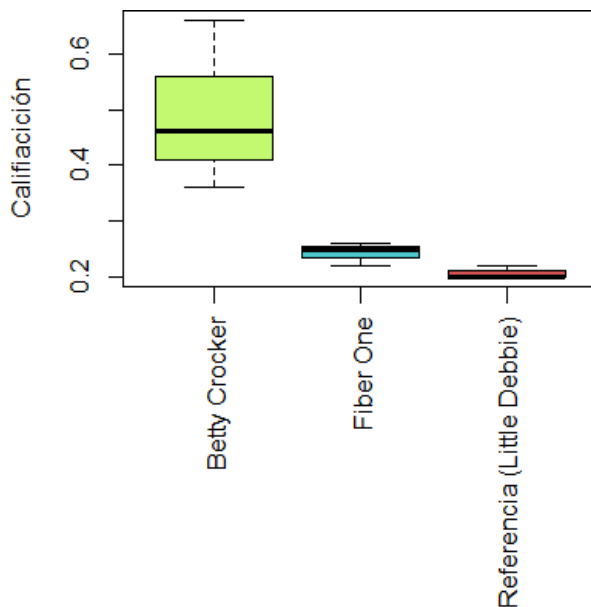


Cuadro 71. Separación de medias para atributo de **Cohesividad de masa** siendo el ancla de **Brownie** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|----------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Fiber One | 6.75 | A |
| Little Debbie (Referencia) | 5.00 | B |

Luego, se analizó la referencia de Brownie, el cual es equivalente a “15” en la escala de Texture Profile. En la Figura 35 y Cuadro 72, se presentan los resultados fisicoquímicos de las mediciones de cohesividad de masa con el texturómetro Brookfield CT3, donde se evidencia que la marca con menor diferencia significativa a la referencia Little Debbie es Fiber One y evidenciando una diferencia significativa con la marca Betty Crocker.

Figura 35. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Cohesividad de masa** siendo el ancla de **Brownie** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 72. Separación de medias para atributo de **Cohesividad de masa** siendo el ancla **Brownie** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|----------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Betty Crocker | 0.4933333 | A |
| Fiber One | 0.2433333 | B |
| Little Debbie (Referencia) | 0.2066667 | B |

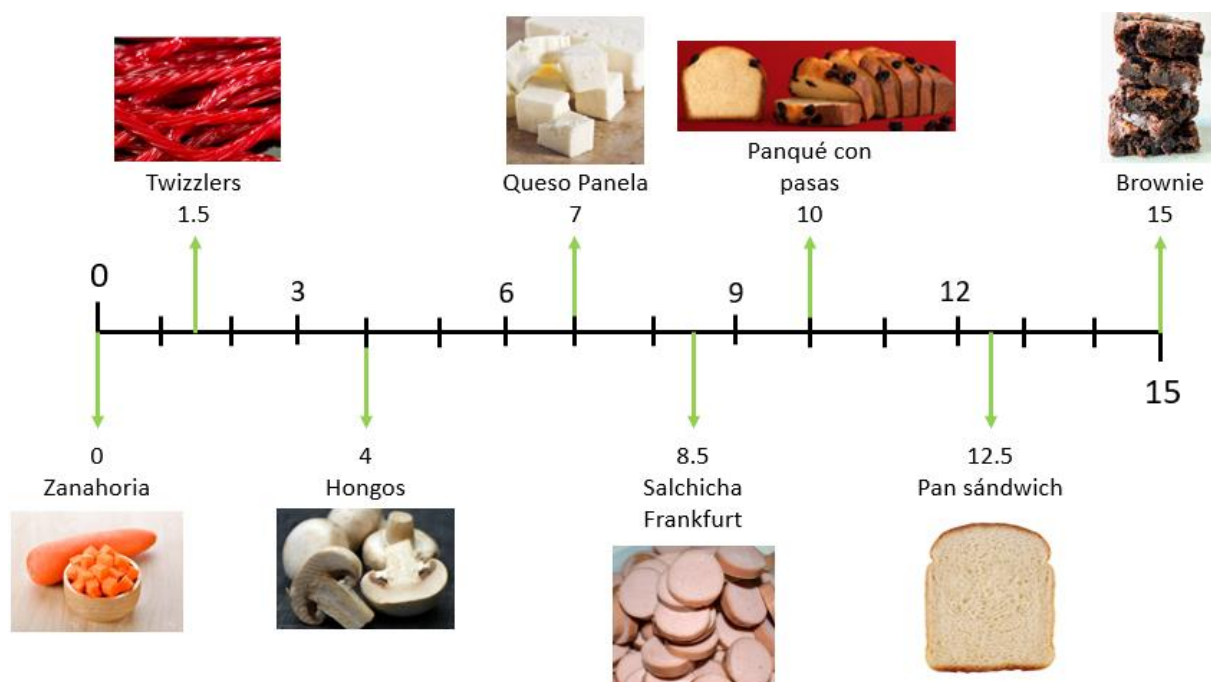
En el Cuadro 73, se puede observar la información de la marca Betty Crocker para la referencia de Brownie, equivalente a “15” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos se consideraba que el equivalente de la referencia Little Debbie era la marca Fiber One, sin embargo, al evaluar este producto los términos sensoriales este no cumplía con lo esperado para el entrenamiento, por lo que solo distorsionaba el orden de la escala, haciendo que los panelistas no se sintieran cómodos con este producto. Es por ello, que surge la necesidad de buscar un producto equivalente a la referencia estadounidense, considerando que, al no haber otro producto de la misma gama listo para consumir, se debe de considerar una premezcla y elaborarla para obtener una consistencia representativa a la referencia. Por lo que se considera el uso de la marca Betty Crocker como un equivalente, modificando la formulación, lo cual se explica brevemente en el último Cuadro de la sección del atributo. Por último, este alimento es aprobado en consenso con el panel, cumpliendo con el comportamiento de la escala de cohesividad de masa y contribuyendo al entrenamiento con los 11 panelistas.

Cuadro 73. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Cohesividad de masa** siendo ancla de **Brownie** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile

| Brownie “Betty Crocker” | |
|---|---|
| Calificación en la escala | 15 |
| Marca de producto seleccionado | Betty Crocker |
| Descripción del producto | Premezcla para Brownie Mix de 290g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Cohesividad de Masa según texturómetro Brookfield CT3 | 0.56 |

A continuación, en la Figura 36, se presenta la escala física final de 15 puntos utilizada para el entrenamiento de Cohesividad de Masa, con los productos locales y disponibles en la ciudad de Guatemala considerando las evaluaciones sensoriales por los 11 panelistas y las mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3. Esta escala fue adaptada debido a sugerencias por el panel, ya que así se facilitaba la comprensión del atributo. Se puede observar que es una Figura con imágenes alusivas a los productos escogidos, esto con el objetivo de que en las pruebas finales o de reproducibilidad, al validar el entrenamiento de un atributo, los panelistas puedan ver la imagen y recordarse de mejor manera la percepción textural de cada alimento.

Figura 36. Escala física de 15 puntos para atributo de **Cohesividad de masa** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3



Por último, en el Cuadro 74, se puede observar un resumen de la escala de 15 puntos para el atributo de Cohesividad de masa, donde se presentan los productos elegidos para cada ancla, su marca o tipo, el tamaño de la muestra y temperatura en que deben de servirse. Asimismo, se presenta la técnica de prueba y el concepto del atributo, para facilitar el entrenamiento de este. En conclusión, es el resumen de toda la información mencionada anteriormente para la reproducibilidad de la metodología de entrenamiento de este atributo en específico.

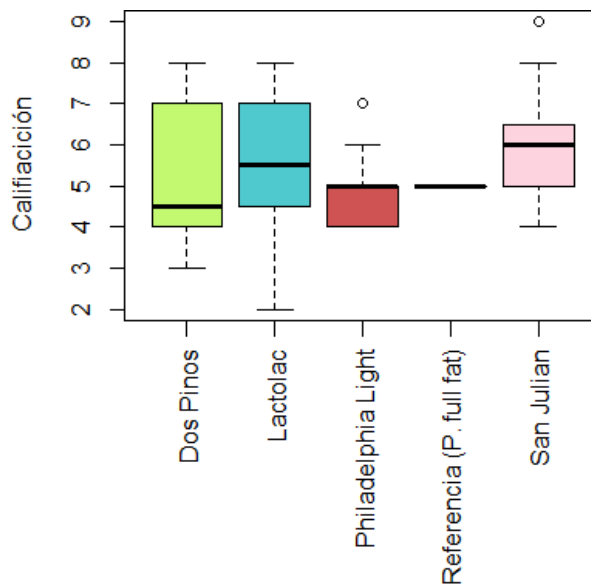
Cuadro 74. Escala de 15 puntos para atributo de **Cohesividad de masa** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3

| Técnica: Colocar la muestra en los molares y masticar entre 10 a 15 masticaciones o hasta que se perciba un cambio de fase. “Masa suelta” → “Masa apretada” | | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Definición: Atributo mecánico de textura, relacionado con el grado en que la masa se mantiene unida al masticar o durante la manipulación manual. | | | | | |
| Término popular | Valor en escala | Referencia | Marca | Tamaño de muestra | Temperatura (°C) |
| Baja cohesividad de masa | 0 | Zanahoria | No especificada Cruda | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| | 4 | Hongos | No especificada Crudo | 1.25cm (mitad) | 7 a 13 |
| | 7 | Queso Panela | San Julián | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| Alta cohesividad de masa | 8.5 | Salchicha tipo Frankfurt | Toledo Cruda | 1.25cm (porción gruesa) | 7 a 13 |
| | 10 | Panqué con pasas | Bimbo | ½ rodaja | 25 |
| | 12.5 | Pan sándwich | Bimbo | ½ rodaja | 25 |
| | 15 | Brownie | Betty Crocker | 2cmx2cm | 25 |
| Nota: Brownie → Por los 290g (bolsa de premezcla brownie fudge Betty Crocker) añadir 1 huevo de tamaño regular y 1 taza de aceite vegetal, mezclar a mano con movimientos envolventes por 3-5 minutos hasta no observar grumos y hornear por 18 -20 minutos a 350°F en moldes previamente engrasados de acero inoxidable. | | | | | |

- **Elasticidad**

Como último atributo, se analizó la referencia de Queso crema, el cual es equivalente a “0” en la escala de Texture Profile. En la Figura 37 y Cuadro 75, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto con mayor similitud a la referencia estadounidense Philadelphia Full Fat es la Philadelphia Light. Asimismo, es evidente que, para este atributo, todas las marcas de productos de la misma gama no evidencian una diferencia significativa en cuanto a sus medias, sin embargo, el más cercano es el mencionado anteriormente.

Figura 37. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**




Cuadro 75. Separación de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Queso crema** equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| San Julián | 5.916667 | A |
| Lactolac | 5.541667 | A |
| Dos Pinos | 5.250000 | A |
| Philadelphia full fat (Referencia) | 5.000000 | A |
| Philadelphia light | 4.916667 | A |

En el Cuadro 76, se puede observar la información de la marca Philadelphia Light para la referencia de Queso crema, equivalente a “0” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados sensoriales, se consideró que la marca equivalente y sin evidenciar diferencia significativa en las medias es Philadelphia Light. Se pudo observar que no hay variación en las medias con las demás marcas, por lo que se podría utilizar cualquier otra. En este alimento, no fue posible realizar las mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3, debido a que el equipo no detectaba elasticidad en este tipo de alimento, por lo que la selección fue realizada únicamente de forma sensorial.


Cuadro 76. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Elasticidad** siendo ancla de **Queso crema** equivalente a “0” en la escala de Texture Profile

| Queso crema “Philadelphia Light” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 0 |
| Marca de producto seleccionado | Philadelphia Light untable |
| Descripción del producto | Queso crema Light untable 150g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 30 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La torre Paiz |
| Media de Elasticidad según texturómetro Brookfield CT3 | *No aplica |

*Nota: El Texturómetro Brookfield CT3 no percibe la cohesividad de masa en este alimento, por lo que no brinda la opción de poder obtener la medición.

En el Cuadro 77, se puede observar el producto de referencia de Queso panela de marca San Julián, equivalente a “2” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no se encontraba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de elasticidad. Sin embargo, la escala se consideraba como amplia o alejada entre sí y poco consistente en opinión de los participantes. Por lo que se tomó la decisión entre todos, del uso de este alimento por sus características del atributo y estipular a este producto como un ancla. Asimismo, se consideró que fuera una marca comercial y disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala, para que garantizara el debido control de calidad para evitar cambios evidentes que dificulten el entrenamiento.

Cuadro 77. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Elasticidad** siendo ancla de **Queso panela** equivalente a “2” en la escala de Texture Profile

| Queso panela “San Julián” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 2 |
| Marca de producto seleccionado | San Julián |
| Descripción del producto | Queso Fresco tipo Panela de 454g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre |
| Media de Elasticidad según texturómetro Brookfield CT3 | 4.13 mm |

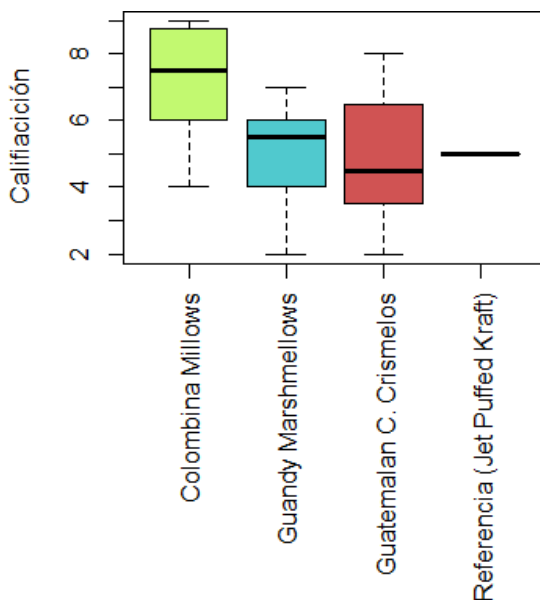
En el Cuadro 78, se puede observar el producto de referencia de Salchicha tipo Frankfurt de marca Toledo, equivalente a “5” en la escala de Texture Profile según el consenso de los 11 panelistas. Este producto no estaba dentro de los alimentos de referencia para el entrenamiento del atributo de elasticidad, considerándose a la escala como amplia y poco consistente de parte de los panelistas. Es por ello que se tomó la decisión en conjunto de introducir este alimento debido su presencia de características propias del atributo. Además, se consideró útil el producto, debido a que en las referencias según literatura se utilizaba un tipo de salchicha, que no fue posible importar de Estados Unidos para poder encontrar un equivalente disponible en el mercado guatemalteco. Aunado a ello, se tomó la decisión de considerar este producto como un ancla, evaluando que fuera una marca comercial y disponible en el mercado de la ciudad de Guatemala y que también garantizara control de calidad para evitar variaciones que dificulten el entrenamiento.

Cuadro 78. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Elasticidad** siendo ancla de **Salchicha Frankfurt** equivalente a “5” en la escala de Texture Profile

| Salchicha Frankfurt “Toledo” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 5 |
| Marca de producto seleccionado | Toledo |
| Descripción del producto | Salchicha tipo Frankfurt 12 unidades (454g) |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 25 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Elasticidad según texturómetro Brookfield CT3 | 4.53mm |

A continuación, se analizó la referencia de Malvaviscos, los cuales son equivalentes a “9.5” en la escala de Texture Profile. En la Figura 38 y Cuadro 79, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto con mayor similitud a la referencia estadounidense Jet Puffed Kraft es la marca Guandy Marshmallows con una media exactamente igual, conllevando a que no haya diferencia significativa entre el producto disponible en la ciudad de Guatemala y el importado.

Figura 38. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Malvaviscos** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

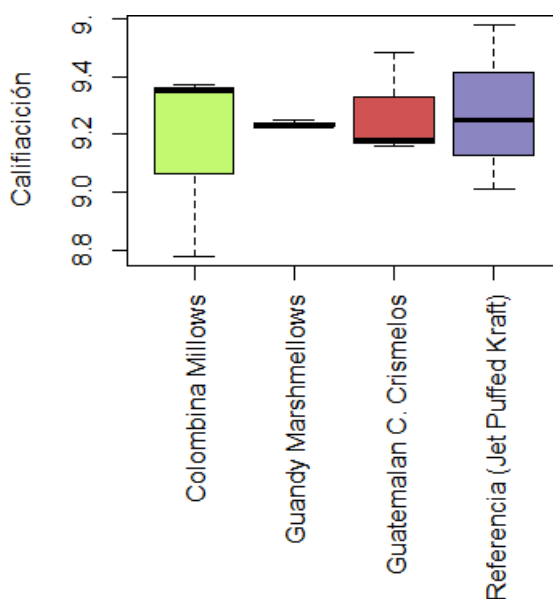


Cuadro 79. Separación de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Malvaviscos** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Colombina Millows | 7.291667 | A |
| Guandy Marshmallows | 5.000000 | B |
| Jet Puffed Kraft (Referencia) | 5.000000 | B |
| Guatemalan Candies Crismelos | 4.833333 | B |

Luego, se analizó la referencia de Malvaviscos, los cuales son equivalentes a “9.5” en la escala de Texture Profile. En la Figura 39 y Cuadro 80, se presentan los resultados fisicoquímicos de las mediciones de elasticidad con el texturómetro Brookfield CT3, donde se evidencia que la marca con menor diferencia significativa a la referencia Jet Puffed Kraft es Guatemalan Candies Crismelos, seguido por Guandy Marshmallows. Sin embargo, cabe mencionar que ninguna marca muestra evidencia significativa en cuanto a su elasticidad al realizar las mediciones con el equipo, por lo que se podría utilizar cualquier marca de las recomendadas.

Figura 39. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Malvaviscos** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 80. Separación de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla **Malvaviscos** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Jet Puffed Kraft (Referencia) | 9.280000 | A |
| Guatemalan Candies Crismelos | 9.273333 | A |
| Guandy Marshmallows | 9.236667 | A |
| Colombina Millows | 9.166667 | A |

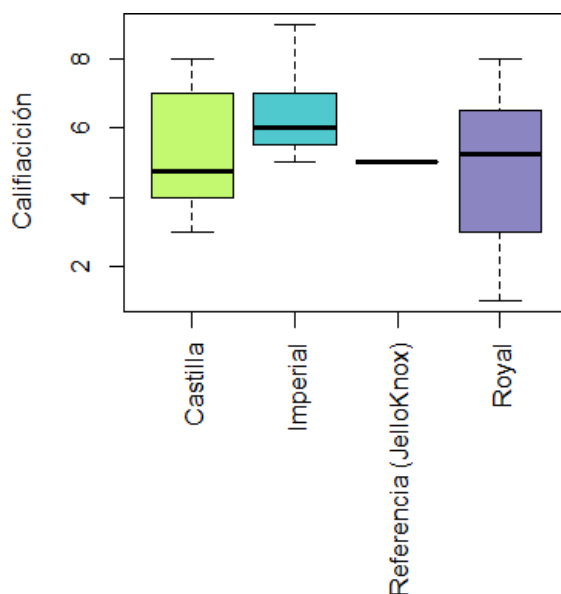
En el Cuadro 81, se puede observar la información de la marca Guandy Marshmallows para la referencia de Malvaviscos, equivalente a “9.5” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se consideró que la marca equivalente y sin evidenciar diferencia significativa en las medias es Guandy Marshmellows. En términos sensoriales esta marca evidenciaba la misma media de calificación que la referencia Jet Puffed Kraft, mientras que en cuanto a las medidas con el equipo esta era la segunda. Sin embargo, se consideró con mayor importancia el valor sensorial, considerando que ninguna demostraba ser diferente en cuanto a los análisis estadísticos.

Cuadro 81. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Elasticidad** siendo ancla de **Malvaviscos** equivalente a “9.5” en la escala de Texture Profile

| Marshmallows “Guandy” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 9.5 |
| Marca de producto seleccionado | Guandy |
| Descripción del producto | Marshmallows Tropical Ángel bicolor de 255g |
| Imagen del producto |  |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 45 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Elasticidad según texturómetro Brookfield CT3 | 9.23 mm |

Como ultimo producto del atributo, se analizó la referencia de Gelatina, la cual es equivalente a “15” en la escala de Texture Profile. En la Figura 40 y Cuadro 82, se presentan los resultados sensoriales obtenidos de los 11 panelistas, evidenciando que la marca de producto con mayor similitud a la referencia estadounidense Jello + Knox son las marcas Castilla y Royal. in embargo ninguna de las propuestas que están disponibles en la ciudad de Guatemala evidencia una diferencia significativa en sus medias, por lo que podría utilizarse cualquiera de ellas.

Figura 40. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Gelatina** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

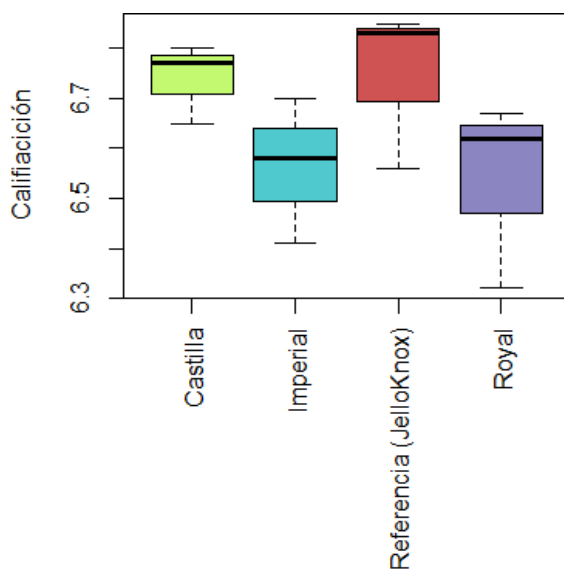


Cuadro 82. Separación de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Gelatina** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Imperial | 6.333333 | A |
| Castilla | 5.291667 | A |
| Jello + Knox (Referencia) | 5.000000 | A |
| Royal | 4.875000 | A |

Seguido, se analizó la referencia de Gelatina, la cual es equivalente a “15” en la escala de Texture Profile. En la Figura 41 y Cuadro 83, se presentan los resultados fisicoquímicos de las mediciones de elasticidad con el texturómetro Brookfield CT3, donde se evidencia que la marca con menor diferencia significativa a la referencia Jello + Knox es la marca Castilla. Sin embargo, se puede observar nuevamente que todas las propuestas de productos equivalentes no presentan diferencia en las medias, por lo que podría utilizarse nuevamente cualquiera de estas.

Figura 41. Distribución de medias con caja de bigotes para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Gelatina** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**




Cuadro 83. Separación de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla **Gelatina** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

| Marca | Calificación (media) | Grupo (separación de medias con LSD) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Jello + Knox (Referencia) | 6.746667 | A |
| Castilla | 6.740000 | A |
| Imperial | 6.563333 | A |
| Royal | 6.536667 | A |

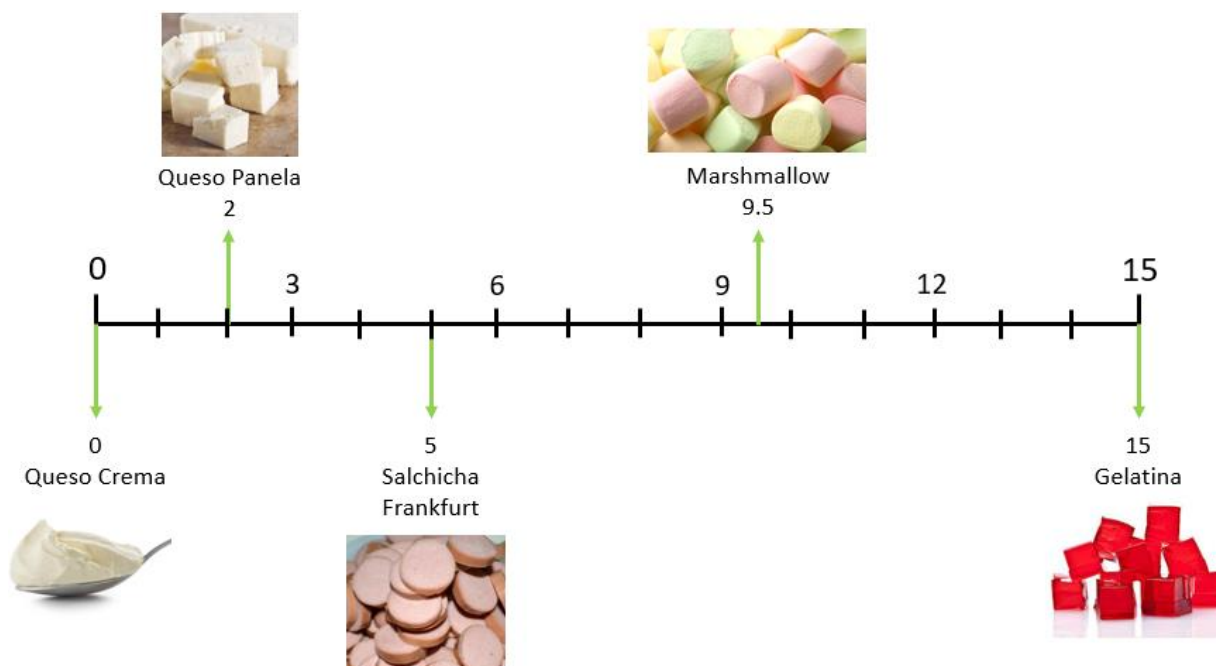
En el Cuadro 84, se puede observar la información de la marca Castilla para la referencia de Gelatina, equivalente a “15” en escala de Texture Profile. Al analizar los resultados fisicoquímicos y sensoriales, se consideró que la marca equivalente y sin evidenciar diferencia significativa en las medias es Castilla, ya que sensorialmente era la más cercana en cuanto a medias y en el equipo era la segunda marca. Asimismo, se debe de tomar en cuenta que ninguna marca de gelatina demostró diferencia significativa, pero se seleccionó la marca con mayor presencia y popularidad en el mercado guatemalteco.

Cuadro 84. Producto disponible en la ciudad de Guatemala seleccionado como equivalente a referencia estadounidense para atributo de **Elasticidad** siendo ancla de **Gelatina** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile

| Gelatina “Castilla” | |
|--|---|
| Calificación en la escala | 15 |
| Marca de producto seleccionado | Castilla |
| Descripción del producto | Gelatina de fresa cajita de 85g Gelatina sin sabor cajita de 30g con 4 sobres de 7.5g |
| Imagen del producto |  <p>The image shows two boxes of Castilla gelatin. The top box is for 'Gelatina de fresa' (strawberry) and features a red jiggler dessert. The bottom box is for 'Gelatina sin sabor' (unflavored) and features a white gelatin dessert on a spoon. Both boxes prominently display the 'CASTILLA' brand name and logo.</p> |
| Intervalo de tiempo desde su producción hasta su evaluación | 60 días |
| Supermercados con disponibilidad | Walmart La Torre Paiz |
| Media de Elasticidad según texturómetro Brookfield CT3 | 6.74 mm |

A continuación, en la Figura 42, se presenta la escala física final de 15 puntos utilizada para el entrenamiento de Elasticidad, con los productos locales y disponibles en la ciudad de Guatemala considerando las evaluaciones sensoriales por los 11 panelistas y las mediciones fisicoquímicas con el texturómetro Brookfield CT3. Se puede observar que es una Figura con imágenes alusivas a los productos escogidos, esto con el objetivo de que en las pruebas finales o de reproducibilidad, al validar el entrenamiento de un atributo, los panelistas puedan ver la imagen y recordarse de mejor manera la percepción textural de cada alimento.

Figura 42. Escala física de 15 puntos para atributo de **Elasticidad** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3



Por último, en el Cuadro 85, se puede observar un resumen de la escala de 15 puntos para el atributo de Elasticidad, donde se presentan los productos elegidos para cada ancla, su marca o tipo, el tamaño de la muestra y temperatura en que deben de servirse. Asimismo, se presenta la técnica de prueba y el concepto del atributo, para facilitar el entrenamiento de este. En conclusión, es el resumen de toda la información mencionada anteriormente para la reproducibilidad de la metodología de entrenamiento de este atributo en específico.

Cuadro 85. Escala de 15 puntos para atributo de **Elasticidad** representada por productos disponibles en la ciudad de Guatemala seleccionados a través de evaluación sensorial por panel de 11 personas y texturómetro Brookfield CT3

| Técnica: Colocar la muestra entre la lengua y el paladar (semisólidos) o en molares (sólidos) y comprimir parcialmente. Retirar la fuerza y evaluar el grado y/o rapidez de recuperación. “Sin recuperación” → “Muy elástico” | | | | | |
|---|------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Definición: Atributo mecánico de textura relacionado con rapidez de recuperación de fuerza de deformación y el grado en que un material deformado vuelve a su condición no deformada después de que es eliminada la fuerza deformante. | | | | | |
| Término popular | Valor en escala | Referencia | Marca | Tamaño de muestra | Temperatura (°C) |
| Poco elástico/poca fuerza para deformar | 0 | Queso crema | Philadelphia Light | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| | 2 | Queso panela | San Julián | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| | 5 | Salchicha tipo Frankfurt | Toledo Cruda | 1.25cm (porción gruesa) | 7 a 13 |
| Muy elástico/Mucha fuerza para deformar | 9.5 | Marshmallow | Guandy | 1 pieza | 25 |
| | 15 | Gelatina | Castilla | 1.25cm (cubo) | 7 a 13 |
| Nota: Gelatina → Por los 85g de gelatina de sabor fresa se usa un sobre de 7.5g de gelatina sin sabor, homogenizar las dos gelatinas en 1 taza de agua caliente y luego adicionar ½ taza de agua fría, servir en un molde y almacenar en la refrigeradora por 24h a una temperatura de 1 a 4 °C. Al día siguiente cortar y servir a una temperatura de 7 a 13°C. | | | | | |

D. Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según norma ISO 11036:2020:

- **Sesiones de entrenamiento**

El entrenamiento de cuatro atributos de textura se llevó a cabo de forma semanal en sesiones de aproximadamente de una hora con los 11 panelistas seleccionados, por lo que se cumplió con lo recomendado por Civile y Szcześniak (1973). Las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración de cuatro semanas para cada atributo, siendo la quinta semana la utilizada para realizar una prueba final de reproducibilidad con el objetivo de evidenciar el correcto entrenamiento de los panelistas mediante los resultados estadísticos obtenidos de pruebas ANOVA y LSD de Fisher.

- **Pruebas de reproducibilidad**

Para las pruebas de reproducibilidad se utilizó una ANOVA de dos factores, siendo el Factor A: Producto/Muestra y Factor B: Panelista. Asimismo, se utilizaron las siguientes hipótesis, siguiendo el parámetro de que si valor $-p \leq \alpha$ ($\alpha = 0.05$), se rechaza la H_0 e indica que las medias comparadas son significativamente diferentes, por lo que es indispensable realizar una prueba de diferencia menos significativa de LSD de Fisher para analizar la tendencia de los datos:

H_0 : No hay diferencia entre las medias de los panelistas

H_a : Si hay diferencia entre las medias de los panelistas

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$$

El objetivo de la ANOVA era que no existiera diferencia significativa entre panelistas, debido a que, al no existir, se puede concluir que el entrenamiento del atributo en análisis, está correctamente entrenado y que los panelistas participantes tienen la capacidad de brindar datos cuantitativos con fundamento teórico del mismo. Sin embargo, al no suceder esto, se deben evaluar los datos para verificar si es posible retirar los datos de uno de los participantes y brindarle sesiones de refuerzo considerando que esta persona no está entrenada al 100% en el atributo que se está evaluando, debido a sus resultados con diferencia en las medias con los demás participantes.

En Cuadro 86, se pueden observar los resultados obtenidos de la prueba ANOVA para el atributo de dureza con 11 panelistas, demostrando un valor $-p$ (0.000221) de los panelistas menor α (0.05), por lo que se rechaza la H_0 e indica que las medias comparadas no son iguales y por consiguiente el atributo de dureza no está entrenado. Sin embargo, se prosigue a analizar los datos en caso haya un panelista que este demostrando una interferencia por falta de entrenamiento.

Cuadro 86. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Dureza con 11 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--|
| Muestra | 3 | 931.7 | 310.58 | 91.389 | 2e-16 |
| Panelista | 10 | 135.5 | 13.55 | 3.987 | 0.000221 Conclusión: Sí hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 74 | 251.5 | 3.40 | | |

Puesto a que hubo diferencia entre panelistas se procedió a hacer una separación de medias con la prueba LSD de Fisher, con el objetivo de detectar que panelistas están afectando los resultados. Esto se puede observar en el Cuadro siguiente, donde se detectó que el panelista “DF” muestra diferencia en las medias de los grupos, por lo que se procedió a brindarle sesiones por aparte de entrenamiento del atributo y eliminar sus datos debido a que no se encuentra entrenada al igual que los demás 10 panelistas.

Cuadro 87. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Dureza con 11 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|--------|-------|
| JC | 8.8750 | A |
| SA | 8.1875 | A |
| SP | 7.7500 | A |
| FF | 7.5625 | A |
| ES | 6.9375 | AB |
| MB | 6.7500 | AB |
| KC | 6.6875 | AB |
| KR | 6.6250 | AB |
| DC | 6.5625 | AB |
| EO | 6.0000 | AB |
| DF | 3.8750 | B |

A continuación, se hizo nuevamente el análisis de varianza sin las calificaciones del panelista “DF” lo cual se muestra en el Cuadro 88. Se puede observar que, al remover los datos de este panelista, se tiene un valor $-p (0.0978) \geq \alpha (0.05)$, por lo que no se rechaza la H_0 y significa que no hay diferencia entre las medias de los panelistas y es posible concluir que el atributo de dureza esta entrenado con los 10 panelistas.

Cuadro 88. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Dureza con 10 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--|
| Muestra | 3 | 908.3 | 302.76 | 85.389 | 2e-16 |
| Panelista | 9 | 55.4 | 6.16 | 1.736 | 0.0978 Conclusión: No hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 67 | 237.6 | 3.55 | | |

Al realizar una prueba LSD de Fisher, se evidencia que nuevamente no hay diferencia entre panelistas, por lo que la H_0 no es rechazada y que los resultados de los 10 panelistas evidencian que el panel está entrenado en el atributo de dureza, considerando que el panelista “DF” requiere de sesiones de entrenamientos por separado, para una mejor comprensión del atributo mencionado.

Cuadro 89. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Dureza con 10 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|--------|-------|
| JC | 8.8750 | A |
| SA | 8.1875 | A |
| SP | 7.7500 | A |
| FF | 7.5625 | A |
| ES | 6.9375 | A |
| MB | 6.7500 | A |
| KC | 6.6875 | A |
| KR | 6.6250 | A |
| DC | 6.5625 | A |
| EO | 6.0000 | A |

Luego, en el Cuadro 90, se presentan los resultados de la ANOVA para el atributo de adhesividad con 11 panelistas, demostrando un valor -p (4.34e-10) de los panelistas menor α (0.05), por lo que se rechaza la H_0 y significa que hay diferencia entre las medias de los panelistas, conllevando a que el atributo no está entrenado.

Cuadro 90. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Adhesividad con 11 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--|
| Muestra | 3 | 42.34 | 14.12 | 17.009 | 1.69e-08 |
| Panelista | 10 | 80.10 | 8.01 | 9.653 | 4.34e-10 Conclusión: Sí hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 74 | 61.41 | 0.83 | | |

Nuevamente con el análisis de la prueba LSD de Fisher, se puede observar que hay diferencia en las medias de los panelistas, por lo que se procedió a programar dos sesiones más de entrenamiento para los 11 panelistas, con el objetivo de realizar nuevamente otra prueba de reproducibilidad donde se evalúe alimentos con características específicas del atributo. Los resultados son los que se evidencian en el Cuadro 91, donde si es evidente la necesidad de sesiones de refuerzo, debido a que los alimentos que se utilizaron en la prueba no eran representativos, por lo que los panelistas expresaron su confusión con los términos y técnica de prueba a pesar del mes de entrenamiento previo con este atributo.

Cuadro 91. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Adhesividad con 11 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|--------|-------|
| DF | 3.8125 | A |
| KC | 2.5625 | AB |
| KR | 2.2500 | ABC |
| ES | 1.5000 | BCD |
| SA | 1.3750 | BCD |
| DC | 1.1875 | BCD |
| MB | 1.1625 | BCD |
| FF | 0.9750 | CD |
| EO | 0.8125 | CD |
| JC | 0.5000 | D |
| SP | 0.5000 | D |

Seguido, en el Cuadro 92, se presentan los resultados de la ANOVA para el atributo de adhesividad con 10 panelistas debido a que uno de ellos se encontraba indispuerto, presentando un valor -p (0.00453) menor α (0.05), por lo que nuevamente se rechaza la

Ho y significa que hay diferencia entre las medias de los panelistas. Esta prueba se realizó con alimentos que contenían características propias de adhesividad, por lo que se prosiguió a evaluar los resultados de la prueba LSD de Fisher para analizar que media era la que estaba cambiando la tendencia de los resultados luego de las sesiones extras se entrenamiento para todos.

Cuadro 92. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Adhesividad con 10 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|---|
| Muestra | 2 | 120.19 | 60.09 | 76.342 | 1.23e-15 |
| Panelista | 9 | 22.37 | 2.49 | 3.158 | 0.00453 Conclusión: Sí hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 48 | 37.78 | 0.79 | | |

Al revisar los resultados del Cuadro 93, se puede observar que la media del panelista “FF” es la que está afectando los resultados, por lo que se procede a eliminar los datos de este participante, para observar si los 9 panelistas restantes se encuentran entrenados. Asimismo, este participante debe de recibir sesiones de refuerzo para garantizar que pueda estar entrenado próximamente.

Cuadro 93. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Adhesividad con 10 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| SP | 3.666667 | A |
| KR | 3.416667 | A |
| KC | 3.166667 | AB |
| EO | 3.083333 | AB |
| ES | 2.833333 | AB |
| DC | 2.750000 | AB |
| JC | 2.666667 | AB |
| SA | 2.500000 | AB |
| MB | 2.000000 | AB |
| FF | 1.516667 | B |

Como se puede observar en el Cuadro anterior se detectó que el panelista “FF” presenta diferencia entre las medias de los grupos, por lo que como se mencionó antes, se entrenó por aparte en sesiones con el objetivo de garantizar su aprendizaje y rendimiento similar al de los demás. Por consiguiente, fue posible realizar nuevamente el análisis de varianza sin las calificaciones del panelista “FF”, lo cual se muestra a continuación en el Cuadro 94, demostrando que el valor $-p (0.101) \geq \alpha (0.05)$, por lo que no se rechaza la H_0 y significa que no existe diferencia significativa entre las medias de los 9 panelistas, conllevando a que el atributo de adhesividad está entrenado.

Cuadro 94. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Adhesividad con 9 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|---|
| Muestra | 2 | 115.84 | 57.92 | 69.604 | 3.29e-14 |
| Panelista | 8 | 12.06 | 1.52 | 1.812 | 0.101 Conclusión: No hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 43 | 35.78 | 0.83 | | |

Luego, para corroborar los datos anteriores se realizó la prueba de LSD de Fisher, lo cual se muestra en el Cuadro 95, con el objetivo de evidenciar que no hay diferencia significativa entre la media de los 9 panelistas. Se puede concluir nuevamente que el atributo de adhesividad esta entrenado con los 9 panelistas participantes y las sesiones de refuerzo del atributo fueron beneficiosas para que los panelistas se volvieran a familiarizar con las anclas locales y luego su evaluación con alimentos con características del atributo, cumplieran con lo esperado.

Cuadro 95. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Adhesividad con 9 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| SP | 3.666667 | A |
| KR | 3.416667 | A |
| KC | 3.166667 | A |
| EO | 3.083333 | A |
| ES | 2.833333 | A |
| DC | 2.750000 | A |
| JC | 2.666667 | A |
| SA | 2.500000 | A |
| MB | 2.000000 | A |

En Cuadro 96, se pueden observar los resultados obtenidos de la prueba ANOVA para el atributo de cohesividad de masa con 10 panelistas, debido a que uno de ellos se encontraba indispuerto. Los resultados presentan un valor -p ($0.12 \geq \alpha (0.05)$), lo cual conlleva a que no se rechaza la H_0 y se puede concluir que las medias comparadas son iguales y no presentan diferencia significativa. Por lo que el atributo de cohesividad de masa está entrenado por los 10 panelistas, debido a que los resultados obtenidos son los esperados.

Cuadro 96. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Cohesividad de masa con 10 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--|
| Muestra | 2 | 518.9 | 259.43 | 53.960 | 5.25e-13 |
| Panelista | 9 | 72.7 | 8.07 | 1.679 | 0.12 Conclusión: No hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 48 | 230.8 | 4.81 | | |

A pesar de que no hubo diferencia entre panelistas, se procedió a hacer una separación de medias con LSD, para evidenciar que no hay ninguna media que este afectando o desviando los resultados. Por lo que nuevamente se puede concluir que el atributo de cohesividad de masa está entrando por los 10 panelistas, evidenciando que al igual que dureza, son los que menos dificultades presentaron para los 10 participantes y fue posible su entrenamiento en su totalidad. Asimismo, cabe resaltar, que no se tuvo que retirar ningún dato de los panelistas, evidenciando que la escala utilizada para este atributo es comprensible y por lo mismo evidencia su reproducibilidad.

Cuadro 97. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Cohesividad de masa con 10 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| DC | 8.750000 | A |
| SA | 7.750000 | A |
| SP | 7.166667 | A |
| ES | 7.000000 | A |
| KR | 7.000000 | A |
| JC | 5.916667 | A |
| FF | 5.716667 | A |
| KC | 5.666667 | A |

Continuación Cuadro 97.

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| EO | 5.333333 | A |
| MB | 5.250000 | A |

En Cuadro 98, se pueden observar los resultados obtenidos de la prueba ANOVA para el atributo de elasticidad con 10 panelistas, debido a que uno de ellos se encontraba indispuerto. Los resultados evidencian un valor $-p (0.002210) \leq \alpha (0.05)$, lo cual conlleva a que se rechaza la H_0 y se puede concluir que las medias comparadas no son iguales, por lo que si presentan diferencia significativa. Debido a los resultados, se prosigue a evaluar las medias de los panelistas con una prueba LSD, para determinar si alguno de los participantes debe de retirarse de los datos debido a que requiere sesiones de entrenamiento extras para su completa comprensión y entramiento del atributo.

Cuadro 98. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Elasticidad con 10 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--|
| Muestra | 2 | 154.5 | 77.18 | 9.242 | 0.000402 |
| Panelista | 9 | 261.9 | 29.10 | 3.485 | 0.002210 Conclusión: Sí hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 48 | 400.9 | 8.35 | | |

Debido a la diferencia entre las medias de los panelistas se procedió a hacer el análisis estadístico con LSD de Fisher, para detectar quien de los panelistas están afectando los resultados. Esto se puede observar en el Cuadro 99, donde evidentemente el panelista “DC” está presentando una variación en las medias evidente, por lo que se procede a retirarlo de la data y evaluar nuevamente si hay diferencia significativa entre las medias de los 9 panelistas restantes.

Cuadro 99. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Elasticidad con 10 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| SP | 7.666667 | A |
| MB | 7.333333 | A |
| JC | 6.000000 | AB |
| ES | 5.333333 | AB |

Continuación Cuadro 99.

| Código de panelista | Media | Grupo |
|---------------------|----------|-------|
| KC | 4.583333 | AB |
| KR | 3.916667 | AB |
| FF | 3.133333 | AB |
| SA | 2.833333 | AB |
| EO | 1.916667 | AB |
| DC | 1.166667 | B |

Debido a que se detectó que el panelista “DC” mostraba diferencia entre las medias de los grupos, se realizó nuevamente el análisis de varianza sin calificaciones de él. Los resultados del análisis se muestran a continuación en el Cuadro 100, donde con un valor $-p (0.15953) \geq \alpha (0.05)$, lo cual conlleva a que no se rechaza la H_0 y significa que no hay diferencia significativa entre muestras. Por lo que se puede concluir que el panel con 9 participantes está entrenado para el atributo de elasticidad luego de retirar las calificaciones de “DC”, brindándole a él sesiones de refuerzo del atributo de elasticidad, para garantizar que tenga el mismo desempeño que sus compañeros.

Cuadro 100. Resultados obtenidos de prueba ANOVA de dos factores con interacción entre muestras y panelistas de atributo de **Elasticidad con 9 participantes**

| Parámetro | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F Value | Probabilidad mayor de F |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|---|
| Muestra | 2 | 170.8 | 85.40 | 9.661 | 0.000343 |
| Panelista | 8 | 192.7 | 24.09 | 2.725 | 0.15953 Conclusión: No hay diferencia entre panelistas |
| Residuales | 43 | 380.1 | 8.84 | | |

Por último, para corroborar los resultados de la ANOVA, fue posible realizar una prueba LSD de Fisher, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 101. Con estos resultados nuevamente se puede evidenciar que el entrenamiento del atributo de elasticidad con los 9 participantes cumplió con el objetivo, conllevando a que “DC” tenga sesiones de refuerzo para poder replicar y no evidenciar diferencia con sus demás participantes.

Cuadro 101. Resultados obtenidos de prueba de comparación múltiple LSD de Fisher de atributo de **Elasticidad con 9 participantes**

| Código de panelista | Media | Grupo |
|----------------------------|--------------|--------------|
| SP | 7.666667 | A |
| MB | 7.333333 | A |
| JC | 6.000000 | A |
| ES | 5.333333 | A |
| KC | 4.583333 | A |
| KR | 3.916667 | A |
| FF | 3.133333 | A |
| SA | 2.833333 | A |
| EO | 1.916667 | A |

En conclusión, fue posible evidenciar que, para los atributos de dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad no hubo diferencia significativa en las medias de los participantes. Por lo que no se rechazó la hipótesis nula y por consiguiente el panel de cuatro atributos de textura esta entrenado con los 11 panelistas participantes, presentando algunas ocasiones donde se tuvo que retirar las calificaciones de algunos de ellos, brindándoles sesiones de entrenamiento de refuerzo. Esto con el objetivo de poder garantizar que todos los panelistas no demuestren diferencia significativa en sus datos y por consiguiente puedan presentar similitud en sus calificaciones.

VIII. Conclusiones

- a. Los atributos de dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad fueron entrenados por un grupo de 9 panelistas, mediante el uso de la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile.
- b. Los atributos de textura más importantes asociados a los grupos de alimentos con mayor frecuencia de consumo reportados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) y analizados por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (PRESANCA) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA) son dureza, cohesividad de masa, adhesividad y elasticidad.
- c. Las referencias seleccionadas con un mínimo grado de diferencia entre los productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala y los productos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002), para el atributo de dureza son Queso Crema “San Julián”, Clara de Huevo, Aceitunas “Miguel’s”, Manías “Naú”, Zanahoria, Almendras “Cashita’s”, Caramelo Macizo “Morenito”.
- d. Las referencias seleccionadas con un mínimo grado de diferencia entre los productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala y los productos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002), para el atributo de adhesividad son Margarina “Mirasol”, Queso Crema “Philadelphia Light”, Mantequilla de Maní “Peter Pan”.
- e. Las referencias seleccionadas con un mínimo grado de diferencia entre los productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala y los productos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002), para el atributo de cohesividad de masa son Zanahoria, Hongos, Queso Panela “San Julián”, Salchicha tipo Frankfurt “Toledo”, Panqué con Pasas “Bimbo”, Pan Sándwich “Bimbo 0% Grasa”, Brownie “Betty Crocker”.
- f. Las referencias seleccionadas con un mínimo grado de diferencia entre los productos alimenticios accesibles en la ciudad de Guatemala y los productos recomendados según Meilgaard, Vance y Carr (2007) y Bourne (2002), para el atributo de elasticidad son Queso Crema “Philadelphia Light”, Queso Panela “San Julián”, Salchicha tipo Frankfurt “Toledo”, Gelatina “Castilla”.
- g. Los atributos de dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad fueron entrenados por 9 panelistas, mediante pruebas de reproducibilidad analizadas por análisis estadísticos ANOVA y LSD de Fisher.

IX. Recomendaciones

- a. El objetivo del presente trabajo consistió en el entrenamiento de cuatro atributos mecánicos de textura, siendo estos dureza, adhesividad, cohesividad de masa y elasticidad, por lo que se recomienda completar los ocho atributos mecánicos siendo los faltantes: viscosidad, fracturabilidad, arrastre y untabilidad, además del entrenamiento de los atributos geométricos y otros como humedad y contenido de grasa según la norma ISO 11036:2020 Sensory analysis — Methodology — Texture profile (ISO, 2020).
- b. Se recomienda que, al buscar productos locales equivalentes a las referencias según literatura, los productos sean de marcas conocidas que garanticen un manejo de control de calidad adecuado, además de productos que no sufran cambios fácilmente para mantener la reproducibilidad del entrenamiento de textura (Bourne, 2002).
- c. En caso de que para una referencia según literatura no haya un equivalente, se recomienda hacer las modificaciones pertinentes en las escalas introduciendo productos que se adapten según el criterio en conjunto de los panelistas para mejorar la comprensión de esta (Bourne, 2002).
- d. Es recomendable que, al finalizar el entrenamiento de los atributos con los productos escogidos como equivalentes a las referencias según literatura, se realice nuevamente una prueba para validar que estos alimentos sean los adecuados presentando un mínimo grado de diferencia con los recomendados, debido a la experiencia previa de los panelistas (Bourne, 2002; Hough, Contarini, Muñoz, 1994).
- e. El panel entrenado debe de tener un mantenimiento para garantizar que no haya diferencia entre las medias de las calificaciones de los panelistas tanto personales como en conjunto, por lo que se sugiere realizar pruebas de verificación con productos estadounidenses que se evalúen en literatura, para comparar los resultados del panel entrenado en la ciudad de Guatemala y para garantizar que los panelistas estén calibrados con otro panel en los atributos de textura (Hough, Contarini, Muñoz, 1994).
- f. Se recomiendan las siguientes buenas prácticas para la elaboración y desarrollo de un panel entrenado de textura:
 - Fomentar la buena comunicación entre los panelistas para que la toma de decisiones siempre sea en conjunto y todos se sientan conformes con los resultados obtenidos en la sesión de entrenamiento.
 - La persona encargada del panel o moderador debe de realizar la sesión de entrenamiento, probando los distintos alimentos en conjunto, con el objetivo de que los panelistas entiendan correctamente la técnica de prueba y se pueda intercambiar opiniones de las escalas.
 - La persona encargada del panel debe de considerar la evaluación de la escala con los alimentos días antes de realizar la sesión de entrenamiento, para poder evaluar los alimentos a utilizar y anotar observaciones para comentarlas con los panelistas en el momento del entrenamiento.

- La preparación de las muestras debe de realizarse con buenas prácticas de manufactura, considerando que se manipulan en su mayoría muestras de alimentos sin ningún tratamiento térmico.
- Se recomienda mantener la motivación de aprendizaje en las sesiones de entrenamiento mediante dinámicas, datos interesantes del tema o premios, para generar un ambiente participativo y colaborativo.

X. Bibliografía

Amat, J. (2016). ANOVA: análisis de varianza para comparar múltiples medias. Attribution 4.0 International.

https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova#Introducci%C3%B3n

Andrade, M. (2005). Obtención de leche condensada en la planta procesadora de alimentos del corregimiento de Betania del municipio de Bolívar (Valle de Cauca) [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Occidente].

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6406/T04419.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Andrade, M. (2017). Formulación y aceptabilidad de tostadas tipo nacho a base de maíz con moringa (*Moringa Oleifera* Lam) [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar de Guatemala]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/09/15/Andrade-Melanie.pdf>

Bermúdez, O. I. Palma, P. (2008). Consumo de Alimentos y Patrones Dietéticos de la Población de Guatemala. Guatemala: PRESANCA.

<http://www.siinsan.gob.gt/siinsan/documentos/consumo-de-alimentos-y-patrones-dieteticos-de-la-poblacion-de-guatemala/>

British Standards [BSI] (2005) Sensory analysis —Methodology —General Guidance for establishing a sensory profile. University of Science & Tech.

https://www.academia.edu/7247057/Sensory_analysis_Methodology_General_guidance_for_establishing_a_sensory_profile

Bourne, M. Sandoval, A. M. Villalobos, M. Buckle, T. S. (1975). Training a sensory texture profile panel and development of standard rating scales in Colombia.

Journal of Texture Studies, 6(1), 43–52. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1975.tb01117.x>

Bourne, M. (2002) Food Texture and Viscosity: Concept and measurement. San Diego, USA: Academic Press.

[http://154.68.126.6/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Texture%20and%20Viscosity,%20Elsevier%20\(2002\),%200121190625.pdf](http://154.68.126.6/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Texture%20and%20Viscosity,%20Elsevier%20(2002),%200121190625.pdf)

Bourne, M. (2004). Relation between texture and mastication. *Journal of Texture Studies*, 35(2), 125–143.

https://www.researchgate.net/publication/229542756_Relation_between_texture_and_mastication

Bourne, (1975) Is rheology enough for food texture measurement? *Journal of Texture Studies*, 6(2), 259-262. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1975.tb01253.x>

Carson, K. Meullenet, J. y Reische, D. (2002). Spectral stress strain analysis and partial least squares regression to predict sensory texture of yogurt using a compression/penetration instrumental method. *Journal of Food Science*, 67, 1224–1228.

Civille, G. V. y Szcześniak, A. S. (1973) Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, 4(2), 204–223. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1973.tb00665.x>

Domínguez, P. García, I. Güemes, N. Totosaus, A. & Pássaro, C. (2019). Textura, color y aceptación sensorial de tortillas y pan producidos con harina de ramón (*Brosimum alicastrum*) para incrementar la fibra dietética total. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 699-719. [://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art.1590](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art.1590)

Esquivel, N. V. (2017) Análisis de Textura en Frutas [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9770/ESQUIVEL%20REYES%20NANCY%20VER%c3%93NICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espinosa, J. (2007) Evaluación Sensorial de los Alimentos. Ciudad de la Habana, Cuba: Editorial Universitaria. <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>

Espinel, N. (2010). Establecimiento de las condiciones de la elaboración de pellet de piel de cerdo destinado para snack [Tesis de Grado, Escuela Politecnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2645/1/CD-3324.pdf>

Flores, N. (2015). Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile [Tesis de grado]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137798/Entrenamiento-de-unpanel-de-evaluacion-sensorial-para-el-Departamento-de-Nutricion-de-la-Facultadde-Medicina-de-la-Universidad-de-Chile.pdf?sequence=1>

Flores, M. (2012). Desarrollo de una Fórmula de una bebida nutricional (tipo atole) a base de harina de Espinaca (*Spinacia oleracea*), harina de Gandul (*Cajanus cajan*)

y harina de Trigo (*Triticum spp*), en el municipio de Mazatenango, Suchitepéquez [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0178.pdf

Fuentes, A. González, J. (2016). Determinación del perfil de textura, sensorial e instrumental del casabe producido en Ciénaga de oro (Córdoba) [Tesis de Grado, Universidad de Córdoba].

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4281/Fuentes%20Bedoya%20Eliana%20Andrea-%20Gonz%C3%A1lez%20Hern%C3%A1ndez%20Joana%20Paola%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gladwell, M. (2004). The Ketchup Conundrum: Mustard now comes in dozens of varieties, why has ketchup stayed the same? *The New Yorker*.

<https://www.newyorker.com/magazine/2004/09/06/the-ketchup-conundrum>

Grisales, S. (2018). Entrenamiento de un panel sensorial en la empresa C.I Doña Paula [Trabajo de grado]. Corporación Universitaria Lasallista.

http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2479/1/TRABAJO_GRADO_DONA_PAULA.pdf

Gonzalez, U. y Butler, F. (2008) Prediction of panelists' perception of bread crumb appearance using fractal and visual texture features. *European Food Research and Technology*, 226, 779–785.

Gonzalez, K. Torres, J. Acevedo, D. (2015). Análisis de perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *ReCiTeIA*. Cali, Colombia.

https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Frutas_Productos_Carnicos_y_Quesos

Granados, C. Acevedo, D. Cabeza, A. & Lozano, A. (2014). Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho. *Información tecnológica*, 25(5), 35-40.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000500006>

Hough, G. Contarini, A. y Muñoz, A. (1994). Training a texture profile panel and constructing standard rating scales in Argentina. *Journal of Texture Studies*, 25(1), 45–57.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1994.tb00754.x>

Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. *Bogotá, DC: Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje*. <https://onx.la/8e123>

Hernández, Z. (2012) Métodos de análisis de datos: apuntes. Logroño, España: Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones.

https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf

International Standard [ISO] (2020) Sensory analysis- Methodology-Texture profile (ISO 11036). <https://www.iso.org/standard/76668.html>

Igor, J. y Velasco, A. (2010). Análisis de las Propiedades de Textura durante el Almacenamiento de Salchichas elaboradas a Partir de Tilapia Roja (*oreochromis sp.*). Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a07.pdf>

Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria [ISETA] (2013). Introducción al Análisis Sensorial de Alimentos. <https://dl-manual.com/download/manual-sensorial-2013pdf-nopy8nlrxwoq?hash=36c7423bba1d00648fbe725f5a771464>

Luckett, C. & Seo, H. (2015) Consumer Attitudes Toward Texture and Other Food Attributes. *Journal Of Texture Studies*. 46 (15), pp. 46–57.

<https://doi.org/10.1111/jtxs.12110>

Lal, Y. y Light, J. (2014) Food Texture Design and Optimization. Chicago, EEUU: IFT Press. DOI:10.1002/9781118765616.

Lawless, H. y Hildegarde, H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. New York, USA: Springer Science + Business Media.

Lee, S. y Kyu, D. (2018). What is the proper way to apply the multiple comparison test? *Korean Journal of Anesthesiology*. 71(5): 353–360.

<https://dx.doi.org/10.4097%2Fkja.d.18.00242>

Lucio, M. y Ruiz, F. (2013). Desarrollo de una Metodología de Selección de Jueces Sensoriales para Pruebas de Sabor y Textura [Tesis de Grado]. Escuela superior politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25246>

Lucas, P. Prinz, J. Agrawal, K. y Bruce, I. (2002). Food physics and oral physiology. *Food Quality and Preference*, 13, 203–213

Menchú, M. T. Méndez, H. (2011). Análisis de la situación alimentaria en Guatemala. Guatemala: INCAP. <http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones-incap/112-guatemala-informe-analisis-de-situacion-alimentaria/file>

Meilgaard, M. Vance, G. Carr, T. (2007) Sensory Evaluation Techniques: Fourth Edition. USA: CRC Press.

Mejía, M. (2019). Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Azuay [Tesis de grado]. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9475>

Monge, C. M. (2014). Prospección del mercado de alimentos en Guatemala. Costa Rica: PROCOMER. <http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/Prospeccion%20del%20mercado%20de%20alimentos%20en%20Guatemala.pdf>

Monjaras, R. (2018). Efecto de la composición del almidón de tres razas de maíz sobre la textura de una masa cocida al vapor [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94932/Tesis%20Final%20Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mouritsen, O. G. y Styrbaek. K. (2018). Texture and Mouthfeel. New York, USA; Columbia University Press. <https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTgyMTM3MV9fQU41?sid=e23ba91d-9157-4ec6-a428-4b860ba98077@redis&vid=4&format=EB&rid=4>

Morales, N. Silva, M. (2011). Perfil sensorial de pan blanco de caja y su comparación entre el análisis instrumental y microscopia óptica. Zacatecas, México. Universidad Autónoma de Zacatecas. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/108/1/MEMORIAS%20Perfil%20sensorial%20de%20pan%20blanco%20de%20caja.pdf>

Millán, L. Cardona, L. Herrera, J. Arbeláez, D. Gutiérrez, D. (2010). Análisis sensorial e instrumental (textura) a una salsa agridulce de borjón. Revista Lasallista de Investigación, 7(1),36-41. ISSN: 1794-4449. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69514965005>

Muller, H. (1969) Mechanical properties, rheology and haptesthesia of food. *Journal of Texture Stud.* 1(1), pp. 38–42.

Muñoz, A. (1986). Development and application of texture reference scales. *Journal of Sensory Studies.* 1, 55-83. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1986.tb00159.x>

Nishinari, K. (2009). Texture and Rheology in Food and Health. *Food Sci. Technol. Res.*, 15 (2), pp. 99 – 106. <https://doi.org/10.3136/fstr.15.99>

Nanda, A. Bhusan, B. Kumar, A. Kumar, A. Kumar, A. (2021) Multiple comparison test by Tukey's honestly significant difference (HSD): Do the confident level control type I error. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*. 6(1): 59-65. <https://doi.org/10.22271/math.2021.v6.i1a.636>

Olaya, L. (2016). Relación textura-percepción sensorial en bizcochos bajos en grasa elaborados con distintos tipos de fibra [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67459/OLAYA%20-%20RELACI%C3%93N%20TEXTURA-PERCEPCI%C3%93N%20SENSORIAL%20EN%20BIZCOCHOS%20BAJOS%20EN%20GRASA%20ELABORADOS%20CON%20DISTINTO....pdf?sequence=5>

Piggott, J. Simpson, S. Williams, S. (1998). Sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 33(1), 7–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1998.00154.x>

Raheem, D. Carrascosa, C. Ramos, F. Saraiva, A. Raposos, A. (2021) Texture-Modified Food for Dysphagic Patients: A Comprehensive Review. *International journal Environmental Research and Public Health*. 18, 5125. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105125>

Rainey, B. (1986). Importance of reference standards in training panelists. *Journal of Sensory Studies*, 1(2), 149–154. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1986.tb00167.x>

Rodríguez, L. (2013). Elaboración de una guía para la selección, entrenamiento y monitoreo de jueces sensoriales para productos de confitería [Tesis de maestría]. Universidad San Carlos de Guatemala. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEC70.pdf>

Rustagi, S. (2020). Food Texture and Its Perception, Acceptance and Evaluation. *BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA*. Vol. 17(3), p. 651-658. <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2869>

RStudio. (2022) RStudio Team. <https://www.rstudio.com/>

Rousselin, M. (2017). Evaluacion y disminucipn de las concentraciones de acrilamida en pan Frances y Pan Dulce tostado por medio de adición de asparaginasa en la mezcla formulada [Tesis de Grado, Universidad San Carlos de Guatemala].

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8589/1/Mario%20Francisco%20Rousselin%20Morales.pdf>

Ramirez, A. (2016) Desarrollo de perfil sensorial de yogurt natural adicionado harina de a de Quinoa [Tesis de Grado, Universidad tecnologica Equinoccial].
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16651/1/67681_1.PDF

Rodriguez, S. Qüesta, A. (1912). Evaluación sensorial de vegetales frescos y mínimamente procesados. Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero.
<https://fcai.uncuyo.edu.ar/upload/29atc-rodriuez-unse.pdf>

Rosenthal, A. (2001). Textura de los alimentos: Medida y Percepción. Zaragoza, España: Acribia, S.A. https://www.researchgate.net/profile/Andrew-Rosenthal-2/publication/31764889_Textura_de_los_alimentos_medida_y_percepcion_AJ_Rosenthal_tr_por_A_Ibarz_Ribas/links/5910a4b60f7e9bfa06999c23/Textura-de-los-alimentos-medida-y-percepcion-AJ-Rosenthal-tr-por-A-Ibarz-Ribas.pdf

Sidel, J. Stone, H. (1993). The role of sensory evaluation in the food industry. *Food Quality and Preference* 4(1.2), 65-73. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(93\)90314-V](https://doi.org/10.1016/0950-3293(93)90314-V)

Szcześniak, A. (2002). Texture is a sensory property. Elsevier Science. 13(4), 0–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)

Szcześniak, A. Kahn, E. L. (1971) Consumer awareness of and attitudes to food texture: I: Adults. 2(3), 280–295. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1971.tb01005.x>

Szcześniak, A. (1963). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385–389.

Szcześniak, A. Brandt, M. Friedman, H. (1963). Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *Journal of Food Science*, 28, 397–403.

[Saavedra, G. Quintero, N. Peña, W. \(2016\). Preferencia y perfil rapido de pan tipo "Frances" procedente de tres panaderías. UNELLEZ, Barinas, Venezuela. http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2016/agro3.pdf](http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2016/agro3.pdf)

Torres, J. González, K. Acevedo, D. (2015). Análisis del Perfil de Textura en Fritas, Productos Cárnicos y Quesos. Cali, Colombia. ReCiTeIA.

https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Frutas_Productos_Carnicos_y_Quesos

Vázquez, M. (2021). Análisis de las propiedades fisicoquímicas de tostadas de maíz y frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero]. https://upfim.edu.mx/wp-content/uploads/2022/02/MARLENE_VAZQUEZ_MENDOZA.pdf

Watts, B. Ylimaki, G. Jeffery, L. Elías, L. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Montevideo, Uruguay: International Development Research Centre.
https://www.academia.edu/15937415/M%C3%A9todos_sensoriales_b%C3%A1sicos_para_la_evaluaci%C3%B3n_de_alimentos

Williams, L. Abdi, H. (2010). Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. *Encyclopedia of Research Design*. https://www.researchgate.net/profile/Lynne-Williams-2/publication/242181775_Fisher%27s_Least_Signiflcant_Diference_LSD_Test/links/00463528e752d0f005000000/Fishers-Least-Signiflcant-Diference-LSD-Test.pdf

XI. Apéndice o anexos

A. Selección de panelistas:

Anexo 1. Poster informativo que se le facilitó y publicó mediante correo y páginas de Instagram de la universidad para la etapa de selección de panelistas



Anexo 2. Prueba filtro inicial en Google Forms para selección de panelistas (información general de cada participante)

Selección de panel entrenado de textura

Mi nombre es Mariandré Juárez y soy estudiante de quinto año de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala y este entrenamiento es parte de mi trabajo de graduación.

Los beneficios de esta actividad involucran formar parte de un entrenamiento semanal para distintas características de los alimentos. Como reconocimiento de la asistencia y participación se les brindará un diploma formativo al finalizar las sesiones y en caso de estudiantes, se puede gestionar la actividad como horas de beca realizadas en el departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos, con mi persona. Los entrenamientos se llevarán a cabo en las instalaciones del departamento de la carrera, en el CIT.

Requisitos para formar parte de la actividad: disponibilidad de una hora semanal aproximadamente a lo largo de 5 meses para las sesiones, interés de aprendizaje acerca de distintos tipos de alimentos, características y degustación de diferentes muestras, ausencia de alergias o baja sensibilidad a nueces y demás frutos secos.

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

***Obligatorio**

Nombre y apellido *

Tu respuesta

E-mail institucional o personal *

Tu respuesta

(Grisales, 2018; Mejía, 2019)

Anexo 3. Prueba filtro inicial para selección de panelistas (información general de cada participante)

Prueba filtro "Textura"

Nombre y apellido: _____

E-mail institucional: _____

Celular: _____

No. Panelista: _____

1. Género

Masculino Femenino Prefiero no contestar

2. Edad

3. Disponibilidad de horarios

- Lunes 8:00 am – 9:30 am
- Lunes 10:00 am – 11:30 am
- Lunes 12:00 pm – 1:30 pm
- Martes 8:00 am – 9:30 am
- Martes 10:00 am – 11:30 am
- Martes 12:00 pm – 1:30 pm
- Miércoles 8:00 am – 9:30 am
- Miércoles 10:00 am – 11:30 am
- Miércoles 12:00 pm – 1:30 pm
- Jueves 8:00 am – 9:30 am
- Jueves 10:00 am – 11:30 am
- Jueves 12:00 pm – 1:30 pm
- Viernes 8:00 am – 9:30 am
- Viernes 10:00 am – 11:30 am
- Viernes 12:00 pm – 1:30 pm

4. ¿Es estudiante o tiene contrato permanente en la universidad?

(Grisales, 2018; Mejía, 2019)

Continuación Anexo 3.

5. En caso su respuesta anterior sea que es estudiante ¿Qué carrera estudia y que año esta cursando?

6. En caso es estudiante de la Universidad del Valle de Guatemala, ¿Necesita horas beca?

Sí No

7. ¿Le gustaría ser capacitado para ser parte de un panel de jueces sensoriales de atributos de textura?

Sí No

¿Por qué?

8. ¿Con lo respondido anteriormente, considera que se podría comprometer con la universidad a asistir a las sesiones de forma regular y cuando se le solicite?

Sí No

¿Por qué?

9. Información personal

- a. ¿Padece de alguna de las siguientes enfermedades?

Alergia o intolerancia a algún alimento

Alergia a un componente químico

Dentadura postiza

Afección dental o de las encías

Si padece de alguna(s) alergia(s)/intolerancia(s), méncionala(s) a continuación:

- b. ¿Tiene planeado someterse a algún procedimiento dental en los siguientes 12 meses?

Sí No

En caso su respuesta anterior sea "Sí" ¿A qué tipo de tratamiento?

- c. ¿Tiene Brackets o algún tipo de retenedor?

Brackets

Retenedor

Otro

Ninguno

(Grisales, 2018; Mejía, 2019)

Continuación Anexo 3.

En caso su respuesta anterior es "Retenedor" ¿Qué tipo de retenedor?

En caso su respuesta anterior es "Otro" ¿Qué otro aparato dental posee?

- d. Según sus hábitos alimenticios, ¿Está actualmente en alguna dieta restringida? Si la respuesta es "SI", explique.
-
- e. ¿Cuáles es(son) su(sus) comida(s) favorita(s)?
-
- f. ¿Cuáles es(son) la(las) comida(s) que menos le gusta(n)?
-
- g. ¿Le disgusta en lo particular algún alimento como para no participar en una degustación? ¿Cuáles?
-

(Grisales, 2018; Mejía, 2019)

Anexo 4. Carta de compromiso para asistencia regular a sesiones semanales de aproximadamente una hora a lo largo de tres meses

Guatemala, DÍA de MES de AÑO

Por este medio YO NOMBRE DEL PANELISTA, carné: # CARNÉ, inscrito/a en la licenciatura de NOMBRE DE LA CARRERA QUE CURSA, ME COMPROMETO a asistir de forma regular durante una hora, una vez por semana a lo largo de 20 semanas a los ENTRENAMIENTOS DE TEXTURA, en los horarios establecidos en conjunto. En caso tenga una emergencia o complicación, me comunicaré con NOMBRE DE ENCARGADO por vía correo electrónico o por WhatsApp, para tomar acciones en el asunto.

Asimismo, acepto que no puedo retirarme del entrenamiento al comprometerme a asistir de manera regular durante el tiempo establecido.

Atentamente,

Teléfono: # DE TELÉFONO

Correo electrónico: CORREO

Firma del estudiante: FIRMA

Anexo 6. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema San Julián** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Queso Crema Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      4 31.21  7.804  2.785 0.0353 *
## Residuals 55 154.09  2.802
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 2.80161 55 5.7375 29.173 2.924701 1.998525
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means
##           Calificacion std r LCL UCL Min Max
## Dos Pinos      6.770833 1.586371 12 5.802509 7.739157 3.00 9
## Lactolac        6.166667 2.167249 12 5.198343 7.134991 3.00 9
## Philadelphia full fat 4.854167 1.546471 12 3.885843 5.822491 2.25 9
## Referencia (P. Light) 5.000000 0.000000 12 4.031676 5.968324 5.00 5
## San Julian      5.895833 2.098317 12 4.927509 6.864157 3.00 9
##           Q25 Q50 Q75
## Dos Pinos      6.9375 7 7.25
## Lactolac        4.5000 7 8.00
## Philadelphia full fat 4.0000 5 5.00
## Referencia (P. Light) 5.0000 5 5.00
## San Julian      4.0000 6 7.25
##
## $comparison
## NULL

```

```
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Dos Pinos      6.770833    a
## Lactolac       6.166667    a
## San Julian     5.895833    a
## Referencia (P. Light) 5.000000    a
## Philadelphia full fat 4.854167    a
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))
```

Anexo 7. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Queso crema San Julián** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Queso Crema Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F Value Pr(>F)
## Marca      4 96959 24240 15.78 0.000254 ***
## Residuals 10 15361 1536
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 1536.067 10 420 9.331592 3.581406 114.6075
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
```

```

## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means
##           Calificacion   std r   LCL   UCL Min Max  Q25
## Dos Pinos           332.6667  9.712535 3 282.2485 383.0848 322 341 328.5
## Lactolac             349.3333 24.704925 3 298.9152 399.7515 323 372 338.0
## Philadelphia full fat 533.6667 71.591433 3 483.2485 584.0848 451 575 513.0
## Referencia (P. Light) 388.3333  8.621678 3 337.9152 438.7515 379 396 384.5
## San Julián           496.0000 42.142615 3 445.5819 546.4181 452 536 476.0
##           Q50  Q75
## Dos Pinos           335 338.0
## Lactolac             353 362.5
## Philadelphia full fat 575 575.0
## Referencia (P. Light) 390 393.0
## San Julián           500 518.0
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Philadelphia full fat 533.6667  a
## San Julián           496.0000  ab
## Referencia (P. Light) 388.3333  bc
## Lactolac             349.3333  c
## Dos Pinos           332.6667  c
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Califiación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))

```

Anexo 8. Informe de datos TexturePro de **Queso crema San Julián** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | | | |
|--|----------|------------------------------------|--|
| Descripción Muestra | | Notas: | |
| Nombre Producto: San Julián | | | |
| Nombre de lote: 1 | | | |
| Ejemplo: 1 | | | |
| Dimensiones: | | | |
| Forma: Bloque | | | |
| Longitud: | 50.00 mm | | |
| Anchura: | 50.00 mm | | |
| Altura: | 1.00 mm | | |
| Método Test | | | |
| Fecha: 07/13/2022 | | Hora: 11:35:36 a.m. | |
| Tipo de Test: Compresión | | Tpo. Recuperación: 0 s | |
| Objetivo: 20.0 mm | | Mismo activador: Falso | |
| Esperar t.: 0 s | | Velocidad Pretest: 2 mm/s | |
| Carga Activación: 4 g | | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg | |
| Vel. Test: 1 mm/s | | Sonda: TA15/1000 | |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | | Elemento: TA-RT-KI | |
| Contador ciclos: 1 | | Celda Carga: 10000g | |
| Resultados | | | |
| Ciclo 1 Dureza: | | 536 g | |
| Deformación según Dureza: | | 19.97 mm | |
| %Deformación según dureza: | | 39.9 % | |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | | 39.1 mJ | |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | | 1.54 mm | |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | | 1.9 mJ | |
| Carga a objetivo: | | 536 g | |
| Deformación a Objetivo: | | 19.97 mm | |
| %Deformación según objetivo: | | 39.9 % | |
| Módulo aparente: | | 0.0 dyn/cm ² | |
| entre 0% y 0% de pendiente | | | |
| Pico Presión: | | 1051272 dyn/cm ² | |
| Deformación en Pico de Carga: | | 0.40 | |
| Fuerza adhesividad: | | 54 g | |
| Adhesividad: | | 2.3 mJ | |
| Cantidad de Fracturas: | | 0 | |
| con 1% de sensibilidad de carga | | | |

Continuación Anexo 8.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Fracturabilidad: | 536 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 590 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 39.1 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 19.97 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 39.9 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 9. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Aceitunas Miguel's** equivalente a “**6**” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Aceitunas Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 16.03  5.343  2.362 0.0842 .
## Residuals 44 99.55  2.263
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df  Mean    CV t.value  MSD
## 2.262571 44 5.759375 26.11715 2.762815 1.696591
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca  4 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max Q25 Q50
## Excelencia           6.441667 1.943501 12 5.566552 7.316781 3.0  9 4.825  7
## Miguels              6.179167 1.510186 12 5.304052 7.054281 3.9  9 5.000  6
## Referencia (Goya)    5.000000 0.000000 12 4.124886 5.875114 5.0  5 5.000  5
## Sasson               5.416667 1.729862 12 4.541552 6.291781 3.0  8 4.000  6
##           Q75
## Excelencia           8
## Miguels              7
## Referencia (Goya)    5
## Sasson               7
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups

```

```
## Excelencia      6.441667  a
## Miguels        6.179167  a
## Sasson         5.416667  a
## Referencia (Goya) 5.000000  a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(8,5,0,0)))
```

Anexo 10. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Aceitunas Miguel's** equivalente a “6” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Aceitunas Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df  Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 4045785 1348595  0.989 0.446
## Residuals  8 10910517 1363815

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df  Mean   CV t.value  MSD
## 1363815  8 2758.167 42.34061 3.478879 3317.198
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##           Calificacion      std r      LCL      UCL Min Max Q25
## Excelencia      2942.667 1350.07938 3 1387.8574 4497.476 1831 4445 2191.5
## Miguels         2864.667 1390.09220 3 1309.8574 4419.476 1957 4465 2064.5
```



```

## Referencia (Goya) 1818.667 70.58565 3 263.8574 3373.476 1760 1897 1779.5
## Sassón 3406.667 1302.00051 3 1851.8574 4961.476 2104 4708 2756.0
## Q50 Q75
## Excelencia 2552 3498.5
## Miguels 2172 3318.5
## Referencia (Goya) 1799 1848.0
## Sassón 3408 4058.0
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Calificacion groups
## Sassón 3406.667 a
## Excelencia 2942.667 a
## Miguels 2864.667 a
## Referencia (Goya) 1818.667 a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Califiación", las = 3, par(mar=c(8,5,0,0)))

```

Anexo 11. Informe de datos TexturePro de **Aceitunas Miguel's** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Miguels | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/13/2022 | Hora: 05:22:36 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 10.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 4 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA11/1000 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 1 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 2172 g |
| Deformación según Dureza: | 9.94 mm |
| %Deformación según dureza: | 19.9 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 78.7 mJ |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | 1.65 mm |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | 4.2 mJ |
| Ciclo 1 de Trabajo Total: | 82.8 mJ |
| Carga a objetivo: | 2172 g |
| Deformación a Objetivo: | 9.94 mm |
| %Deformación según objetivo: | 19.9 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 4260009 dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.20 |
| Fuerza adhesividad: | 11 g |
| Adhesividad: | 0.0 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |

Continuación Anexo 11.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 2172 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 2174 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 78.7 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 9.94 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 19.9 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 12. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Manías Naú** equivalente a “**9.5**” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Manias Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 12.17  4.056  1.501 0.227
## Residuals 44 118.85  2.701

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df  Mean   CV t.value  MSD
## 2.701165 44 5.33125 30.82808 2.762815 1.853752
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##          Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max
## Cashitas      5.870833 1.958717 12 4.914654 6.827012 2.00 8
## Nau            4.683333 1.717204 12 3.727154 5.639512 1.00 7
## Referencia (Planters) 5.000000 0.000000 12 4.043821 5.956179 5.00 5
## Roland        5.770833 2.004819 12 4.814654 6.727012 2.45 9
##
##          Q25 Q50 Q75
## Cashitas  4.3375 6.5 7.25
## Nau       4.0000 4.6 6.00
## Referencia (Planters) 5.0000 5.0 5.00
## Roland    4.0000 5.5 7.20
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Calificacion groups
## Cashitas  5.870833  a
## Roland    5.770833  a

```

```
## Referencia (Planters)  5.000000  a
## Nau                    4.683333  a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))
```

Anexo 13. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo ancla de **Manías Naú** equivalente a “**9.5**” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Manias Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca  3 9411260 3137087  1.259 0.352
## Residuals  8 19929108 2491138

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 2491139 8 3794.75 41.59257 3.478879 4483.247
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##      Calificacion std r LCL UCL Min Max Q25
## Cashitas          2293 1109.5003 3 191.65 4394.35 1023 3074 1902.5
## Naú                4038 1589.8368 3 1936.65 6139.35 2257 5314 3400.0
## Referencia (Planters) 4548 912.9178 3 2446.65 6649.35 3551 5343 4150.5
## Roland            4300 2317.8790 3 2198.65 6401.35 2119 6734 3083.0
```

```

##           Q50  Q75
## Cashitas      2782 2928.0
## Naú           4543 4928.5
## Referencia (Planters) 4750 5046.5
## Roland        4047 5390.5
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Referencia (Planters)      4548  a
## Roland                     4300  a
## Naú                         4038  a
## Cashitas                    2293  a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))

```

Anexo 14. Informe de datos TexturePro de **Manías Naú** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Descripción Muestra | | Notas: | |
| Nombre Producto: Naú | | | |
| Nombre de lote: 1 | | | |
| Ejemplo: 1 | | | |
| Dimensiones: | | | |
| Forma: Bloque | | | |
| Longitud: 50.00 mm | | | |
| Anchura: 50.00 mm | | | |
| Altura: 1.00 mm | | | |
| Método Test | | | |
| Fecha: 07/13/2022 | | Hora: 12:48:58 p.m. | |
| Tipo de Test: Compresión | | Tpo. Recuperación: 0 s | |
| Objetivo: 2.0 mm | | Mismo activador: Falso | |
| Esperar t.: 0 s | | Velocidad Pretest: 2 mm/s | |
| Carga Activación: 4 g | | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg | |
| Vel. Test: 1 mm/s | | Sonda: TA11/1000 | |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | | Elemento: TA-RT-KI | |
| Contador ciclos: 1 | | Celda Carga: 10000g | |
| Resultados | | | |
| Ciclo 1 Dureza: | 5314 g | | |
| Deformación según Dureza: | 1.60 mm | | |
| %Deformación según dureza: | 3.2 % | | |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 59.9 mJ | | |
| Carga a objetivo: | 1888 g | | |
| Deformación a Objetivo: | 2.03 mm | | |
| %Deformación según objetivo: | 4.1 % | | |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² | | |
| | entre 0% y 0% de pendiente | | |
| Pico Presión: | 1042250 dyn/cm ² | | |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.03 | | |
| Fuerza adhesividad: | 5 g | | |
| Adhesividad: | 0.6 mJ | | |
| Cantidad de Fracturas: | 0 | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |
| Fracturabilidad: | 5314 g | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |

Continuación Anexo 14.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Caida Carga 1ª Fractura: | 5317 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 41.8 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 1.60 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 3.2 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 15. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Almendras Cashita's** equivalente a “11” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Almendras Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3  34.68  11.561  4.133 0.0115 *
## Residuals 44 123.06   2.797
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df  Mean    CV t.value  MSD
##  2.796875 44 5.489583 30.46472 2.762815 1.886308
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca  4 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max Q25
## Cashitas           4.916667 1.311372 12 3.943695 5.889638  4  8 4.00
## Granuts             5.083333 2.429303 12 4.110362 6.056305  1  9 3.75
## Referencia (Planters)  5.000000 0.000000 12 4.027028 5.972972  5  5 5.00
## Sasson              6.958333 1.888462 12 5.985362 7.931305  3  9 6.00
##           Q50 Q75
## Cashitas      4.50  5
## Granuts        5.00  7
## Referencia (Planters) 5.00  5
## Sasson         7.75  8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups

```

```
## Sasson          6.958333  a
## Granuts        5.083333  ab
## Referencia (Planters) 5.000000  b
## Cashitas      4.916667  b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))
```

Anexo 16. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Almendras Cashita's** equivalente a "11" en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Almendras Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 3198550 1066183  2.542  0.13
## Residuals  8 3354896  419362

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 419362 8 3006.167 21.54177 3.478879 1839.451
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##           Calificacion std r LCL UCL Min Max
## Cashitas      2123.333 292.7394 3 1261.161 2985.505 1824 2409
```

```

## Granuts          3184.667 389.6977 3 2322.495 4046.839 2737 3448
## Referencia (Planters) 3299.667 889.8597 3 2437.495 4161.839 2666 4317
## Sassón          3417.000 805.0075 3 2554.828 4279.172 2925 4346
##                Q25 Q50  Q75
## Cashitas        1980.5 2137 2273.0
## Granuts          3053.0 3369 3408.5
## Referencia (Planters) 2791.0 2916 3616.5
## Sassón          2952.5 2980 3663.0
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Calificacion groups
## Sassón          3417.000    a
## Referencia (Planters) 3299.667    a
## Granuts          3184.667    a
## Cashitas          2123.333    a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Califiación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,4)))

```

Anexo 17. Informe de datos TexturePro de **Almendras Cashita's** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Cashitas | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 2 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 30.00 mm | |
| Anchura: 10.00 mm | |
| Altura: 10.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 08/10/2022 | Hora: 04:09:17 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 5.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 5 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA7 |
| Velocidad Vuelta: 10 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 1 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 1824 g |
| Deformación según Dureza: | 1.26 mm |
| %Deformación según dureza: | 4.2 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 14.2 mJ |
| Carga a objetivo: | 49 g |
| Deformación a Objetivo: | 4.82 mm |
| %Deformación según objetivo: | 16.1 % |
| Pico Presión: | 1788733 dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.04 |
| Cantidad de Fracturas: | 3 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 1824 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 1814 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 12.1 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |

Continuación Anexo 17.

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1ª Fractura Deformación: | 1.26 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 4.2 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 30.00 mm |

Anexo 18. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Dureza** siendo el ancla de **Caramelo macizo Morenito** equivalente a “**14.5**” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Dureza Caramelo Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      4 30.81  7.702  2.457 0.0563 .
## Residuals 55 172.43  3.135
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 3.135098 55 5.521667 32.06678 2.924701 2.114129
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max
## Arcor Peppermint      5.870833 2.252318 12 4.846497 6.895169 3 9
## Colombina Coffe Delight  6.658333 2.049593 12 5.633997 7.682669 3 9
## Colombina Mentas      5.495833 2.246255 12 4.471497 6.520169 2 9
## Gallito Morenito      4.583333 1.164500 12 3.558997 5.607669 3 7
## Referencia (Life savers) 5.000000 0.000000 12 3.975664 6.024336 5 5
##           Q25  Q50  Q75
## Arcor Peppermint  3.750 6.000 8.000
## Colombina Coffe Delight 5.500 7.000 8.225
## Colombina Mentas  4.125 5.225 7.000
## Gallito Morenito  4.000 4.000 5.250
## Referencia (Life savers) 5.000 5.000 5.000
##
## $comparison
## NULL
##

```

```

## $groups
##           Calificacion groups
## Colombina Coffe Delight  6.658333  a
## Arcor Peppermint        5.870833  a
## Colombina Mentas        5.495833  a
## Referencia (Life savers) 5.000000  a
## Gallito Morenito        4.583333  a
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(10.5,5,0,6)))

```

Anexo 19. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Margarina Mirasol** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad Margarina Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3  13.81  4.602  2.108 0.113
## Residuals 44  96.06  2.183

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##   MSerror Df   Mean   CV t.value  MSD
## 2.183239 44 5.697917 25.93191 2.762815 1.666582
##
## $parameters
##   test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means

```

```

##          Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max Q25 Q50
## Francedsa      6.416667 1.676486 12 5.557031 7.276302 4 9 5.50 7.0
## Mazola         5.958333 1.484133 12 5.098698 6.817969 4 8 4.75 6.0
## Mirasol        5.416667 1.928652 12 4.557031 6.276302 2 8 4.00 5.5
## Referencia (Crisco) 5.000000 0.000000 12 4.140365 5.859635 5 5 5.00 5.0
##          Q75
## Francedsa      7.25
## Mazola         7.00
## Mirasol        7.00
## Referencia (Crisco) 5.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Calificacion groups
## Francedsa      6.416667  a
## Mazola         5.958333  a
## Mirasol        5.416667  a
## Referencia (Crisco) 5.000000  a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(8.5,5,0,4)))

```

Anexo 20. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Margarina Mirasol** equivalente a “1” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad Margarina Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3  57.45  19.149  62.27 6.88e-06 ***
## Residuals  8   2.46   0.307

```



```

## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 0.3075 8 3.433333 16.15127 3.478879 1.57513
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
## Calificacion std r LCL UCL Min Max Q25
## Francessa 1.833333 0.6658328 3 1.09505178 2.571615 1.4 2.6 1.45
## Mazola 6.000000 0.5567764 3 5.26171845 6.738282 5.4 6.5 5.75
## Mirasol 5.133333 0.6429101 3 4.39505178 5.871615 4.4 5.6 4.90
## Referencia (Crisco) 0.7666667 0.2516611 3 0.02838512 1.504948 0.5 1.0 0.65
## Q50 Q75
## Francessa 1.5 2.05
## Mazola 6.1 6.30
## Mirasol 5.4 5.50
## Referencia (Crisco) 0.8 0.90
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Calificacion groups
## Mazola 6.000000 a
## Mirasol 5.133333 a
## Francessa 1.833333 b
## Referencia (Crisco) 0.7666667 b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(8.5,5,0,4)))

```

Anexo 21. Informe de datos TexturePro de **Margarina Mirasol** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Mirasol | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/12/2022 | Hora: 03:53:06 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 10.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 4 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA15/1000 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 1 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 789 g |
| Deformación según Dureza: | 9.98 mm |
| %Deformación según dureza: | 19.9 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 31.4 mJ |
| Carga a objetivo: | 789 g |
| Deformación a Objetivo: | 9.98 mm |
| %Deformación según objetivo: | 19.9 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 1547489 dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.20 |
| Adhesividad: | 5.4 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 789 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 864 g |

Continuación Anexo 21.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 31.4 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 9.98 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 19.9 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 22. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Queso crema Philadelphia Light** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad Queso Crema Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      4  9.69  2.423  1.021 0.404
## Residuals 55 130.46  2.372

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean   CV t.value  MSD
## 2.37197 55 5.35 28.78729 2.924701 1.83891
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max
## Dos Pinos           6.125000 2.001420 12 5.234013 7.015987 3 9
## Lactolac             5.291667 1.839693 12 4.400680 6.182654 2 9
## Philadelphia Light   5.083333 1.083625 12 4.192346 5.974320 3 7
## Referencia (P. full fat) 5.000000 0.000000 12 4.109013 5.890987 5 5
## San Julian           5.250000 1.815339 12 4.359013 6.140987 3 8
##           Q25 Q50  Q75
## Dos Pinos           4.75 6.5 8.000
## Lactolac             4.00 5.5 6.125
## Philadelphia Light   4.75 5.0 6.000
## Referencia (P. full fat) 5.00 5.0 5.000
## San Julian           4.00 5.0 7.000
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups

```

```

## Dos Pinos          6.125000  a
## Lactolac           5.291667  a
## San Julian         5.250000  a
## Philadelphia Light  5.083333  a
## Referencia (P. full fat) 5.000000  a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,5)))

```

Anexo 23. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla **Queso crema Philadelphia Light** equivalente a “3” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad Queso Crema Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      4  75.41  18.852  24.78 3.58e-05 ***
## Residuals 10   7.61   0.761
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##   MSerror Df   Mean   CV t.value   MSD
## 0.7606667 10 3.333333 26.16486 3.581406 2.550381
##
## $parameters
##   test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means

```

```

##           Calificacion  std r   LCL   UCL Min Max
## Dos Pinos           0.700000 0.5291503 3 -0.4219637 1.821964 0.3 1.3
## Lactolac            2.066667 0.1154701 3  0.9447029 3.188630 2.0 2.2
## Philadelphia light   6.166667 1.6441817 3  5.0447029 7.288630 4.3 7.4
## Referencia (P. full fat) 5.866667 0.8144528 3  4.7447029 6.988630 5.3 6.8
## San Julián          1.866667 0.3785939 3  0.7447029 2.988630 1.6 2.3
##           Q25 Q50 Q75
## Dos Pinos           0.40 0.5 0.90
## Lactolac            2.00 2.0 2.10
## Philadelphia light   5.55 6.8 7.10
## Referencia (P. full fat) 5.40 5.5 6.15
## San Julián          1.65 1.7 2.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Philadelphia light   6.166667  a
## Referencia (P. full fat) 5.866667  a
## Lactolac            2.066667  b
## San Julián          1.866667  b
## Dos Pinos           0.700000  b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9,5,0,5)))

```

Anexo 24. Informe de datos TexturePro de **Queso crema Philadelphia Light** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Philadelphia light | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 4 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/13/2022 | Hora: 11:03:51 a.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 20.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 4 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA15/1000 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 1 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 379 g |
| Deformación según Dureza: | 19.98 mm |
| %Deformación según dureza: | 40.0 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 27.6 mJ |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | 1.16 mm |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | 1.2 mJ |
| Carga a objetivo: | 379 g |
| Deformación a Objetivo: | 19.98 mm |
| %Deformación según objetivo: | 40.0 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 743344. dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.40 |
| Fuerza adhesividad: | 85 g |
| Adhesividad: | 7.4 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |

Continuación Anexo 24.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Fracturabilidad: | 379 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 453 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 27.6 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 19.98 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 40.0 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 25. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Mantequilla de maní Peter Pan** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad PeanutButter Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      2  22.18  11.090  4.998 0.0127 *
## Residuals  33  73.23   2.219
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df  Mean   CV t.value  MSD
##  2.219066 33 5.402778 27.57198 2.522213 1.533879
##
## $parameters
##   test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 3 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max Q25 Q50
## B                6.500000 1.566699 12 5.625106 7.374894 4 8 5 7
## Peter Pan          4.708333 2.050037 12 3.833439 5.583227 1 9 4 4
## Referencia (Skippy) 5.000000 0.000000 12 4.125106 5.874894 5 5 5 5
##           Q75
## B                8
## Peter Pan          5
## Referencia (Skippy) 5
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## B                6.500000  a
## Referencia (Skippy) 5.000000  ab

```

```
## Peter Pan      4.708333   b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(8.5,5,0,4)))
```

Anexo 26. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Adhesividad** siendo el ancla de **Mantequilla de maní Peter Pan** equivalente a “7” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Adhesividad PeanutButter Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca    2  81.51  40.75  13.11 0.00645 **
## Residuals 6  18.65   3.11
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df  Mean   CV t.value  MSD
## 3.107778 6 6.622222 26.62081 3.287455 4.73194
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 3 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r   LCL   UCL Min Max Q25
## B                8.700000 0.8660254 3 6.2095222 11.190478 8.2 9.7 8.20
## Peter Pan         8.800000 2.9103264 3 6.3095222 11.290478 5.5 11.0 7.70
## Referencia (Skippy) 2.366667 0.3214550 3 -0.1238111 4.857144 2.0 2.6 2.25
```

```

##           Q50  Q75
## B           8.2  8.95
## Peter Pan    9.9 10.45
## Referencia (Skippy) 2.5 2.55
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Peter Pan    8.800000    a
## B            8.700000    a
## Referencia (Skippy) 2.366667    b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(8.5,5,0,4)))

```

Anexo 27. Informe de datos TexturePro de **Mantequilla de maní Peter Pan** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Peter Pan | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/12/2022 | Hora: 04:46:59 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 20.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 4 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA15/1000 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 1 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 357 g |
| Deformación según Dureza: | 19.98 mm |
| %Deformación según dureza: | 40.0 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 22.1 mJ |
| Carga a objetivo: | 357 g |
| Deformación a Objetivo: | 19.98 mm |
| %Deformación según objetivo: | 40.0 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 700194. dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.40 |
| Adhesividad: | 9.9 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 357 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 426 g |

Continuación Anexo 27.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 22.1 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 19.98 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 40.0 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 28. Informe de datos TexturePro de **Queso panela San Julián** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: San Julián | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 2 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 5.00 mm | |
| Anchura: 5.00 mm | |
| Altura: 5.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 09/29/2022 | Hora: 04:41:40 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 5.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 5 g | Fr. Muestreo: 20 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA11/1000 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 2 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 731 g |
| Deformación según Dureza: | 4.97 mm |
| %Deformación según dureza: | 99.4 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 10.2 mJ |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | 2.85 mm |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | 3.8 mJ |
| Ciclo 1 de Trabajo Total: | 14.0 mJ |
| Carga a objetivo: | 731 g |
| Deformación a Objetivo: | 4.97 mm |
| %Deformación según objetivo: | 99.4 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Fuerza adhesividad: | 3 g |
| Adhesividad: | 0.0 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 731 g |

Continuación Anexo 28.

| | |
|--|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 726 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 10.2 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 4.97 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 99.4 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 739 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 8.8 mJ |
| Trabajo Recuperable 2: | 10.3 mJ |
| Ciclo 2 de Trabajo Total: | 19.2 mJ |
| Elasticidad: | 4.12 mm |
| Indice Elasticidad: | 0.83 |
| Longitud de la muestra: | 5.00 mm |

Anexo 29. Informe de datos TexturePro de **Salchicha Frankfurt Toledo** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Descripción Muestra | | Notas: | |
| Nombre Producto: Frankfurt | | | |
| Nombre de lote: 1 | | | |
| Ejemplo: 4 | | | |
| Dimensiones: | | | |
| Forma: Bloque | | | |
| Longitud: | 5.00 mm | | |
| Anchura: | 5.00 mm | | |
| Altura: | 5.00 mm | | |
| Método Test | | | |
| Fecha: 09/29/2022 | | Hora: 04:31:44 p.m. | |
| Tipo de Test: Compresión | | Tpo. Recuperación: 0 s | |
| Objetivo: 5.0 mm | | Mismo activador: Falso | |
| Esperar t.: 0 s | | Velocidad Pretest: 2 mm/s | |
| Carga Activación: 5 g | | Fr. Muestreo: 20 puntos/seg | |
| Vel. Test: 1 mm/s | | Sonda: TA11/1000 | |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | | Elemento: TA-RT-KI | |
| Contador ciclos: 2 | | Celda Carga: 10000g | |
| Resultados | | | |
| Ciclo 1 Dureza: | 603 g | | |
| Deformación según Dureza: | 4.97 mm | | |
| %Deformación según dureza: | 99.4 % | | |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 10.0 mJ | | |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | 3.21 mm | | |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | 4.9 mJ | | |
| Ciclo 1 de Trabajo Total: | 14.9 mJ | | |
| Carga a objetivo: | 603 g | | |
| Deformación a Objetivo: | 4.97 mm | | |
| %Deformación según objetivo: | 99.4 % | | |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² | | |
| | entre 0% y 0% de pendiente | | |
| Fuerza adhesividad: | 2 g | | |
| Adhesividad: | -0.1 mJ | | |
| Cantidad de Fracturas: | 0 | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |
| Fracturabilidad: | 603 g | | |

Continuación Anexo 29.

| | |
|--|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 602 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 10.0 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 4.97 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 99.4 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 632 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 10.3 mJ |
| Trabajo Recuperable 2: | 5.0 mJ |
| Ciclo 2 de Trabajo Total: | 15.4 mJ |
| Elasticidad: | 4.85 mm |
| Indice Elasticidad: | 0.98 |
| Longitud de la muestra: | 5.00 mm |

Anexo 30. Informe de datos TexturePro de **Panqué con pasas Bimbo** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Descripción Muestra | | Notas: | |
| Nombre Producto: Bimbo | | | |
| Nombre de lote: 1 | | | |
| Ejemplo: 2 | | | |
| Dimensiones: | | | |
| Forma: Bloque | | | |
| Longitud: 5.00 mm | | | |
| Anchura: 5.00 mm | | | |
| Altura: 5.00 mm | | | |
| Método Test | | | |
| Fecha: 09/23/2022 | | Hora: 01:52:19 p.m. | |
| Tipo de Test: Compresión | | Tpo. Recuperación: 0 s | |
| Objetivo: 10.0 mm | | Mismo activador: Exacto | |
| Esperar t.: 0 s | | Velocidad Pretest: 2 mm/s | |
| Carga Activación: 5 g | | Fr. Muestreo: 20 puntos/seg | |
| Vel. Test: 2 mm/s | | Sonda: TA25/1000 | |
| Velocidad Vuelta: 2 mm/s | | Elemento: TA-RT-KI | |
| Contador ciclos: 2 | | Celda Carga: 10000g | |
| Resultados | | | |
| Ciclo 1 Dureza: | 1038 g | | |
| Deformación según Dureza: | 9.94 mm | | |
| %Deformación según dureza: | 198.8 % | | |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 44.3 mJ | | |
| Carga a objetivo: | 1038 g | | |
| Deformación a Objetivo: | 9.94 mm | | |
| %Deformación según objetivo: | 198.8 % | | |
| Fuerza adhesividad: | 3 g | | |
| Adhesividad: | 0.0 mJ | | |
| Cantidad de Fracturas: | 0 | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |
| Fracturabilidad: | 1038 g | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 1038 g | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 44.3 mJ | | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | | |

Continuación Anexo 30.

| | |
|--|---------------------------------|
| 1ª Fractura Deformación: | 9.94 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 198.8 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 863 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 20.5 mJ |
| Cohesividad: | 0.46 |
| Ciclo 2 Deformación Recuperable: | 3.92 mm |
| Elasticidad: | 7.63 mm |
| Índice Elasticidad: | 0.77 |
| Firmeza: | 480 g |
| Cohesividad Corregida: | 0.41 |
| Firmeza Corregida: | 426 g |
| Longitud de la muestra: | 5.00 mm |

Anexo 31. Informe de datos TexturePro de **Pan sándwich Bimbo 0% Grasa** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: 0% grasa Bimbo | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 5.00 mm | |
| Anchura: 5.00 mm | |
| Altura: 5.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 09/23/2022 | Hora: 01:57:19 p.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 10.0 mm | Mismo activador: Exacto |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 5 g | Fr. Muestreo: 20 puntos/seg |
| Vel. Test: 2 mm/s | Sonda: TA25/1000 |
| Velocidad Vuelta: 2 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 2 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 1220 g |
| Deformación según Dureza: | 9.96 mm |
| %Deformación según dureza: | 199.2 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 28.2 mJ |
| Carga a objetivo: | 1220 g |
| Deformación a Objetivo: | 9.96 mm |
| %Deformación según objetivo: | 199.2 % |
| Fuerza adhesividad: | 2 g |
| Adhesividad: | 0.0 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 1220 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 1214 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 28.2 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |

Continuación Anexo 31.

| | |
|--|---------------------------------|
| 1ª Fractura Deformación: | 9.96 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 199.2 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 1122 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 19.3 mJ |
| Cohesividad: | 0.68 |
| Ciclo 2 Deformación Recuperable: | 4.82 mm |
| Elasticidad: | 7.31 mm |
| Indice Elasticidad: | 0.73 |
| Firmeza: | 835 g |
| Cohesividad Corregida: | 0.62 |
| Firmeza Corregida: | 752 g |
| Longitud de la muestra: | 5.00 mm |

Anexo 32. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Cohesividad de masa** siendo el ancla de **Brownie Betty Crocker** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Cohesividad Brownie Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      1  18.38  18.375  13.36 0.00139 **
## Residuals 22  30.25   1.375
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean   CV t.value  MSD
##  1.375 22 5.875 19.95922 2.073873 0.9927911
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca  2 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max
## Fiber One              6.75 1.658312 12 6.047991 7.452009  3  9
## Referencia (Little Debbie)  5.00 0.000000 12 4.297991 5.702009  5  5
##           Q25 Q50 Q75
## Fiber One      7  7 7.25
## Referencia (Little Debbie)  5  5 5.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Fiber One      6.75  a
## Referencia (Little Debbie)  5.00  b
##

```

```
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(11,5,0,4)))
```

Anexo 33. Código de RStudio de distribución de medias para atributo **Cohesividad de masa** siendo el ancla de **Brownie Betty Crocker** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Cohesividad Brownie Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      2 0.1460 0.07301  9.165 0.015 *
## Residuals  6 0.0478 0.00797
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##   MSerror Df   Mean   CV t.value   MSD
## 0.007966667 6 0.3144444 28.38536 3.287455 0.2395811
##
## $parameters
##   test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 3 0.05
##
## $means
##           Calificacion   std r   LCL   UCL Min
## Betty Crocker          0.4933333 0.15275252 3 0.3672389 0.6194278 0.36
## Fiber One              0.2433333 0.02081666 3 0.1172389 0.3694278 0.22
## Referencia (Little Debbie) 0.2066667 0.01154701 3 0.0805722 0.3327611 0.20
##           Max   Q25   Q50   Q75
```

```

## Betty Crocker      0.66 0.410 0.46 0.560
## Fiber One          0.26 0.235 0.25 0.255
## Referencia (Little Debbie) 0.22 0.200 0.20 0.210
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Betty Crocker      0.4933333  a
## Fiber One          0.2433333  b
## Referencia (Little Debbie) 0.2066667  b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Califiación", las = 3, par(mar=c(11,5,0,4)))

```


Anexo 34. Informe de datos TexturePro de **Brownie Betty Crocker** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------------|
| Descripción Muestra | | Notas: |
| Nombre Producto: Betty Crocker | | |
| Nombre de lote: 1 | | |
| Ejemplo: 1 | | |
| Dimensiones: | | |
| Forma: Bloque | | |
| Longitud: | 5.00 mm | |
| Anchura: | 5.00 mm | |
| Altura: | 5.00 mm | |
| Método Test | | |
| Fecha: | 09/23/2022 | Hora: 01:36:56 p.m. |
| Tipo de Test: | Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: | 25.0 % | Mismo activador: Exacto |
| Esperar t.: | 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: | 5 g | Fr. Muestreo: 20 puntos/seg |
| Vel. Test: | 1 mm/s | Sonda: TA25/1000 |
| Velocidad Vuelta: | 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: | 2 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | | |
| Ciclo 1 Dureza: | 192 g | |
| Deformación según Dureza: | 1.25 mm | |
| %Deformación según dureza: | 25.0 % | |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 1.1 mJ | |
| Carga a objetivo: | 192 g | |
| Deformación a Objetivo: | 1.25 mm | |
| %Deformación según objetivo: | 25.0 % | |
| Fuerza adhesividad: | 3 g | |
| Adhesividad: | 0.0 mJ | |
| Cantidad de Fracturas: | 2 | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | |
| Fracturabilidad: | 36 g | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | |
| Caída Carga 1ª Fractura: | 5 g | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 0.0 mJ | |
| | con 1% de sensibilidad de carga | |

Continuación Anexo 34.

| | |
|--|---------------------------------|
| 1ª Fractura Deformación: | 0.20 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 4.0 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 154 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 0.4 mJ |
| Cohesividad: | 0.36 |
| Ciclo 2 Deformación Recuperable: | 0.24 mm |
| Elasticidad: | 0.52 mm |
| Índice Elasticidad: | 0.42 |
| Firmeza: | 69 g |
| Cohesividad Corregida: | 0.32 |
| Firmeza Corregida: | 62 g |
| Longitud de la muestra: | 5.00 mm |

Anexo 35. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Queso crema Philadelphia Light** equivalente a “0” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Elasticidad Queso Crema Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      4  8.10  2.025  1.116 0.358
## Residuals 55 99.81  1.815

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 1.814773 55 5.325 25.29831 2.924701 1.608485
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 5 0.05
##
## $means
##           Calificacion std r LCL UCL Min Max
## Dos Pinos      5.250000 1.7645499 12 4.470658 6.029342 3 8
## Lactolac        5.541667 1.6983727 12 4.762325 6.321008 2 8
## Philadelphia Light 4.916667 0.9003366 12 4.137325 5.696008 4 7
## Referencia (P. full fat) 5.000000 0.0000000 12 4.220658 5.779342 5 5
## San Julian      5.916667 1.5050420 12 5.137325 6.696008 4 9
##           Q25 Q50 Q75
## Dos Pinos      4.00 4.5 7.00
## Lactolac        4.75 5.5 7.00
## Philadelphia Light 4.00 5.0 5.00
## Referencia (P. full fat) 5.00 5.0 5.00
## San Julian      5.00 6.0 6.25
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups

```

```

## San Julian          5.916667  a
## Lactolac           5.541667  a
## Dos Pinos          5.250000  a
## Referencia (P. full fat) 5.000000  a
## Philadelphia Light  4.916667  a
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(9.5,5,0,4)))

```

Anexo 36. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla de **Malvaviscos Guandy** equivalente a “**9.5**” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Elasticidad Malvaviscos Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## Marca      3  49.81  16.602  7.864 0.000261 ***
## Residuals 44  92.90   2.111
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df  Mean  CV t.value  MSD
##  2.111269 44 5.53125 26.2693 2.762815 1.638883
##
## $parameters
##      test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca  4 0.05
##
## $means

```

```

##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min
## Colombina Millows      7.291667 1.573334 12 6.446319 8.137014 4
## Guandy Marshmellows     5.000000 1.595448 12 4.154652 5.845348 2
## Guatemalan C. Crismelos  4.833333 1.850471 12 3.987986 5.678681 2
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 5.000000 0.000000 12 4.154652 5.845348 5
##           Max Q25 Q50  Q75
## Colombina Millows      9 6.00 7.5 8.625
## Guandy Marshmellows     7 4.00 5.5 6.000
## Guatemalan C. Crismelos  8 3.75 4.5 6.250
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 5 5.00 5.0 5.000
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Colombina Millows      7.291667  a
## Guandy Marshmellows     5.000000  b
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 5.000000  b
## Guatemalan C. Crismelos  4.833333  b
##
## attr("class")
## [1] "group"

library(ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(11.5,5,0,6)))

```

Anexo 37. Código de RStudio de distribución de medias para atributo **Elasticidad** siendo el ancla de **Malvaviscos Guandy** equivalente a “**9.5**” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Elasticidad Malvaviscos Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 0.0243  0.0081  0.143  0.931
## Residuals  8 0.4528  0.0566

```

```

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 0.0566 8 9.239167 2.574989 3.478879 0.6757747
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
## Calificacion std r LCL UCL Min
## Colombina Millows 9.166667 0.33501244 3 8.849923 9.483410 8.78
## Guandy Marshmellows 9.236667 0.01154701 3 8.919923 9.553410 9.23
## Guatemalan C. Crismelos 9.273333 0.17925773 3 8.956590 9.590077 9.16
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 9.280000 0.28618176 3 8.963257 9.596743 9.01
## Max Q25 Q50 Q75
## Colombina Millows 9.37 9.065 9.35 9.360
## Guandy Marshmellows 9.25 9.230 9.23 9.240
## Guatemalan C. Crismelos 9.48 9.170 9.18 9.330
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 9.58 9.130 9.25 9.415
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Calificacion groups
## Referencia (Jet Puffed Kraft) 9.280000 a
## Guatemalan C. Crismelos 9.273333 a
## Guandy Marshmellows 9.236667 a
## Colombina Millows 9.166667 a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(11.5,5,0,6)))

```

Anexo 38. Informe de datos TexturePro de **Malvaviscos Guandy** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Marshmallows | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/13/2022 | Hora: 09:43:45 a.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 10.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 4 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA10 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 2 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 221 g |
| Deformación según Dureza: | 9.98 mm |
| %Deformación según dureza: | 19.9 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 10.2 mJ |
| Ciclo 1 Deformación Recuperable: | 7.71 mm |
| Ciclo 1 Trabajo Recuperable: | 5.3 mJ |
| Carga a objetivo: | 221 g |
| Deformación a Objetivo: | 9.98 mm |
| %Deformación según objetivo: | 19.9 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 433453. dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.20 |
| Fuerza adhesividad: | 3 g |
| Adhesividad: | 0.2 mJ |
| Cantidad de Fracturas: | 0 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |

Continuación Anexo 38.

| | |
|--|---------------------------------|
| Fracturabilidad: | 221 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 222 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 10.2 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 9.98 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 19.9 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 219 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 9.1 mJ |
| Ciclo 2 Deformación Recuperable: | 7.66 mm |
| Trabajo Recuperable 2: | 6.8 mJ |
| Ciclo 2 de Trabajo Total: | 15.9 mJ |
| Elasticidad: | 9.25 mm |
| Indice Elasticidad: | 0.93 |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

Anexo 39. Código de RStudio de distribución de medias para atributo de **Elasticidad** siendo el ancla **Gelatina Castilla** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **datos sensoriales obtenidos con el panel**

```

library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Elasticidad Gelatina Sensorial.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 15.79  5.264  2.389 0.0816 .
## Residuals 44 96.96  2.204
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
##  MSerror Df Mean   CV t.value   MSD
## 2.203598 44 5.375 27.61772 2.762815 1.674335
##
## $parameters
##   test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##           Calificacion  std r  LCL  UCL Min Max Q25
## Castilla           5.291667 1.738054 12 4.428032 6.155301 3 8 4.00
## Imperial           6.333333 1.154701 12 5.469699 7.196968 5 9 5.75
## Referencia (JelloKnox) 5.000000 0.000000 12 4.136366 5.863634 5 5 5.00
## Royal              4.875000 2.111925 12 4.011366 5.738634 1 8 3.00
##
##           Q50 Q75
## Castilla    4.75 7.00
## Imperial    6.00 7.00
## Referencia (JelloKnox) 5.00 5.00
## Royal       5.25 6.25
##
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups

```

```
##           Calificacion groups
## Imperial      6.333333  a
## Castilla      5.291667  a
## Referencia (JelloKnox) 5.000000  a
## Royal         4.875000  a
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(10,5,0,5)))
```

Anexo 40. Código de RStudio de distribución de medias para atributo **Elasticidad** siendo el ancla **Gelatina Castilla** equivalente a “15” en la escala de Texture Profile con **Texturómetro Brookfield CT3**

```
library(agricolae)
library(readxl)
Atributo <- read_excel("Elasticidad Gelatina Texturometro.xlsx")
View(Atributo)

Atributo_2 = aov(Calificacion ~ Marca , data=Atributo)
summary(Atributo_2)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Marca      3 0.1133 0.03776  1.686 0.247
## Residuals  8 0.1792 0.02240

out <- LSD.test(Atributo_2, "Marca", p.adj="bonferroni")
out

## $statistics
## MSerror Df Mean CV t.value MSD
## 0.0224 8 6.646667 2.25175 3.478879 0.4251261
##
## $parameters
## test p.adjusted name.t ntr alpha
## Fisher-LSD bonferroni Marca 4 0.05
##
## $means
##           Calificacion std r LCL UCL Min Max
## Castilla      6.740000 0.07937254 3 6.540738 6.939262 6.65 6.80
```

```

## Imperial      6.563333 0.14571662 3 6.364072 6.762595 6.41 6.70
## Referencia (JelloKnox) 6.746667 0.16196707 3 6.547405 6.945928 6.56 6.85
## Royal        6.536667 0.18929694 3 6.337405 6.735928 6.32 6.67
##              Q25 Q50 Q75
## Castilla     6.710 6.77 6.785
## Imperial     6.495 6.58 6.640
## Referencia (JelloKnox) 6.695 6.83 6.840
## Royal        6.470 6.62 6.645
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Calificacion groups
## Referencia (JelloKnox) 6.746667 a
## Castilla              6.740000 a
## Imperial              6.563333 a
## Royal                 6.536667 a
##
## attr("class")
## [1] "group"

library (ggplot2)

boxplot(Atributo$Calificacion ~ Atributo$Marca, col=c("#C2F970", "#50C9CE", "#D05353", "#8B85C1", "#FCD3DE"), xlab = "", ylab = "Calificación", las = 3, par(mar=c(10,5,0,5)))

```

Anexo 41. Informe de datos TexturePro de **Gelatina Castilla** con Texturómetro Brookfield CT3 (realizado en triplicado)

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

| | |
|--|------------------------------------|
| Descripción Muestra | |
| Nombre Producto: Castilla | Notas: |
| Nombre de lote: 1 | |
| Ejemplo: 1 | |
| Dimensiones: | |
| Forma: Bloque | |
| Longitud: 50.00 mm | |
| Anchura: 50.00 mm | |
| Altura: 1.00 mm | |
| Método Test | |
| Fecha: 07/13/2022 | Hora: 09:09:07 a.m. |
| Tipo de Test: Compresión | Tpo. Recuperación: 0 s |
| Objetivo: 7.0 mm | Mismo activador: Falso |
| Esperar t.: 0 s | Velocidad Pretest: 2 mm/s |
| Carga Activación: 2 g | Fr. Muestreo: 10 puntos/seg |
| Vel. Test: 1 mm/s | Sonda: TA10 |
| Velocidad Vuelta: 1 mm/s | Elemento: TA-RT-KI |
| Contador ciclos: 2 | Celda Carga: 10000g |
| Resultados | |
| Ciclo 1 Dureza: | 91 g |
| Deformación según Dureza: | 6.94 mm |
| %Deformación según dureza: | 13.9 % |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 2.8 mJ |
| Carga a objetivo: | 91 g |
| Deformación a Objetivo: | 6.94 mm |
| %Deformación según objetivo: | 13.9 % |
| Módulo aparente: | 0.0 dyn/cm ² |
| | entre 0% y 0% de pendiente |
| Pico Presión: | 178481. dyn/cm ² |
| Deformación en Pico de Carga: | 0.14 |
| Fuerza adhesividad: | 8 g |
| Adhesividad: | 0.1 mJ |
| Longitud Extensibilidad: | 0.90 mm |
| Cantidad de Fracturas: | 1 |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Fracturabilidad: | 10 g |

Continuación Anexo 41.

| | |
|--|---------------------------------|
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Caida Carga 1ª Fractura: | 1 g |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Trabajo terminado 1ª Fractura: | 0.1 mJ |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| 1ª Fractura Deformación: | 0.89 mm |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| % Deformación 1ª Fractura: | 1.8 % |
| | con 1% de sensibilidad de carga |
| Ciclo 2 Dureza: | 85 g |
| Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: | 2.5 mJ |
| Ciclo 2 Deformación Recuperable: | 6.52 mm |
| Trabajo Recuperable 2: | 2.3 mJ |
| Ciclo 2 de Trabajo Total: | 4.7 mJ |
| Elasticidad: | 6.77 mm |
| Indice Elasticidad: | 0.98 |
| Longitud de la muestra: | 50.00 mm |

C. Entrenamiento semanal de los cuatro atributos seleccionados según la norma ISO 11036:2020:

Anexo 42. Infografía utilizada para entrenamiento de atributo Dureza y Adhesividad

PANEL ENTRENADO DE TEXTURA

Conceptos Básicos



Análisis sensorial

Disciplina científica que se utiliza para **evocar, analizar, medir e interpretar** reacciones a distintas características que provocan algunos alimentos y demás sustancias. Estas reacciones pueden percibirse mediante los **sentidos de la vista, olfato, tacto, gusto y oído**, brindando una **caracterización de aceptación o rechazo**.

Aspectos generales

La calidad sensorial de un producto no se considera como una característica propia del mismo, si no se considera como el **resultado de distintas interacciones del alimento con el panelista**. El analista debe de poder definir las **sensaciones percibidas** por medio de **distintos estímulos** que genera el **alimento** y **condiciones** en que se encuentra.

Textura

Todos los atributos **mecánicos, geométricos y superficiales** de un producto alimentario que son perceptibles mediante **receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos**.

- Los **atributos mecánicos** son aquellos que se relacionan con **reacciones al someter el producto al estrés**. Estos se dividen en cinco categorías: dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad y adhesividad.
- Los **atributos geométricos** son aquellos que se relacionan con el **tamaño, forma y disposición de partículas en un producto**.
- Los **atributos de superficie** son aquellos que se relacionan con las **sensaciones que produce algo húmedo o con contenido de grasa**, tanto en la boca, como lubricantes, dependiendo en la forma en que se liberen.



DUREZA

Definición

Atributo mecánico de textura que relaciona la **fuerza necesaria para lograr una deformación o penetración en un producto**. Se percibe en la boca al **comprimir** un producto entre los **molares** (sólidos) o entre la **lengua y el paladar** (semisólidos). Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son **"blando", "duro", "suave"**.

Técnica de entrenamiento

Colocar la muestra entre los **molares** o **entre la lengua y el paladar**, **masticar** de forma **uniforme**, evaluando la **fuerza necesaria para comprimir** los alimentos.



ADHESIVIDAD

Definición

Atributo mecánico de superficie de textura que relaciona la **fuerza requerida para remover el material** que se **adhiera a la boca o sustrato** (piel). Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son **"pegajoso", "adhesivo", "gomoso"**.

Técnica de entrenamiento

Colocar la muestra en la **lengua**, **apretarla** contra el **paladar** y evaluar la **fuerza requerida para quitarlo con la lengua**.



Anexo 43. Infografía utilizada para entrenamiento de atributo Elasticidad y Cohesividad de Masa

ELASTICIDAD

Definición

Atributo mecánico de textura relacionado con la rapidez de recuperación al deformar el alimento y el grado en que un material deformado vuelve a su condición no deformada después de que es eliminada la fuerza deformante. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son "plástico", "maleable", "elástico".

Técnica de entrenamiento

Colocar la muestra entre la lengua y el paladar (semisólidos) o en molares (sólidos) y comprimir parcialmente (sin romper), retirar la fuerza y evaluar el grado y/o rapidez de recuperación.
"No elástico" -> "Muy elástico"



COHESIVIDAD DE MASA

Definición

Atributo mecánico de textura, relacionado con el grado en que la masa se mantiene unida al masticar (entre 10 y 15 masticaciones) o durante la manipulación manual. Los adjetivos que se relacionan con este parámetro son "elástico", "gomoso".

Técnica de entrenamiento

Colocar la muestra en los molares y masticar entre 10 a 15 masticaciones o hasta que se perciba un cambio de fase.
"Masa suelta" -> "Masa apretada"



Anexo 44. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Dureza y Adhesividad (en duplicado con numeración diferente)

Hoja Maestra de Prueba No. 1 de atributos de “Dureza” y “Adhesividad”

Productos: Fresas, Dulces chiclosos, Papalinas y Pan de agua

Tipo de prueba: Calificación de atributo de dureza y adhesividad según la escala pertinente de cada uno

Número de panelistas: 12

| Muestra | Código de letra | Código designado |
|----------------|-----------------|------------------|
| Fresa | A | 178 |
| Dulce chicloso | B | 309 |
| Papalina | C | 695 |
| Pan de agua | D | 932 |

| Panelista | Orden de presentación | | | | |
|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | ABCD | 178 | 309 | 695 | 932 |
| 2 | BCDA | 309 | 695 | 932 | 178 |
| 3 | CDAB | 695 | 932 | 178 | 309 |
| 4 | DABC | 932 | 178 | 309 | 695 |
| 5 | ABCD | 178 | 309 | 695 | 932 |
| 6 | BCDA | 309 | 695 | 932 | 178 |
| 7 | CDAB | 695 | 932 | 178 | 309 |
| 8 | DABC | 932 | 178 | 309 | 695 |
| 9 | ABCD | 178 | 309 | 695 | 932 |
| 10 | BCDA | 309 | 695 | 932 | 178 |
| 11 | CDAB | 695 | 932 | 178 | 309 |
| 12 | DABC | 932 | 178 | 309 | 695 |

Anexo 45. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo
Cohesividad de Masa

Hoja Maestra de Prueba No. 3 de atributo de “Cohesividad de masa”

Productos: Tortilla de harina, jamón y fruta de coctel

Tipo de prueba: Calificación de atributo de cohesividad de masa según la escala pertinente

Número de panelistas: 12

| Muestra | Código de letra | Código designado |
|--------------------|-----------------|------------------|
| Tortilla de harina | A | 178 |
| Jamón | B | 309 |
| Fruta de coctel | C | 695 |

| Panelista | Orden de presentación | | | |
|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|
| 1 | ABC | 178 | 309 | 695 |
| 2 | BCA | 309 | 695 | 178 |
| 3 | CAB | 695 | 178 | 309 |
| 4 | ACB | 178 | 695 | 309 |
| 5 | BAC | 309 | 178 | 695 |
| 6 | CBA | 695 | 309 | 178 |
| 7 | ABC | 178 | 309 | 695 |
| 8 | BCA | 309 | 695 | 178 |
| 9 | CAB | 695 | 178 | 309 |
| 10 | ACB | 178 | 695 | 309 |
| 11 | BAC | 309 | 178 | 695 |
| 12 | CBA | 695 | 309 | 178 |

Anexo 46. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo
Elasticidad

Hoja Maestra de Prueba final de atributo de “Elasticidad”

Productos: Tofu, Flan y Bagel

Tipo de prueba: Calificación de atributo de elasticidad según la escala pertinente

Número de panelistas: 12

| Muestra | Código de letra | Código designado |
|---------|-----------------|------------------|
| Tofu | A | 457 |
| Flan | B | 248 |
| Bagel | C | 790 |

| Panelista | Orden de presentación | | | |
|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|
| 1 | ABC | 457 | 248 | 790 |
| 2 | BCA | 248 | 790 | 457 |
| 3 | CAB | 790 | 457 | 248 |
| 4 | ACB | 457 | 790 | 248 |
| 5 | BAC | 248 | 457 | 790 |
| 6 | CBA | 790 | 248 | 457 |
| 7 | ABC | 457 | 248 | 790 |
| 8 | BCA | 248 | 790 | 457 |
| 9 | CAB | 790 | 457 | 248 |
| 10 | ACB | 457 | 790 | 248 |
| 11 | BAC | 248 | 457 | 790 |
| 12 | CBA | 790 | 248 | 457 |

Anexo 47. Hoja maestra utilizada para prueba final de reproducibilidad de atributo Adhesividad

Hoja Maestra de Prueba Final de atributo de “Adhesividad”

Productos: Jalea, Requexhao, Frosting

Tipo de prueba: Calificación de atributo de adhesividad según la escala pertinente

Número de panelistas: 12

| Muestra | Código de letra | Código designado |
|-----------|-----------------|------------------|
| Jalea | A | 499 |
| Requexhao | B | 082 |
| Frosting | C | 310 |

| Panelista | Orden de presentación | | | |
|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|
| 1 | ABC | 499 | 082 | 310 |
| 2 | BCA | 082 | 310 | 499 |
| 3 | CAB | 310 | 499 | 082 |
| 4 | ACB | 499 | 310 | 082 |
| 5 | BAC | 082 | 499 | 310 |
| 6 | CBA | 310 | 082 | 499 |
| 7 | ABC | 499 | 082 | 310 |
| 8 | BCA | 082 | 310 | 499 |
| 9 | CAB | 310 | 499 | 082 |
| 10 | ACB | 499 | 310 | 082 |
| 11 | BAC | 082 | 499 | 310 |
| 12 | CBA | 310 | 082 | 499 |