



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Caracterización fisicoquímica, microbiológica y
sensorial de frutas deshidratadas mediante energía
geotérmica.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

YAZMIN CARMONA LÓPEZ



MÉXICO, CDMX.

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: Marco Antonio León Félix

VOCAL: Profesor: Dulce María Gómez Andrade

SECRETARIO: Profesor: Patricia Severiano Pérez

1er. SUPLENTE: Profesor: Norma Angélica Camacho De la Rosa

2° SUPLENTE: Profesor: Olga del Carmen Velázquez Madrazo

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: Departamento de alimentos y biotecnología, anexos de Laboratorio 4D y 4C, Facultad de Química, UNAM, CDMX.

La presente tesis es un producto del proyecto P11 “Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de la geotermia de baja entalpia” del CeMIE-Geo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, y fue financiado por el mismo.

La alumna agradece al proyecto por la beca recibida y reconoce al pueblo mexicano por su confianza.

Asesor: Dr. Patricia Severiano Pérez

Supervisor técnico: M. en E. Olga del Carmen Velázquez Madrazo

Sustentante: Yazmín Carmona López

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO GENERAL	2
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
4. HIPÓTESIS.....	3
5. MARCO TEÓRICO	4
5.1 Deshidratado de frutas y hortalizas	4
5.2 Métodos más comunes en deshidratado de frutas.....	6
5.2.1 Deshidratado Solar	6
5.2.2. Deshidratado con Aire Caliente Forzado.....	7
5.2.3 Deshidratación Osmótica.....	8
5.2.4 Deshidratado con Microondas.....	9
5.2.5 Deshidratado por Liofilización.....	10
5.3 Recurso Geotérmico en México.....	11
5.3.1 Deshidratado Geotérmico en alimentos	12
5.4 Generalidades del jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>).....	13
5.5 Generalidades del Mango (<i>Mangifera indica L</i>).....	15
5.6 Generalidades de la Guayaba (<i>Psidium guajava</i>).....	17
5.7 Microbiología de Alimentos (Frutas).....	19
5.7.1 Microbiota presente en las frutas.....	20
5.7.2 Desarrollo de microorganismos en frutas.....	22
5.7.3 Normas para frutas deshidratadas.....	24

5.8 Análisis Instrumental	26
5.8.1 Textura (Punción)	26
5.8.2 Color	27
5.9 Evaluación sensorial	28
5.9.1 Perfil sensorial	28
5.9.2 Perfiles rápidos.....	29
5.9.3 Perfil Flash	29
5.9.4 Perfil Hedónico	30
6. JUSTIFICACIÓN	31
7. MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	32
7.1 Muestras	32
7.2 Análisis microbiológico.....	36
7.3 Análisis instrumental.....	36
7.3.1 Color	36
7.3.2 Textura (Punción)	37
7.4 Preparación de muestras para evaluación sensorial.....	38
7.4.1 Grupo de jueces.....	39
7.4.2 Evaluación Sensorial: Perfil flash	40
7.4.3 Evaluación sensorial: Prueba afectiva.....	42
7.5 Análisis estadístico.....	45
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
8.1 Jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>).....	46
8.1.1 Microbiológico	46
8.1.2 Bromatológico	48

8.1.3 Color	49
8.1.4 Textura (punción).....	57
8.1.5 Perfil Sensorial.....	59
8.1.5.1 Resumen Perfil sensorial.....	71
8.1.6 Prueba afectiva	73
8.2 Mango (<i>Mangifera indica</i> L).....	80
8.2.1 Microbiológico	80
8.2.2 Color	81
8.2.3 Textura (punción).....	89
8.2.4 Perfil Sensorial.....	90
8.2.4.1 Resumen de perfil sensorial.....	99
8.2.5 Prueba Afectiva.....	101
8.3 Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	108
8.3.1 Microbiológico	108
8.3.2 Bromatológico	109
8.3.3 Color	110
8.3.4 Textura (Punción)	117
8.3.5 Perfil Sensorial.....	117
8.3.5.1 Resumen de perfil sensorial.....	129
8.3.6 Prueba Afectiva.....	131
9. CONCLUSIONES.....	142
10. RECOMENDACIONES.....	145
11. BIBLIOGRAFÍA.....	146
12. ANEXOS.....	164
ANEXO 1. PROCESADO DE ALIMENTOS. Limpieza y desinfección.	164

ANEXO 2: Lista de jueces	168
ANEXO 3. Lista de atributos para evaluar fruta fresca.	169
ANEXO 4. Lista de atributos para evaluar fruta deshidratada.	172
ANEXO 5: Escalas de color	175
ANEXO 6: Cuestionario de prueba afectiva	176

1. INTRODUCCIÓN

Existe una tendencia mundial hacia un mayor consumo de frutas y hortalizas, motivado fundamentalmente por una creciente preocupación de dieta más equilibrada, con menor proporción de carbohidratos y grasas y con una mayor participación de fibra, vitaminas y minerales. Esto se fundamenta, en parte, en las menores necesidades calóricas de la vida moderna, caracterizadas por un mayor confort y sedentarismo. Sin embargo, la tendencia es cada vez consumir productos más frescos y sanos, y lo más parecido a su forma original (FAO y OMS, 2003).

México es un país con una posición geográfica privilegiada en el mundo, se encuentra en la lista de principales países productores de frutas y hortalizas, y el principal proveedor de Estados Unidos, pero el país está perdiendo competitividad en ese mercado (Trigos et al., 2008).

Un mal manejo post-cosecha en México, causa que varias de las producciones de frutas y hortalizas, como jitomate, chile verde, papa, cebolla, melón, sandía, naranja, limón, lechuga, aguacate, etc., no sean aprovechados en su totalidad, teniendo pérdidas cuantificables de alimentos (Parfitt et al., 2010). Esta situación no solo afecta al productor, también afecta al consumidor elevando el costo del producto.

Por tanto, se necesitan procesos alternos, con tecnología adecuada, accesible y ecológica para pequeños productores, de manera que se reduzcan las pérdidas de frutas y hortalizas, permitiendo alargar la vida de anaquel e incrementar el valor agregado de las mismas.

El presente estudio evalúa la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de frutas deshidratadas con un prototipo de deshidratador geotérmico de alimentos, realizando una comparación con las características presentes en un fruto fresco.



2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de jitomate (*Lycopersicum esculentum*), mango (*Mangifera indica L*) y guayaba (*Psidium guajava*) deshidratados con un deshidratador que utiliza energía geotérmica.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mediante pruebas microbiológicas, evaluar la calidad de las frutas frescas y deshidratadas para verificar la calidad microbiológica del producto deshidratado con energía geotérmica.
- Elaborar el perfil sensorial de jitomate bola (*Lycopersicum esculentum*), fresco y deshidratado con energía geotérmica.
- Elaborar el perfil sensorial de mango (*Mangifera indica L*) fresco y deshidratado con energía geotérmica.
- Elaborar el perfil sensorial de guayaba (*Psidium guajava*) fresco y deshidratado con energía geotérmica.
- Comparar el Perfil sensorial de frutas deshidratadas mediante energía geotérmica VS muestras actualmente comercializadas en el mercado de la ciudad de México.
- Realizar análisis instrumental (color y textura), y comprobar si existe diferencia estadísticamente significativa $P > 0.05$, en las muestras deshidratadas.
- Realizar pruebas afectivas de frutas deshidratadas para conocer el nivel de agrado de las muestras iiDEA®.



4. HIPÓTESIS

- La deshidratación en un deshidratador a base de energía geotérmica, permitirá obtener alimentos deshidratados que conserven sus características de sabor, incrementen la intensidad del olor y presenten buena calidad microbiológica.
- La fruta deshidratada en el deshidratador de energía geotérmica, presentará atributos sensoriales de aroma y sabor, semejantes a los presentados en fresco.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Deshidratado de frutas y hortalizas

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye el agua libre disponible en el producto a actividades de agua inferiores a 0,4 en donde las reacciones microbiológicas y enzimáticas se ven disminuidas (Ashebir et al. 2009; Monsalve & Machado, 2007).

La eficiencia del transporte de humedad en el alimento está determinada por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual en la mayoría de los casos es aire. Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura. Conforme se incrementa la temperatura, la deshidratación se acelera, pero los atributos cualitativos iniciales del alimento cambiarán drásticamente (Muratore et al., 2008).

El uso de altas temperaturas de deshidratación daña la apariencia del fruto (pardeamiento), reduce el contenido de nutrientes e induce un sabor dulce a consecuencia de la caramelización de los azúcares (Zanoni et al., 1998; Muratore et al., 2008). Altos niveles de 5-hidroximetilfurfural, un indicador de la degradación de azúcares, son comunes en jitomates deshidratados a altas temperaturas (Muratore et al., 2008).



En general, la disminución de la temperatura de deshidratación alargará el tiempo de este proceso, y los productos obtenidos tendrán mejores atributos nutricionales, color, aroma, sabor y textura (Rajkumar et al., 2007).

Las temperaturas de secado inferiores a 65 °C permiten preservar el color y sabor del fruto. A estas temperaturas también se preservan mejor los compuestos, tales como polifenoles, flavonoides, licopeno, β -caroteno y ácido ascórbico (Toor et al., 2006), los cuales confieren al jitomate una alta actividad antioxidante y un efecto contra varias formas de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Shi et al., 1999).

Además de la temperatura y el tiempo de deshidratado, el incremento en la superficie de contacto del alimento con el fluido deshidratante también incrementa la velocidad de movimiento del agua desde el alimento hacia el exterior del mismo. Esto se logran rebanando y perforando el fruto (Rajkumar et al., 2007).

5.2 Métodos más comunes en deshidratado de frutas

5.2.1 Deshidratado Solar

La deshidratación por exposición al sol es ampliamente practicada en los trópicos y subtrópicos. La variante más común y económica de este método consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada o alfombrada) o piso de concreto, quedando expuesto directamente al sol. La desventaja de esta variante radica en la vulnerabilidad del alimento a la contaminación por polvo, infestación por insectos y hongos productores de aflatoxinas, pérdidas por aves y baja calidad de los productos obtenidos (Bala, 2004).

El proceso de deshidratación mediante la exposición directa al sol puede requerir de 106 a 120 h (Sacilik et al., 2006). Otra variante del secado solar consiste en emplear deshidratadores solares tipo túnel, donde el alimento queda protegido del ambiente durante la deshidratación. La temperatura típica que suele alcanzarse en estos túneles oscila entre los 60 y 80 °C, llegando a alcanzar en algunos casos excepcionales hasta 140 °C.

Los flujos de calor típicos para estos secadores varían de 202.3 a 767.4 W/m². El deshidratado (11.5 % de humedad) de rebanadas de jitomate mediante túneles solares suele tardar de 82 a 96 h (Sacilik et al., 2006). Las ventajas de la deshidratación solar radican en los bajos costos de operación y en ser ecológicos, puesto que generalmente no utilizan energía eléctrica (Bala y Woods, 1994).



5.2.2. Deshidratado con Aire Caliente Forzado

El deshidratado con aire caliente forzado es el método más común para secar productos alimenticios, incluyendo jitomates (Doymaz, 2007). En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos alimenticios (Schiffmann, 1995). El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Cárcel et al., 2007). En jitomates, la resistencia externa al movimiento del agua contribuye significativamente a la resistencia global (Hawlder et al., 1991).

La deshidratación mediante este método depende de la velocidad y temperatura del aire empleado (Mulet et al., 1999). Doymaz (2007) encontró que al incrementar la temperatura del aire forzado de 55 a 70 °C el tiempo de deshidratación disminuía de 24 a 15 horas, respectivamente (Tsamo et al., 2006; Doymaz 2007).

En general, en este método de deshidratación es común el uso de altas temperaturas, lo cual representa su principal desventaja (Sharma y Prasad, 2001), puesto que causa cambios drásticos en el sabor, color, contenido de nutrientes, componentes aromáticos, densidad, capacidad de absorción de agua y concentración de solutos (Maskan, 2001). Tiempos y temperaturas elevadas de deshidratación también causan la formación de aromas indeseables y la reacción de Maillard (Botsoglou et al., 2003).



5.2.3 Deshidratación Osmótica.

La deshidratación osmótica tiene la ventaja de mantener de mejor manera las características organolépticas (color, textura, sabor y aroma) y nutricionales (vitaminas, minerales y compuestos protectores) de los frutos, lo cual no se logra con la deshidratación térmica (Jiokap et al., 2001).

La deshidratación osmótica también permite reducir los costos de producción, empaque y distribución de producto deshidratado (El Aouar et al., 2006).

El proceso de deshidratación osmótica consiste en colocar el producto en contacto con una solución de azúcar y/o sal, a la cual se le denomina solución osmótica. Durante la deshidratación osmótica disminuye continuamente el contenido de agua en el fruto mientras el agente osmótico penetra en él, y se pueden presentar cambios sensoriales, especialmente en sabor. (Huu-Thauan et al., 2009).

Al incrementar la concentración y temperatura de la solución osmótica y al disminuir la proporción de fruto: solución osmótica, la solución se torna viscosa, causando la disminución del coeficiente de disolución y alterando el proceso de deshidratación. El azúcar tiene un menor poder osmótico que otros agentes osmóticos. Tsamo et al. (2006) Huu-Thauan et al. (2009) reportaron pérdidas de agua del 81,7-83,5 % en jitomates deshidratados osmóticamente con una solución azucarada (70 °Brix) a 45 y 55 °C. Es importante indicar que el intercambio de materiales entre la solución osmótica y el jitomate causa el encogimiento y deformación del tejido.



5.2.4 Deshidratado con Microondas

Las microondas causan la polarización de moléculas y una movilidad intensa de sus electrones, debido a la conversión de energía electromagnética en energía cinética. A causa de este movimiento, los electrones chocan entre sí, generando calor como resultado de la fricción (Alibas et al., 2007).

La aplicación de microondas genera un calentamiento interno y una presión de vapor dentro del producto que suavemente “bombea” la humedad hacia la superficie, reduciendo la resistencia interna del alimento al movimiento de agua y causando su deshidratación (Turner y Jolly, 1991).

La alta presión de vapor de agua que se genera en el interior del alimento expuesto a microondas puede inducir la formación de poros en el producto, lo cual facilita el proceso de secado (Feng et al., 2001). Este método de deshidratación se ha vuelto común, porque previene la disminución de la calidad y asegura una distribución rápida y eficiente del calor en el alimento (Díaz-Maroto et al., 2003).

Con este método el tiempo de secado se reduce significativamente y se obtienen grandes ahorros de energía (Feng, 2002). La potencia de salida del microondas desempeña un papel fundamental en la deshidratación del jitomate. Al aumentar la potencia se disminuye el tiempo de secado (Heredia et al., 2007).



5.2.5 Deshidratado por Liofilización

Es un proceso industrial empleado para asegurar la estabilidad a largo plazo y para preservar las propiedades originales de los productos farmacéuticos y biológicos. El liofilizado requiere la eliminación de agua de más de 99 % de una solución diluida inicialmente. La concentración de soluto total aumenta rápidamente y es una función de la temperatura solamente, es por lo tanto independiente de la concentración de la solución inicial. El estado sólido del agua durante la liofilización protege la estructura primaria y la forma de los productos con una reducción mínima de volumen. Los compuestos volátiles, sales o electrolitos, si no forman una clase especial de excipientes, sales, acetato o bicarbonato, se eliminan fácilmente durante la etapa de sublimación del hielo y por lo tanto no permanecen en el producto deshidratado (Franks, 1998).

Pikal et al. (1984) mencionaron que los materiales para ser liofilizados son agrupados en dos clases: sólidos con un alto contenido de agua, como pueden ser productos alimenticios, o soluciones homogéneas como péptidos. A pesar de las muchas ventajas, el secado por congelación siempre ha sido reconocido como el proceso más costoso para la fabricación de un producto deshidratado.

El proceso de liofilización consta de tres etapas: (I) Congelación previa, se separa el agua de los componentes hidratados del producto, por la formación de cristales de hielo. (II) Sublimación de estos cristales que elimina el agua del seno del producto trabajando a presión y temperatura por debajo del punto triple y aportando el calor latente de sublimación. Esta etapa tiene lugar en el liofilizador. (III) Evaporación o desorción del agua que queda aún adsorbida en el interior del producto. Es decir una vez sublimado todo el hielo, también queda cierta agua retenida en el alimento (agua enlazada) para ello se aumenta la temperatura del liofilizador manteniendo el vacío lo cual favorece su evaporación.

5.3 Recurso Geotérmico en México

México cuenta con gran recurso geotérmico, que hasta la fecha solo se ha utilizado en la producción eléctrica y en balnearios. Para fines prácticos de la ingeniería la *“Energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra”*. Esta definición es oficial en Alemania (VDI 4640) y ha sido adoptada por el Consejo Europeo de Energía Geotérmica (EGEC). Engloba el calor almacenado en rocas, suelos y aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad y procedencia.

En México hay diferentes zonas que cuentan con esta energía (Figura 1).



Figura 1. Imagen de las principales regiones con recurso geotérmico en México, (Tomada de la página web www.geotermiaonline.com)

Para este proyecto, es importante conocer las zonas para optimizar el uso de este recurso utilizando la energía geotérmica para deshidratar frutas y hortalizas, y con ello disminuir las mermas de las frutas cosechadas en las mismas regiones de México.

5.3.1 Deshidratado Geotérmico en alimentos

El secado o la deshidratación de alimentos con energía geotérmica de baja entalpia, permite una estabilización de los mismos, mayor tiempo de almacenamiento y por ello disponer de tiempo para transportes compartidos y distribución que abaratan los costos al crecer el volumen de los productos. El secado suele hacerse en autoclaves de convección caliente, cuyo intercambio con el circuito de agua geotérmica se realiza en un intercambiador de placas, donde el aire circula directamente por entre los conductos del agua caliente, accediendo luego a las cámaras de secado de alimentos. Cada uno de los alimentos, dependiendo del contenido de agua, precisa una temperatura de secado, con lo que la variación de la temperatura del recurso deberá adaptarse a cada necesidad, pero se mantiene en un rango de entre 60°C- 120°C (Llopis, 2008).

En general las frutas y hortalizas son alimentos bajos grasas y sodio, pero son buena fuente de fibra, potasio, vitamina A y vitamina C

5.4 Generalidades del jitomate (*Lycopersicum esculentum*)

El jitomate es un fruto carnosos que procede de un carpelo único o del gineceo sincárpico de una flor sencilla; pertenece a la familia *Solanaceae*, es originario de América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre de jitomate procede del náhuatl xictli, ombligo y tomatl, tomate, que significa tomate de ombligo (Cantwell ,2004).

En términos botánicos se considera como una baya, puesto que posee una piel fina que rodea una carne jugosa, en cuyo interior se encuentran muchas semillas.

El jitomate (*Lycopersicum esculentum*), es de los frutos más consumidos en el país, es el cultivo pionero en la horticultura industrial mexicana orientada a la exportación. Los productores de Sinaloa lograron una importante integración vertical de sus negocios, involucrándose ya no sólo en la producción, sino también en la comercialización de jitomate bola en el mercado estadounidense, donde resulta tener un alto nivel de aceptación (Mares, 1991). Además, extendieron sus áreas de producción a otras regiones del país como Baja California, El Bajío de Guanajuato, San Luís Potosí, Jalisco, Michoacán, Nayarit, entre otras.

En el año 2013, según SAGARPA, la producción de jitomate en Sinaloa, ascendió a 867,832 toneladas con valor de \$4, 122,429.07 millones de pesos aproximadamente, seguido de Baja California con 135,741 toneladas y valor de \$1, 708,909.96 millones de pesos, pero también según datos estadísticos solo se aprovecha el 60 % de la producción total, el resto resulta ser una pérdida para el productor debido a un mal manejo al momento de la cosecha o post-cosecha.

El jitomate bola a nivel nacional ocupa el 14% de la producción total de jitomate, y hasta un 4% de la producción de jitomate bola es considerada pérdida (SAGARPA, 2013).

Algunas de las presentaciones en las que puede utilizarse el jitomate son: salsa catsup, jugo de jitomate, salsas, aderezos, ensaladas, purés, acompañando guisados, etc.

A continuación en la Tabla 1 se presenta la composición química del jitomate, que aporta una gran cantidad de hidratos de carbono, además de proteína y vitamina C.

Tabla 1. Composición química del jitomate bola (*Lycopersicum esculentum*).

Composición Química	Cantidad equivalente
Agua	91-94%
Hidratos de carbono	3.0-4.2%
Proteína	0.7-1.1%
Grasa	0.0- 0.63 %
Vitamina C	1.5-30mg
Contenido de cenizas	0.3-0.5%
Fibra	0.5-1.5%

Fuente: (Belitz y Grosch, 1988)

5.5 Generalidades del Mango (*Mangifera indica L*)

El mango (*Mangifera indica L*) es originario del Noreste de India, de la región Indobirmanica y de las montañas de Bangladesh, donde aún se le encuentra en estado silvestre (Infante, et.al., 2011). Es una fruta tropical con gran aceptación, debido a sus atractivos colores y sabor exquisito, lo que hace que su cultivo sea un negocio altamente rentable, se utiliza para consumo fresco y principalmente para la producción de pulpa. Se ha incrementado su participación en los mercados internacionales y es uno de los productos agrícolas que genera divisas para la nación (Chavarri *et al.*, 2004).

El fruto se diferencia en cuatro partes: cascara y pulpa 85%, semilla 15%; de la semilla: la almendra es el 67% y la corteza el 33%. Sin embargo, ocurren grandes pérdidas entre su cosecha y el consumidor final (Cañizares-Chacín *et al.*, 2006).

Tabla 2. Composición química de mango (*Mangifera indica L.*)

Composición Química	Cantidad equivalente
Agua	81 %
Hidratos de carbono	16.2%
Proteína	0.5 %
Grasa	0.2 %
Vitamina C	81.6mg
Vitamina A	739.3 U.I.
Contenido de cenizas	0.5%
Fibra	0.8%

Fuente: (Camargo., et.al. 1988)



Es considerado uno de los frutos tropicales más importantes por su sabor, coloración, aroma característicos y atrayentes. Es rico en vitamina A (carotenoides), vitamina C y presenta pequeñas cantidades de vitaminas del complejo B (Cardello y Cardello, 1998; Ribeiro y Sabaa-Srur, 1999).

El mango es el cuarto producto frutícola más importante (producido) en México, con una superficie sembrada de más de 183 mil hectáreas, una producción de más de 1,600,000 toneladas de mango y un valor de más de 4,000,000 miles de pesos. Ocupa el cuarto lugar como producto frutícola más exportado con 269,000 toneladas. Las principales variedades que México produce son: Kent, Keitt, Tommy Atkins, Haden, Ataulfo, entre otros. Los principales Estados productores son: Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz (SIAP, 2013).

Particularmente en el estado de Guerrero las condiciones agroclimáticas que prevalecen en la región de la costa ha permitido que la producción del cultivo de mango se desarrolle satisfactoriamente, especialmente en la región Costa Grande, en donde se produce casi todo el año, también la región de Tierra Caliente se ha colocado como una importante zona productora.

5.6 Generalidades de la Guayaba (*Psidium guajava*).

La guayaba de nombre científico *Psidium guajava* es una fruta tropical, miembro importante de la familia dicotiledónea de las Mirtáceas, las producen árboles del género *Psidium*. El fruto es amarillo y la pulpa de color blanco, crema o rosa, ovalado, carnoso con semillas en la pulpa, diámetro de 4 a 8 cm y un peso que en dependencia de la variedad oscila entre 50 y 500 gramos. Se cree que se originó en América central y en la parte meridional de México, pero en la actualidad crece en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Somogyi *et al.*, 1996).

El consumo de guayaba en México es principalmente como producto fresco, destacando por su aportación los Estados de: Michoacán 37%, Aguascalientes 35%, Zacatecas 21% y el 7% restante, lo aportan el Estado de México, Jalisco y Querétaro; la producción es del orden de las 300 mil toneladas anuales (López, 2006). Por otro lado, la guayaba, tiene un periodo de vida de anaquel de 5 a 7 días a temperatura ambiente (23-24°C) La temperatura optima 8-10° C para guayabas verde-maduras y parcialmente maduras (vida potencial de almacenamiento igual a dos o tres semanas) y de 5-8° C para guayabas completamente maduras (vida potencial de almacenamiento igual a una semana) (Kader, 2002), para su comercialización en mercados extranjeros (EE. UU, Europa, Canadá); se cosecha con un color verde amarillento y se ablanda alrededor de los ocho días.

Para el caso de México, la cosecha es de forma manual. El manejo post-cosecha se hace sin ninguna protección al fruto; para el caso de transporte se hace a granel, en cajas, hasta llenar los camiones, es en esta etapa donde los frutos sufren los peores daños (Aserca, 1996).

La guayaba es una de las frutas con mayor contenido de vitamina C, hace que su consumo sea muy beneficioso para la salud, su alto contenido en fibra la hace muy adecuada para mejorar el tránsito intestinal y es rica en potasio (Laguado et al., 2002)

Tabla 3. Composición química de guayaba (*Psidium guajava*)

Composición Química	Cantidad equivalente
Agua	80 %
Hidratos de carbono	13%
Proteína	1%
Grasa	0.5%
Vitamina C	486 mg
potasio	280 mg
Contenido de cenizas	0.5 %
Fibra	5.0%

(Laguado et al., 2002)

5.7 Microbiología de Alimentos (Frutas)

En todo el mundo se ha incrementado la frecuencia de brotes de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de frutas y hortalizas contaminadas. Algunos brotes han sido asociados al consumo de agua y alimentos como hortalizas, melón y cidra (Besser et al., 1993; Millard et al., 1994).

La flora natural inicial presente, está generalmente asociada con el hábitat de la fruta u hortaliza, incluye generalmente bacterias, mohos y levaduras.

En general, el tejido interno de estos productos se encuentra libre de carga microbiana, estando la flora presente asociada con la superficie, específicamente con la epidermis y hojas superficiales, en el caso de productos vegetales (Barreiro y Sandoval, 2006).

Sin embargo, esta microflora puede variar considerablemente, dependiendo del tipo de fruta por ejemplo, las fresas son frutillas muy delicadas y perecederas, y no se lavan después de la cosecha. Los jitomates, en cambio, que se cosechan aún verdes, se lavan y se empaican. La microbiota que tienen los vegetales depende de las condiciones ambientales y de la cercanía de los productos con el suelo. Normalmente, las bacterias presentes en el momento de la cosecha, incluyen formas Gram positivas y Gram negativas. Sin embargo, una vez que han sido cosechadas, se contaminan debido a la manipulación, el contacto con el suelo y con superficies y/o equipos contaminados.

Cuando se producen daños mecánicos tales como cortaduras y golpes, aumenta la posibilidad y la tasa de deterioro, ya que los microbios invaden los tejidos internos y también la manera en que son almacenados estos productos, a menudo puede influir posteriormente el desarrollo de determinados grupos de microorganismos (Brackett, 2001).

5.7.1 Microbiota presente en las frutas

La flora natural presente en frutas y hortalizas comprende especies de *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Serratia*, *Streptococcus* y *Staphylococcus* (Barreiro y Sandoval, 2006).

Jay (2002) indica que entre los géneros de microorganismos más importantes relacionados con plantas y productos derivados de ellas se encuentran: *Brochothrix*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Listeria*, *Pediococcus* y *Weisella*. Según Bartz et al., (2006) las bacterias habitualmente encontradas en el jitomate son las del género *Lactobacillus*. Cueto (2010) argumenta que los principales síntomas producidos por bacterias en el jitomate son: secreciones, podredumbres suaves o blandas, podredumbres secas, chancros, manchas en el fruto, entre otros.

Brackett (2001) menciona a *Geotrichum candidum* como uno de los mohos más frecuentemente desarrollados en jitomates, el cual puede causar podredumbre ácida. Durán (2006) indica que igualmente están presentes muchos mohos como *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Sclerotinia* y *Rhizoctonia*, en alimentos de origen vegetal, en las heridas del jitomate se encuentran hongos de los géneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Colletotrichum*.

En relación con la presencia de levaduras en alimentos, Jay (2002) hace referencia a géneros como: *Brettanomyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Issatchenkia*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharys*, *Torulaspora*, *Trichosporon*, *Zygosaccharomyces* y *Hanseniaspora*, y de esta última señala que fermenta azúcares y se puede encontrar en alimentos como higos, fresas, frutas cítricas, mango y jitomates.

Durante el almacenamiento del jitomate deshidratado pueden desarrollarse algunas especies de hongos, principalmente del genero *Alternaria*, que son capaces de producir micotoxinas como el alternariol, alternariol monometil éter y ácido tenuazónico. Si bien, el riesgo de desarrollo de estos hongos y producción de toxinas puede reducirse mediante refrigeración (Pose et al., 2010), y, sobre todo con un aw final del producto, suficientemente baja (Forsythe y Hayes ,2002).

Diversos autores, como Lamúa (2000), Forsythe y Hayes (2002), Jay (2002), Cayre et al., (2003), Barreiro y Sandoval (2006) y Durán (2006) señalan que existen una serie de factores que favorecen el crecimiento microbiano en frutas y hortalizas, destacando entre ellos la temperatura, el pH, el potencial redox y la actividad de agua, además, por supuesto, de la composición química del alimento.

Los microorganismos pueden utilizar como fuente de energía: azúcares, alcoholes y aminoácidos. Algunos utilizan carbohidratos complejos como almidones y celulosa. Las grasas también son usadas como fuente de energía por un número relativamente reducido de microorganismos. (Durán, 2006). Una característica importante de la mayoría de los microorganismos alterantes, tanto fúngicos como bacterianos, es su capacidad de secreción de enzimas pectinolíticas que ablandan y desintegran los tejidos vegetales (Forsythe y Hayes, 2002).

En general, las bacterias crecen con mayor rapidez a pH comprendidos entre 6,0 y 8,0; las levaduras entre 4,5 y 6,0 y los hongos filamentosos entre 3,5 y 4,0 (Andorrá et al., 2010).

5.7.2 Desarrollo de microorganismos en frutas

El pH afecta de forma significativa a dos aspectos de una célula microbiana: el funcionamiento de sus enzimas y el transporte de nutrientes al interior de la célula. La mayoría de las frutas tienen valores de pH bajos y, consiguientemente, deben ser más propensas a la alteración fúngica que a la bacteriana (Jay, 2002).

La actividad de agua (a_w) se refiere a la porción de agua que se encuentra en los alimentos, que no está involucrada o ligada con solutos. La mayoría de los microorganismos y especialmente, las bacterias se desarrollan a a_w cercanas a 1 (0,993 a 0,998). A medida que disminuye la a_w la velocidad de crecimiento disminuye y la fase de latencia aumenta, conservándose mejor los alimentos (Fleet, 2003); en el caso de las frutas deshidratadas la actividad de agua puede llegar a valores inferiores a 0.4 (Ashebir et al. 2009; Monsalve y Machado, 2007); este valor es suficiente para inhibir a la mayoría de los mohos causantes de deterioro.

Existen muchas interrogantes sobre la transmisión de los microorganismos patógenos desde su reservorio hasta las frutas y hortalizas, y de los vectores que pueden estar involucrados. En caso de que las bacterias enteropatógenas contaminen el jitomate fresco, los cambios estructurales que sufre el fruto en la deshidratación causan su atrapamiento, confiriéndoles termoprotección e implicando riesgo en el consumo de estos productos (Hawaree et al., 2009)

Se ha demostrado que la resistencia al calor de los microorganismos durante el proceso de deshidratado aumenta a medida que el contenido de agua del alimento disminuye. (Bera et al., 1988). Esto se debe a la disminución de la transferencia de calor desde el fluido deshidratante hacia el alimento, puesto que el agua del alimento determina en gran medida dicha transferencia.

Laroche et., al (2004) observó que la resistencia térmica máxima de *Salmonella typhimurium* se alcanza a una actividad acuosa de entre 0 y 0,2 en un rango de temperaturas de 125 a 160 °C. Los cambios en la actividad del agua y la contracción del alimento, causados por la deshidratación de los alimentos de origen vegetal con aire caliente no tiene un efecto significativo sobre la susceptibilidad a *Salmonella* al calor (Hawaree et al., 2009).

A pesar de que la deshidratación puede conferir indirectamente cierta resistencia a los microorganismos, la reducción del contenido de humedad de los alimentos disminuye la actividad de enzimas, bacterias y mohos, favoreciendo la preservación del jitomate (Janjai y Bala, 2012).

Lu et al. (2011) encontraron que al deshidratar jitomate en microondas se logra una reducción en la población de *Salmonella spp.* Por otro lado Ronceros et al. (2008) demostraron que el desarrollo de *E. coli* se inhibe en jitomates gracias a la deshidratación.

Para este proyecto es de vital importancia implementar Procedimientos de Operación Estandarizados (POE), para asegurar la calidad microbiológica satisfactoria del producto final (frutas deshidratadas en el proyecto de iiDEA). Los POE utilizados en este trabajo, fueron previamente evaluados en otro estudio, parte de este proyecto (Velázquez y cols, 2015).

5.7.3 Normas para frutas deshidratadas.

Un producto alimenticio debe seguir estrictas normas microbiológicas para no convertirse en un riesgo para la salud humana.

Actualmente, en México no existe reglamentación que establezca criterios de calidad microbiológica para fruta deshidratada; debido a esto, los productores de fruta deshidratada no tienen normas microbiológicas a cumplir, lo que dificulta la estandarización de las condiciones del proceso de deshidratación. Este trabajo utiliza como referencia especificaciones microbiológicas de orientación que actualmente se utilizan en México para cebolla y ajo deshidratado (Tabla 4), también se utilizan normas internacionales y guías técnicas para frutas y hortalizas deshidratadas de diferentes países.

Tabla 4. Especificaciones microbiológicas de orientación en México.

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS	Límite máximo	
	NMX-F-233. Cebolla deshidratada	NMX-F-250-S-1980 Ajo deshidratado
Cuenta bacteriana total o Mesófilos aerobios	100 000 o 10^5 UFC/g	200 000 o 20×10^4 UFC/g
Organismos coliformes	25 UFC/g	200 UFC/g
Hongos y levaduras	100 UFC/g	500 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa positiva)	Negativo en UFC/g	Negativo en UFC/g
<i>Salmonella spp.</i>	Negativo en 25 g	Negativo en 25 g
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3 NMP/g	< 0.3 NMP/g

El gobierno de la República de Colombia, mediante el Ministerio de Protección Social instauró el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional teniendo como requisitos generales que para considerar a un alimento en el grupo de deshidratados deben contener mínimo un 12% de humedad, y antes de iniciar el deshidratado pueden ser sometidas a pretratamiento con el objetivo de inactivar enzimas, destruir sustratos, limpiar el producto ó favorecer la deshidratación, también se disponen los requisitos microbiológicos de frutas deshidratadas o desecadas, estableciendo como parámetros un recuento de mohos y levaduras menor a 100UFC/g y ausencia de *Salmonella*, por cada 25g (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2011).

La norma británica considera los parámetros microbiológicos y establece un número máximo de coliformes totales de 25 UFC/g, ausencia de *Salmonella* y menos de 10^5 UFC/g de mesófilos aerobios (Gilbert et al. 2000). La norma peruana muestra las características y establece un número máximo de mesófilos aerobios de 100 UFC/g, coliformes totales menores a 500UFC/g, hongos y levaduras menores a 100 UFC/g y ausencia de *Salmonella* (Ministerio de Salud del Perú, 2003). También, se revisó la norma brasilera, que ordena como criterio 200UFC/g, de coliformes totales y ausencia de *Salmonella*, en 25g (Ministério da Saúde Brasil, 1978).

5.8 Análisis Instrumental

5.8.1 Textura (Punción)

El análisis de punción se encarga de medir la fuerza requerida para introducir una sonda dentro de un alimento y medir su dureza o firmeza (Bourne, 2002; Sahin y Gülüm, 2009).

Este *test* puede ser caracterizado por la fuerza que aplica el implemento de medición, la penetración de la sonda en el alimento que causa una deformación irreversible y la profundidad de penetración que generalmente es constante (Bourne, 2002).

La fuerza de punción es proporcional al área de la sonda. Los instrumentos para este tipo de ensayos son aquellos que poseen altos umbrales de fuerza (Bourne, 2002; Sahin y Gülüm, 2009).

Los instrumentos que se utilizan para los experimentos de punción, dibujan automáticamente curvas de fuerza contra distancia o fuerza contra tiempo, desde que la sonda entra en contacto con el alimento hasta que se desprende completamente (Bourne, 2002). Es ampliamente utilizado debido a que es de fácil y rápido de realizar y puede ser empleado para diferentes tipos de alimentos, excepto aquellos con alta fuerza de fractura (Bourne, 2002; Sahin y Gülüm, 2009).

En los experimentos de punción para obtener datos representativos de la muestra hay que considerar los siguientes factores (Bourne, 2002):

- La naturaleza del producto, un alimento suave posee menor fuerza de punción
- La muestra debe tener por lo menos 3 veces el diámetro de la sonda
- La distancia de penetración y su efecto depende de cada alimento
- La velocidad de punción de la sonda debe ser apta para que el instrumento pueda graficar.

5.8.2 Color

El color es la propiedad óptica más importante en los alimentos, junto con la transparencia y la opacidad, que están relacionadas con la cantidad de luz que el material deja pasar a través de él o que se refleja en él. Estas propiedades conforman mayoritariamente el aspecto visual de los alimentos (Calvo y Durán, 1997).

El color es una percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético. Es un concepto físico, donde se relaciona al mismo tiempo la psicología del observador, la fisiología de la visión y la energía radiante espectral de la fuente de luz (Zelanski y Fisher, 2001).

La medición del color se puede realizar de 2 formas: evaluación visual o por análisis instrumental.

Para realizar un análisis instrumental de color, el sistema CIE resulta adecuado.

El parámetro L^* indica el grado de luminosidad, o el componente blanco-negro que presenta un alimento. El valor de $L^* = 100$ constituye el máximo para este parámetro, y se traduce en 100 % luminoso, mientras que un valor $L^* = 0$ significa que el alimento es totalmente oscuro. El parámetro a^* indica el componente rojo-verde en la muestra analizada, bajo las condiciones establecidas por el sistema CIELAB, donde el rojo representa los valores positivos y el verde los valores negativos. El parámetro b^* define el componente amarillo-azul presente en una muestra, donde el azul representa los valores negativos y el amarillo los valores positivos según las condiciones establecidas por la carta de color. Asimismo, la saturación (C^*) y el tinte (h^*) se calculan como $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y $\tan^{-1}(b^*/a^*)$, respectivamente (Abbott, 1999).

5.9 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características de los productos que se evalúan. La medición de las reacciones resultantes de un estímulo, el cual es generado por el consumo de un producto, se realiza mediante dos tipos de pruebas, pruebas analíticas y pruebas afectivas o hedónicas (Stone y Sidel, 2004).

Las técnicas de evaluación sensorial tienen fundamento científico al igual que otros tipos de análisis, al ser respaldadas por la estadística y la psicología, entre otras disciplinas. El estudio sensorial es de suma importancia en la industria de los alimentos (Anzaldúa – Morales, 1994).

5.9.1 Perfil sensorial

Los perfiles sensoriales se utilizan en la industria para elaborar una descripción sensorial individual de un producto.

Esto puede ser hecho, por ejemplo, para investigar las propiedades sensoriales de una gama de productos existentes en un mercado o para evaluar el impacto sensorial de una nueva formulación, un cambio de proceso de fabricación o envasado. Hablando en términos más generales, el perfil sensorial es cada vez más visto como una manera de explicar y posiblemente anticipar preferencias en el consumidor.

El principal propósito del perfil sensorial es implícitamente usado para describir y cuantificar entre productos diferencias sensoriales. La cuantificación es realizada en atributos descriptivos que son claramente identificados por un grupo de jueces, mismo que es convocado con el fin de estabilizar la descripción generada, y dejarla libre de juicios hedónicos.

Llevar a cabo un perfil sensorial apunta por tanto a posicionar los productos en un espacio multivalente definido por un conjunto de atributos sensoriales.

5.9.2 Perfiles rápidos

El perfil rápido inicialmente fue desarrollado como un método flexible que permitía obtener de manera rápida el posicionamiento de un producto específico en una serie de productos muy similares. Obteniéndose al mismo tiempo una fase de familiarización de los productos en el espacio así como la generación de atributos y clasificación por un grupo de evaluadores.

El principal objetivo de estas metodologías no es el remplazar los métodos tradicionales, es el brindar una alternativa para realizar pruebas descriptivas en menor tiempo, la elección de una u otra dependerá, de los objetivos que se pretendan alcanzar (Dairou y Sieffermann, 2002).

5.9.3 Perfil Flash

Sieffermann (2000) sugirió combinar el perfil de libre elección con una evaluación comparativa del conjunto de productos en una técnica llamada Perfil Flash.

El Perfil Flash fue desarrollado inicialmente como un método flexible que tiene como objetivo proporcionar un rápido acceso al posicionamiento sensorial relativo de un conjunto de productos.

Para ahorrar tiempo, las fases de la familiarización con el producto, la generación de atributos (de manera individual) y después la discusión para crear una lista consenso de atributos (debido a que pueden surgir sinónimos), se realiza en una sola sesión.

Es importante mencionar, que los evaluadores pueden agregar a su lista personal algún atributo que consideren importante, después de ver la lista consensual.

Se requieren evaluadores no entrenados, pero si es necesario que sean capaces de generar un vocabulario para describir las muestras a evaluar de manera que los atributos sean meramente discriminantes y no hedónicos, de igual manera se maneja un vocabulario más sencillo; pero en caso de contar con evaluadores que

con anterioridad hubieran participado evaluando otro producto, se pueden considerar ya que están familiarizados con una sesión de evaluación y tienen una percepción cuantitativa más desarrollada.

La metodología permite a los jueces utilizar su propia lista de atributos, y no realizar entrenamiento con estándares, es decir se dejan fuera las largas sesiones que son utilizadas en un perfil convencional, y de esta manera los costos se reducen.

Según (Dehlholm et al, 2012) compararon un perfil descriptivo cuantitativo y perfiles de libre elección, y resulto difícil comparar de manera homogénea todos los atributos generados con diferente vocabulario en el perfil de libre elección, perfil flash y perfil ultra flash; por tanto recomiendan realizar un consenso de atributos que tengan el mismo concepto o son similares para los jueces.

5.9.4 Perfil Hedónico

Las pruebas afectivas son aquellas pruebas que permiten medir el grado de preferencia, aceptación o rechazo de un determinado producto o productos, por parte de consumidores (García, 2012).

Expresan su reacción ante algún producto, indicando si les gusta o les disgusta, si lo aceptan o lo rechazan o si lo prefieren entre otros productos.

La prueba de nivel de agrado consiste en escalas hedónicas que van desde me disgusta extremadamente (valor inicial) hasta me gusta extremadamente (valor final). Para garantizar que la prueba es estadísticamente confiable, se debe tener una matriz de mínimo 50 datos (Drake, 2008).

6. JUSTIFICACIÓN

En México la producción de frutas, como son mango, jitomate, guayaba, aguacate por mencionar algunos, colocan al país entre los más importantes a nivel mundial en este rubro, por tal motivo se deben tener alternativas para el proceso de frutas después de la cosecha de manera que la merma disminuya.

Por otro lado en el país, parte de la población que se encuentra en lugares de difícil acceso y climas extremos no tienen acceso al consumo regular de fruta, ya sea porque el producto es perecedero o bien por la economía. Aumentar la vida de anaquel, conservando las vitaminas, minerales, fibra y el propio sabor de la fruta es una excelente alternativa para el mejoramiento de estas situaciones.

En el presente trabajo de investigación se plantea la evaluación de parámetros de calidad de frutas deshidratadas, producto que se genera mediante secado con energía geotérmica, propuesto por el grupo iiDEA® (Instituto de Ingeniería, Desalación y Energías Alternas), que es amigable con el medio ambiente.

Como consumidores finales de este producto se consideran niños, jóvenes y adultos incluidos aquellos grupos que deben seguir dietas alimenticias diseñadas de acuerdo a su necesidad.

Las frutas deshidratadas podrán ser consumidas en cualquier momento del año, dado su facilidad de almacenamiento y su conservación a temperatura del ambiente.

7. MATERIAL Y METODOLOGÍA

7.1 Muestras

Considerando que en México no existe actualmente una Norma oficial que proporcione parámetros de calidad como referencia para frutas deshidratadas, se recurrió a la adquisición de producto que se comercializan actualmente en México. También se adquirieron productos deshidratados en Colombia ya que este país si se cuenta con una reglamentación oficial para deshidratar frutas y con parámetros de calidad microbiológica en producto terminado, todos los datos acerca de la compra y origen de las muestras se encuentran en la tabla 5.

Se evaluaron parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de 3 frutos frescos y deshidratados: jitomate, mango y guayaba (Figuras 2,3 y 4). Desde luego no son “comparables” las frutas frescas con las deshidratadas; sin embargo, las frescas se evaluaron para caracterizar la materia prima de la que se parte y como referente del efecto del proceso de deshidratado.

Para jitomate se evaluaron 6 lotes en fresco, adquiridos en la Central de Abasto de la Ciudad de México local R-58, otras 6 muestras deshidratadas comerciales y 7 muestras deshidratadas con energía geotérmica.

En el caso de mango se evaluaron 5 lotes en fresco, que se compraron en la Central de Abastos de la Ciudad de México, bodega 5217, 6 muestras deshidratadas comerciales y 3 muestras deshidratadas con energía geotérmica por iiDEA®.

Para Guayaba se evaluaron 3 lotes en fresco, que se compraron en la Central de Abasto de la Ciudad de México, local R-35, 4 muestras comerciales y 2 muestras deshidratadas con energía geotérmica iiDEA®.



Figura 2. Muestras de jitomate deshidratado.
Fotografía por: Yazmín Carmona.



Figura 3. Muestras de mango deshidratado.
Fotografía por: Yazmín Carmona.

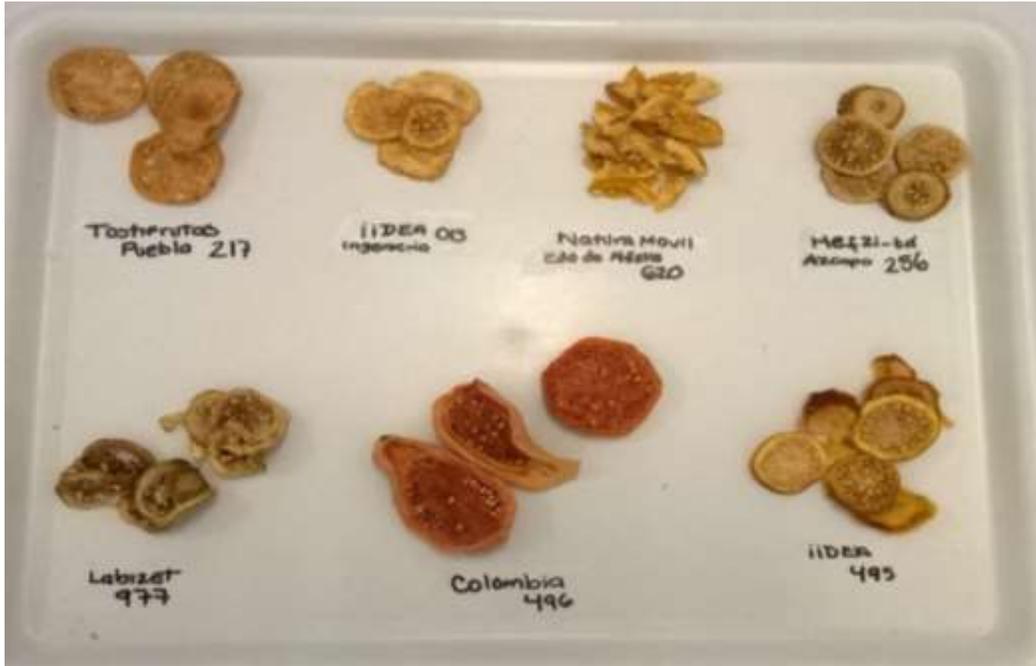


Figura 4. Muestras de guayaba deshidratada.
Fotografía por: Yazmín Carmona.

Tabla 5.Muestras evaluadas

Producto	Marca	Origen o proveedor	Empaque
Jitomate deshidratado	Bel Ara	San Antonio Abad No. 263, colonia obrera, Iztapalapa México DF	Bolsa de polietileno de alta densidad, etiqueta de cartón
Mango deshidratado	Campo Vivo	Álamo 15-A, Col.Tabla Honda, 54126, Tlalnepantla de Baz, Estado de México.	Sobre laminado y sellado al vacío
Mango deshidratado	Dried Mango slices	Origen Tailandia/distribuido por DZA brands	Bolsa de polietileno de alta densidad, traslucida y empacada al vacío
Guayaba amarilla fresca	Guayaba fresca	Central de Abastos, Cd de México, Local R-58. origen Michoacán México	Caja de madera
Jitomate deshidratado	Hefzi ba son mis deleites	Calle Salomón # 345, Col. Electricistas Delg. Azcapotzalco, México D.F.	Bolsa de polietileno de alta densidad , sellada al vacío y con etiqueta de papel pegada en la bolsa
Jitomate, mango y guayaba deshidratados	iiDEA	Instituto de ingeniería, L-8, UNAM, Ciudad de México.	Sobre de polietileno sellado al vacío
Jitomate bola fresco	Jitomate bola fresco	Central de Abastos, Cd de México, Local R-58. Origen Sinaloa México.	Caja de cartón
Jitomate y guayaba deshidratado	Labizet	Calle San Francisco, No. Ext 192 Col. San Francisco Tlaltenco , Tláhuac , Ciudad de México	Bolsa de polietileno de baja densidad
Jitomate, mango y guayaba deshidratados	Lauvid	Km 8.45 Piendamó-Morales; Vereda La Lorena; Piendamó-Cauca Colombia	Bolsa de polietileno de baja densidad, sellado al vacío, con etiqueta adherida al frente y parte trasera de la bolsa
Mango Paraíso Fresco	Mango Paraíso Fresco	Central de Abastos, Cd de México, Local R-58. Origen Costa grande, Guerrero, México.	Caja de madera
Mango y guayaba deshidratado	Natura Movil	Calle Cerrada puerta dorada No. Exterior 25 No. Interior casa 2 Colonia San Miguel Xochimanga Municipio Atizapán de Zaragoza Estado Estado de México	Bolsa de polietileno de alta densidad , sellada
Mango deshidratado	Nature Heart Tierra Fertil	La Fontaine # 73 Interior. 3B, Polanco, Miguel Hidalgo, CP: 11560, México	Sobre laminado e impreso con etiqueta y sellado al vacío
Jitomate deshidratado	Sun Dried	Danville California 94526, USA	Bolsa de polietileno de alta densidad, con cierre ziploc, sellado al vacío y la etiqueta empresa en el empaque
Jitomate, mango y guayaba deshidratados	Tostifrutas	Fábricas 1 B Col. Centro 73310 Zacatlán Puebla México	Bolsa de polietileno de alta densidad sellada.

7.2 Análisis microbiológico

Para la preparación y dilución de muestras se siguió la Norma Oficial Mexicana 092-SSA1-1994. Se determinaron mesófilos aerobios mediante la Norma Oficial Mexicana 092-SSA1-1994; coliformes totales y fecales siguiendo la Norma Oficial Mexicana 112-SSA1-1994; hongos y levaduras según la NOM-111-SSA1-1994.

Por otra parte se determinaron *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico mediante pruebas rápidas CompacDry®.

7.3 Análisis instrumental

7.3.1 Color

Se midieron parámetros de color a temperatura ambiente utilizando el sistema CIE, L*, a*, b*, con espectrofotómetro Minolta CM-3600d (Figura 5).

Las frutas frescas se lavan siguiendo la metodología del anexo 1 sección 5, después de secas se envolvieron en papel Kleen pack, y se ajusta el equipo con un área de visión pequeña, iluminante D65, en el caso de jitomate y guayaba los puntos que se miden fueron a 120° en la corteza del fruto respectivamente y en el caso de mango se cortaron cubos de aproximadamente 3X3cm.

En frutos deshidratados, las muestras se envuelven en papel Kleen pack, se utilizaron las condiciones antes descritas para el producto fresco, y se evaluaron 5 réplicas por muestra.



Figura 5. Medición de color en frutas.

Fotografía por: Yazmín Carmona.

7.3.2 Textura (Punción)

Se realizó un análisis de punción utilizando una sonda de cónica 2mm de diámetro (P/2N), con el equipo TA-XT2i, Texture Analyzer Stable Micro Systems, software Texture Expert EXCED®. Las condiciones fueron 0.7 Newton de fuerza, a una velocidad de 2mm/seg, todas las mediciones se realizaron a temperatura ambiente (Figura 6).

En jitomate fresco se midieron 6 réplicas, 3 en la parte del pedúnculo y 3 en la parte contraria; en guayaba se evaluaron 2 puntos, el pedúnculo y el lado contrario.

En mango fresco, de cada mango se cortaron 4 cubos de 3X3cm, de distintas partes del fruto y se midieron 4 mangos por cada lote.

En fruta deshidratada se midió un punto por cada réplica, para todas las muestras, con un total de 4 réplicas por cada muestra.



Figura 6. Medición de textura (punción) en frutas.
Fotografía por: Yazmín Carmona.

7.4 Preparación de muestras para evaluación sensorial.

En el área de preparación de muestras del anexo del Laboratorio 4D, edificio A, Facultad de Química, se lavaron los frutos frescos (Jitomate, mango y guayaba) siguiendo la metodología que se propuso (anexo 1), se cortaron los frutos sobre una tabla con un cuchillo de uso específico para cada fruto para evitar contaminación cruzada.

Las muestras de fruta fresca (Figura 7) y deshidratada aproximadamente 5 gramos y 1 gramo respectivamente, se sirvieron a los jueces en platos blancos desechables, identificados con códigos de 3 dígitos, a temperatura ambiente.

Se les presentaron a los jueces un vaso desechable con agua, y 3 galletas Habaneras, Gamesa®, para la sesiones donde se presentaron 2 muestras, con el fin de que comieran una galleta para quitar el resabio de la muestra que terminaban de evaluar y bebieran el agua para enjuagarse la boca.

El área donde se realizó la evaluación es un laboratorio de Evaluación Sensorial, y está acondicionado con cabinas individuales estandarizadas de color blanco y luz blanca para que los jueces realicen una correcta evaluación, y evitar variables externas (Figura 8).



Figura 7. Lavado y preparación de muestras.
Fotografía por: Rocío Sanabria.



Figura 8. Laboratorio de evaluación sensorial.
Fotografía por: Alan Zea.

7.4.1 Grupo de jueces

Los miembros del grupo de jueces se conformó por 10 mujeres y 5 hombres, estudiantes de la Facultad de Química, UNAM; con edades entre los 22- 26 años, 5 mujeres y 2 hombres habían participado antes en el proyecto rescate de especies de quelites en México (Ayala, 2014), esto resulta relevante ya que se está trabajando con alimentos frescos. Todos los participantes presentaron la capacidad para discriminar alimentos frescos.

7.4.2 Evaluación Sensorial: Perfil flash

Para la evaluación de las frutas frescas y deshidratadas, se realizó un perfil flash de acuerdo a Dairou y Sieffermann (2002),

En la primera sesión se presentó la muestra; en el caso del producto fresco una fruta entera, y en el caso del deshidratado la muestra de interés (deshidratado iIDEA) y al menos una comercial, se pidió a los jueces que de forma individual generaran su propia lista de descriptores de acuerdo a su vocabulario para los atributos de Aspecto, Olor, Sabor y Textura (Williams & Langron, 1984).

En la segunda sesión se presenta un consenso de todos los atributos generados por el grupo de jueces y se pidió a los jueces tomar un momento para leer la lista general y añadieran o sustituyeran atributos si así lo deseaban. Con base en lo descrito por Dairou y Sieffermann (2002), al tratarse de alimentos frescos la mayor parte de los jueces coincidió en los atributos a evaluar, ya que su propia lista no varió de la grupal.

En la tercer sesión los jueces empezaron a evaluar las muestras; en el caso de las frutas frescas una muestra por sesión y con las deshidratadas en algunas ocasiones máximo 2 muestras por sesión (Figura 9).

Por otra parte para la realización de la evaluación; en el programa FIZZ versión 2.3 por Biosystemes, Francia, se elaboró la sesión para la evaluación que incluye el diseño de cuestionarios. Para cuantificar los atributos se utilizó una escala estructurada con valores entre 0-9, siendo cero la ausencia del atributo y nueve la máxima intensidad.

En el caso de las sesiones de Mango y Guayaba (Figuras 10 y 11) para evaluar el atributo Color, se decidió incluir una escala de color, debido a que la mayor parte de los jueces lo sugirió. (Ver anexo 5)



Figura 9. Evaluación sensorial de jitomate fresco y deshidratado.
Fotografía por: Yazmín Carmona.



Figura 10. Evaluación sensorial de mango fresco y deshidratado.
Fotografía por: Yazmín Carmona.



Figura 11. Evaluación sensorial de guayaba fresca y deshidratada.
Fotografía por: Yazmín Carmona.

7.4.3 Evaluación sensorial: Prueba afectiva

Se llevó a cabo una sesión de evaluación sensorial afectiva para cada fruta deshidratada (jitomate, mango y guayaba).

En la sesión se siguió la metodología descrita en el punto 7.4.2 para la presentación de las muestras (Figura 12).

Se invitó a mínimo 100 personas de la Facultad de Química que estuvieran dispuestas a evaluar fruta deshidratada, y contestar un cuestionario de hábitos de consumo, cualquier persona podía participar (Figuras 13 y 14).

Para jitomate y mango deshidratado se les presentaron 4 muestras en total, 3 comerciales y la deshidratada por iiDEA, para guayaba 2 muestras comerciales y la de iiDEA.

En la prueba de nivel de agrado se utilizó la escala de 9 puntos, no estructurada que se muestra a continuación.

Tabla 6. Escala hedónica.

Escala hedónica	Valor correspondiente
Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta poco	4
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me gusta poco	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta extremadamente	9



Figura 12. Presentación de muestras para evaluar en sesión afectiva.
Fotografía por: Yazmín Carmona.



Figura 13. Sesión afectiva de guayaba deshidratada.
Fotografía por: Jaime García.



Figura 14. Sesión afectiva de mango deshidratado.
Fotografía por: Norma Lozano.

7.5 Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó con el software XLSTAT 2012, Addinsoft, versión 10.0, que efectúa un Análisis Procrustes Generalizado (PGA) (Gower, 1975), obteniendo una gráfica en dos dimensiones de componentes principales (Biplot PCA).

Este análisis se basa en generar una matriz para cada juez, siendo éstas lo más parecidas entre ellas, haciendo uso de transformaciones matemáticas: translación, escalado y rotación/reflexión (Pastor y cols, 1996).

Esta técnica estadística consiste en derivar una configuración consenso a partir de una dos o más datos o matrices, es decir el análisis Procrustes fuerza a cada una de las matrices formadas por cada uno de los individuos a formar un solo consenso espacial (Lawless y Heymann, 1998).

El análisis de nivel de agrado se realizó mediante el Internal Preference Mapping que es una técnica estadística multivariada diseñada para la mejor comprensión de gustos por parte del consumidor, esta información se obtiene a través de la descomposición de valores, es decir se realiza un PCA.

La dirección de cada vector representa el gusto que expresa cada consumidor de manera individual, considerado en solo dos dimensiones (Greenhoff, 1999).

Para el análisis de los datos de color, punción y pruebas afectivas se analizaron utilizando un análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de confianza para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras (Ramírez-Navas, 2012), en el software STATGRAPHICS PLUS versión 5.1 para Windows.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

8.1 Jitomate (*Lycopersicum esculentum*)

8.1.1 Microbiológico

En la tabla 7, se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a jitomate fresco y deshidratado, las muestras comerciales son una referencia para conocer la calidad del deshidratado iiDEA, con temperaturas alrededor de los 60°C.

Tabla 7 Resultados de pruebas microbiológicas, para jitomate fresco y deshidratado.

Muestra	Mesófilos aerobios UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	<i>Salmonella</i> spp en 25 g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Mohos y Levaduras UFC/g	pH
C.Abastos 6 Oct 2015 *	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	<15 v.e.	4.6
Bel Ara ®	500	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	200	4.4
Hefzi ba ®	300	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	210	4.3
Labizet ®	410	<3.v.e	2.3	Ausente	20	94 X10 ²	4.2
Lauvid ®	120	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	10	4.1
Tostifrutas ®	59X10 ²	0.7	0.4	Ausente	<10.v.e.	220	4.4
iiDEA 3 *®	5.v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	50	4.3

*Resultados después de realizado el método de lavado propuesto.

v.e=valor estimado, sensibilidad del método.

Muestras deshidratadas comerciales= Bel Ara®, Hefzi Bá®, Labizet®, Lauvid®, Tostifrutas®.

Los resultados microbiológicos deberán interpretarse con base en una norma; como no existe en México ni en Codex Alimentarius y hay pocas especificaciones de otros países referentes a frutos deshidratados, se han comparado los resultados con los parámetros de productos existentes en el mercado, por un lado y por el otro con especificaciones para otros productos deshidratados cuyo principio de conservar coincide con el aquí aplicado.



A partir de estas comparaciones se puede decir que los resultados microbiológicos de los frutos deshidratados en este proyecto, cumplen con las normas de orientación (cebolla y ajo deshidratado) mexicanas.

En el caso de jitomate fresco los resultados de las pruebas realizadas muestran baja carga microbiana, como resultado de la implementación de Procedimientos de Operación Estandarizados (POE), que fueron evaluados en un trabajo previo del mismo proyecto (Velázquez y cols, 2015).

Para el proceso de deshidratado de jitomate, también se tuvieron en cuenta otros factores que pudieran contaminar la muestra, como son los manejos de operación por lo que se aseguró el sanitizado del equipo para deshidratar, la limpieza del área de preparación de muestra, y las buenas prácticas de manufactura.

Para frutas deshidratadas el análisis microbiológico refleja que los valores referenciados en las diferentes normas se cumplen para coliformes totales y Salmonella (Gilbert et al. 2000; Ministerio de Salud de Perú, 2003; Ministerio da Saude Brasil, 1978); sin embargo, para el caso de los mohos y las levaduras, sólo la muestra iiDEA y Lauvid ® cumplen con la Norma Peruana y Colombiana.

En el caso de mesófilos aerobios, solo la muestra iiDEA® cumple con la Normatividad Peruana, y todas entran dentro del rango de la norma Británica.

Los resultados de las muestras que registran altas cuentas de mesófilos aerobios se pueden relacionar con mala manipulación, ya que los mesófilos regularmente son microorganismos del ambiente y propios de la flora, que se encuentra en la piel de los humanos y ambientes (Pérez et al.1998).

La presencia de coliformes indica contaminación fecal /o procesos de desinfección insuficientes; mohos y levaduras que son indicadores de prácticas poco adecuadas de higiene, exposición excesiva al ambiente y al polvo y/o humedad fuera de lo aceptable para la conservación de productos secos y deshidratados.

8.1.2 Bromatológico

En la tabla 8 se muestran los resultados del análisis bromatológico que se realizó en un laboratorio independiente, donde se observa desglosado en porcentajes el aporte nutrimental del jitomate deshidratado con energía geotérmica por iiDEA®, y jitomate fresco.

Tabla 8. Resultados de análisis bromatológico en jitomate fresco y deshidratado.

Muestras	Humedad	Cenizas	Extracto etéreo(grasa)	Proteína	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno o (carbohidratos)
Jitomate Fresco	95.47%	0.50%	0.08%	1.05%	0.65%	2.25%
Jitomate deshidratado iiDEA®	16.68%	7.59%	1.52%	10.72%	9.95%	53.54%

El deshidratado geotérmico redujo la humedad de 95.47% a 16.68%, lo cual en la normatividad colombiana resulta aceptable, por otro lado el resto de los componentes aumentó considerablemente, lo reportado en la etiqueta de Bel Ara® fue de 10 % de carbohidratos, en Sun Dried® de 11% y Lauvid® 8%, todos por debajo del contenido que se conserva en las muestras iiDEA® con un 53.54%.

Las proteínas en el jitomate fresco fue de 1.05% concentrándose hasta un 10.72%, mientras que las marcas comerciales reportan un contenido máximo de 5%.

8.1.3 Color

En la Figura 15 se muestran los resultados del parámetro de luminosidad de jitomate fresco, de jitomate deshidratado iiDEA® y de jitomate deshidratado de varias marcas comerciales.

El jitomate iiDEA®, fue deshidratado a partir del jitomate fresco, todas las muestras iiDEA® fueron estadísticamente diferentes al jitomate fresco.

Teniendo como referencia el valor de luminosidad de jitomate fresco para el resto de las muestras deshidratadas comerciales, Lauvid ®, Sun Dried ®, Bel Ara ® y Labizet ® son las más semejantes a jitomate fresco, en cambio las muestras iiDEA son muy semejantes entre sí.

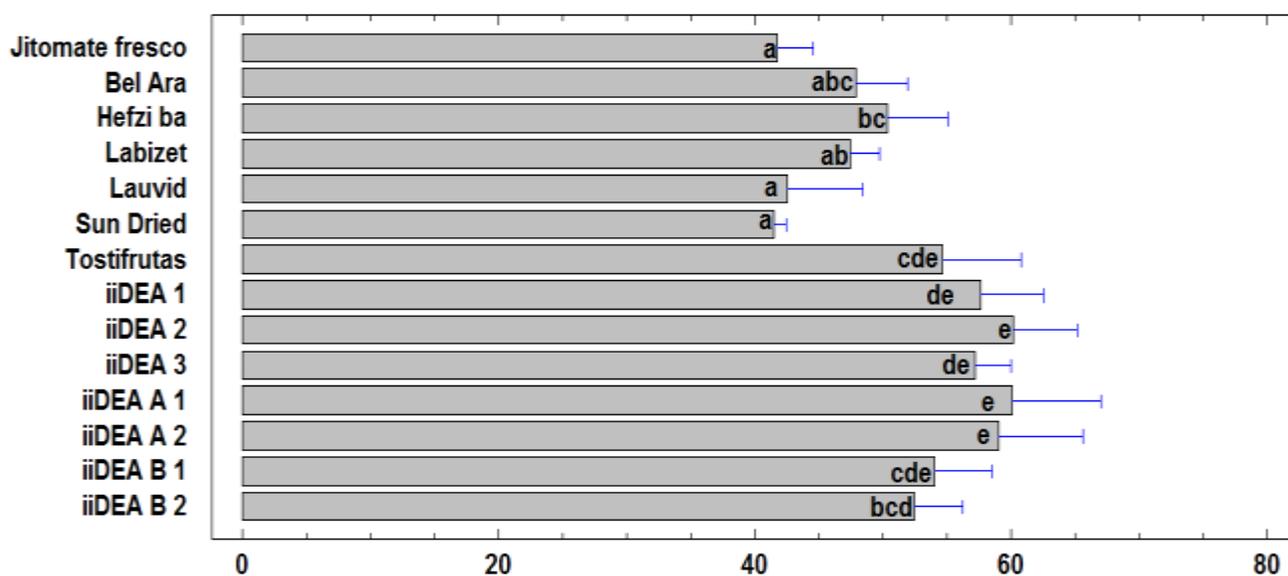


Figura 15. Promedio de parámetro L* de Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas®; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 16, se muestran los resultados promedio del parámetro a^* , donde los valores positivos indican color rojo, el jitomate fresco presento el máximo valor, y estadísticamente es similar a todas las muestras iiDEA® (deshidratado a partir del jitomate fresco evaluado).

Teniendo como valor de referencia el resultado de jitomate fresco, la muestras deshidratadas comerciales Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet® y Tostifrutas® son similares, mientras que Lauvid® y Sun Dried® son estadísticamente distintas

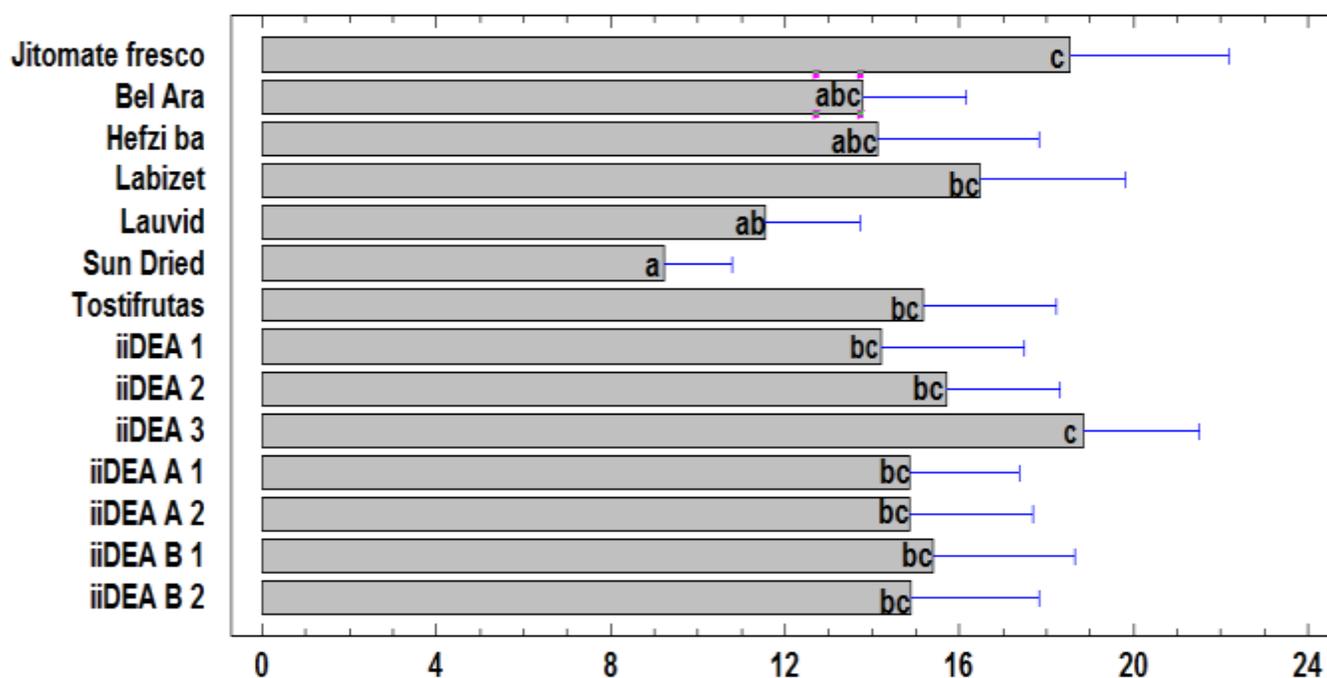


Figura 16. Promedio del parámetro a^* de Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas®; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 17 se muestran los resultados promedio de valores positivos del parámetro b^* , mismos que indican la presencia de color amarillo en las muestras. La muestra de jitomate fresco presentó el máximo valor compartiendo semejanza con las muestras iiDEA (1,2 Y 3), que son producto del jitomate fresco evaluado, pero las muestras iiDEA® del lado B, a la salida del aire del deshidratador presentaron valores bajos en comparación con la materia prima.

Las muestras comerciales Sun Dried® y Lauvid® que tuvieron los mínimos valores, teniendo como referencia el valor promedio de jitomate fresco de varios lotes evaluados, Sun Dried declara provenir de un deshidratado solar.

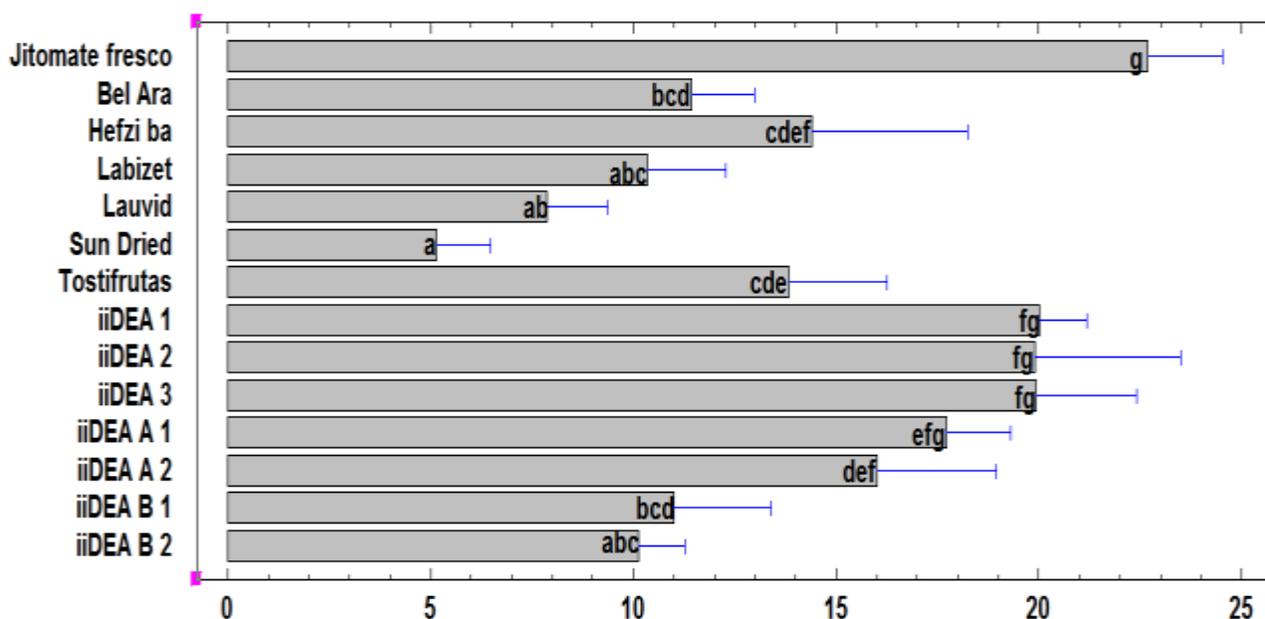


Figura 17. Promedio del parámetro b^* de Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 18 se muestran los resultados promedio del parámetro de cromaticidad o saturación de color de jitomate fresco y después del deshidratado realizado con energía geotérmica, las muestras iiDEA (2 Y 3) no presentan diferencia estadística con la materia prima, pero el resto de las muestras iiDEA® si son estadísticamente diferentes.

La muestra comercial Sun Dried®, presenta el valor mínimo de entre todas las muestras deshidratadas.

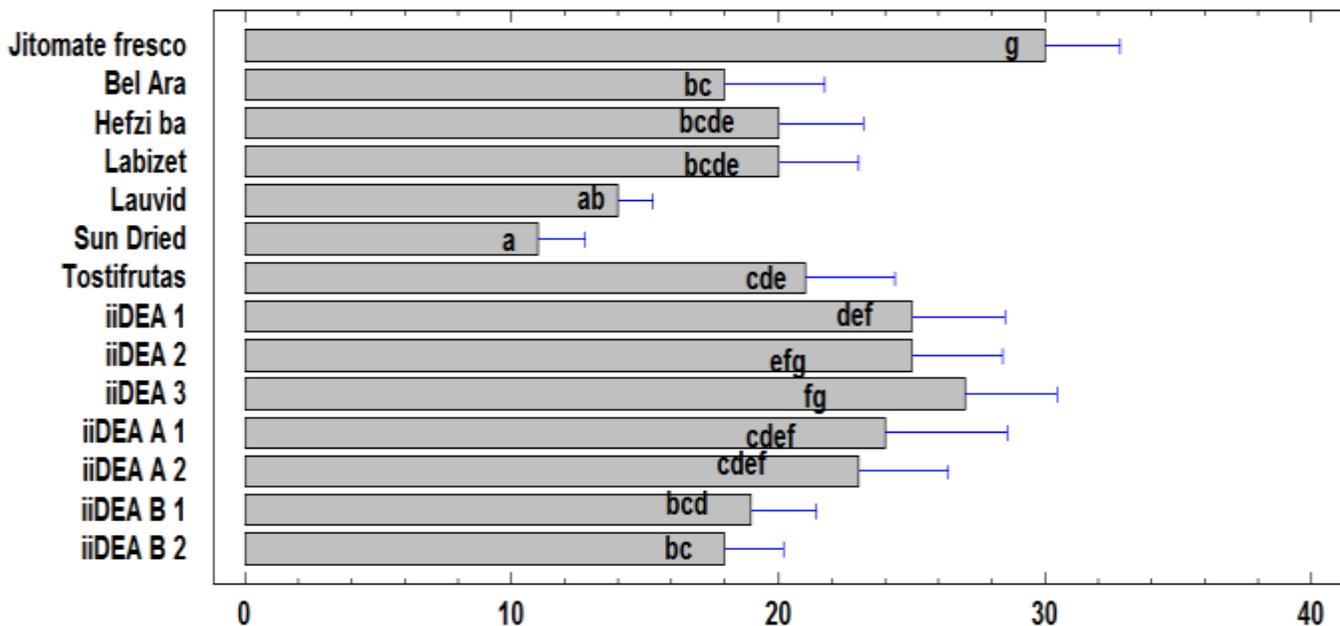


Figura 18. Promedio del parámetro C* para Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 19 se observan los promedios del parámetro h° o ángulo de matiz, el jitomate fresco es la materia prima del deshidratado iiDEA®, y las muestras 1, 2, 3, A1 Y A2 son las que no presentan diferencia estadísticamente significativa con respecto a la materia prima.

Los valores de ángulo de matiz que van de 0-90, corresponden al espacio de rojo-amarillo, y todas las muestras se encontraron en el rango, pero la mayoría de los grupos que se formaron en el análisis estadístico se encontraron más cercanos al color rojo, por que presentan valores de entre 0-45.

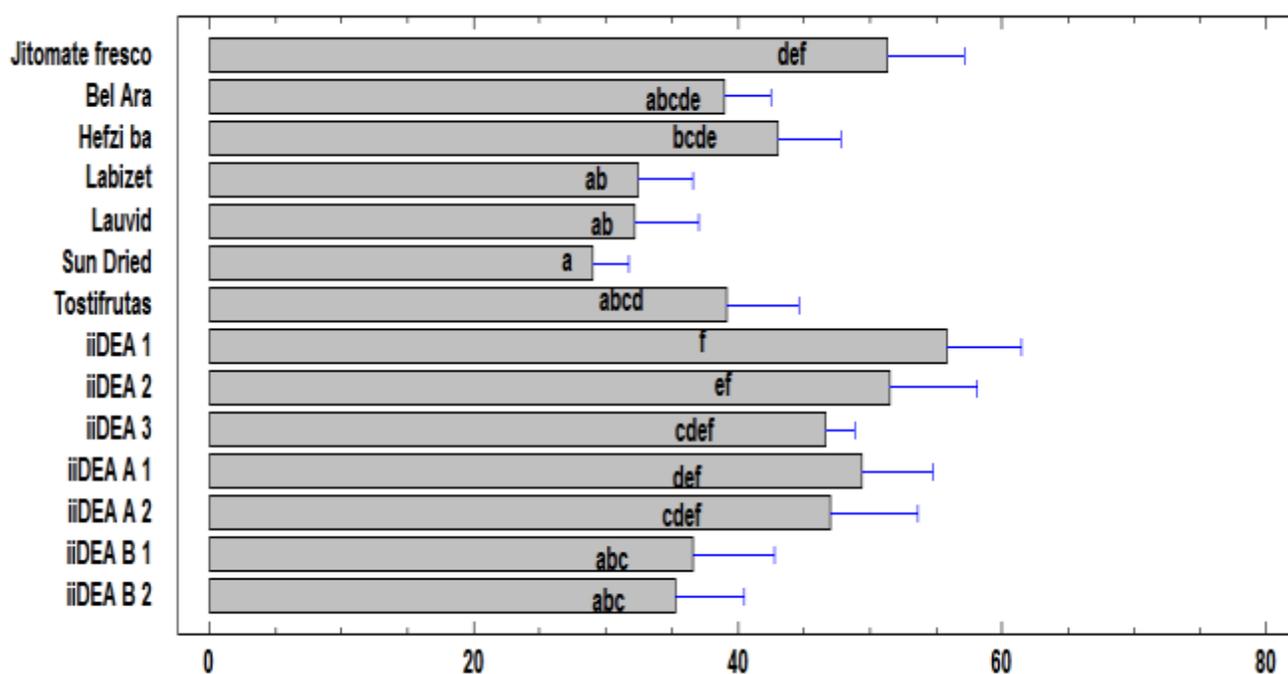


Figura 19. Promedio del parámetro h° para Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 20, se observan los resultados del cambio de color en general, los parámetros involucrados para calcular el cambio de color son L^* , a^* y b^* .

La referencia es jitomate fresco, que fue la materia prima utilizada en el deshidratado iiDEA®, y en la gráfica que se muestra a continuación se aprecia que son las muestras deshidratadas que presentan el máximo valor, es decir son las que en general presentaron un mayor cambio en el color.

Las muestras comerciales Sun Dried ® Hefzi bá® y labizet®, teniendo como referencia los parámetros de color en jitomate fresco, y aunque no se utilizó como materia prima, son las que presentan el menor cambio de color en general, considerando que Sun Dried® proviene de un secado solar.

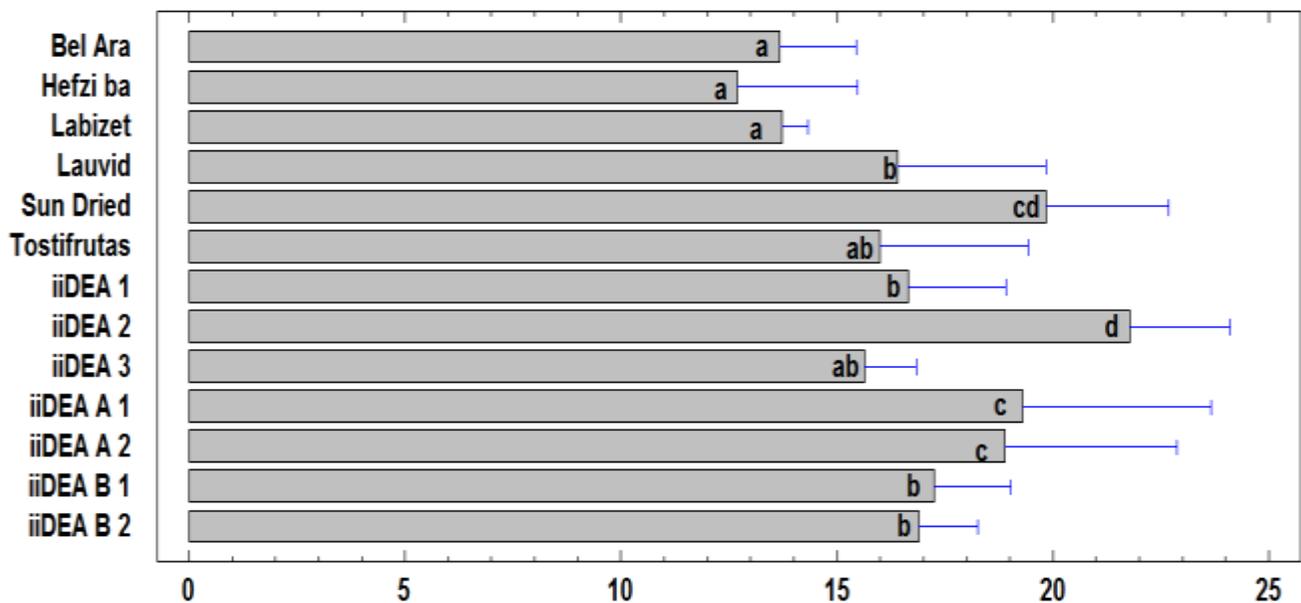


Figura 20. Promedio del parámetro ΔE° para Jitomate (*Lycopersicum esculentum*).

comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

Diversos estudios han relacionado coordenadas de color con el contenido de pigmentos en diferentes alimentos (Berset y Caniaux, 1983; Ameny y Wilson, 1997; Mónica *et al.*, 1994; Pesek y Warthesen, 1987; Lee, 2000; Arias *et al.*, 2000); Lee y Coates, 2002).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, siglas en inglés) realizó una clasificación de los grados de madurez del jitomate fresco según el color que éste presenta, en 6 categorías que son: 1) verde: superficie del jitomate completamente verde, con una tonalidad de claro a oscuro; 2) rompiente: hay una ruptura del color verde hasta un color amarillo-marrón, rosado o rojo, en no más del 10% de la superficie; 3) transición: del 10 al 30% de la superficie no es verde, mostrando una coloración amarillo-marrón, rosado o rojo, o una combinación de éstas; 4) rosado: del 30 al 60% de la coloración ya no es verde, mostrando un color rosado o rojo; 5) rojo ligero: del 60 al 90% de la superficie no es verde y muestra una coloración rojo-rosado o roja; y 6) rojo: más del 90% de la superficie no es verde, mostrando un color rojo (USDA, 1991).

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, los jitomates que se utilizaron para someter a proceso de deshidratación presentaban un grado de madurez 5 y 6, esto es porque el jitomate es un fruto con una síntesis masiva de carotenoides durante su maduración.

En los cromoplastos, los carotenoides habitualmente se acumulan en estructuras lipídicas, aunque en el jitomate se han encontrado también cristales de carotenoides, principalmente carotenos, inmersos en el espacio estomático, inicialmente se sintetiza fitoeno (incoloro), para posteriormente convertirse en ζ -caroteno (amarillo pálido), β -caroteno (anaranjado) y xantofila (amarilla). La síntesis de pigmentos amarillentos precede a la de los rojizos-anaranjados (licopeno y β -caroteno), pero la masiva acumulación de éstos termina enmascarando a aquellos (Artés y Artés, 2007).

Los resultados que se observan en la Figuras 15-19, se relacionan con lo que Hernández (2009) observó de los parámetros L^* y h° del jitomate margariteño; que tienden a disminuir durante la conservación de este producto hortícola tanto a temperatura ambiente como en refrigeración, mientras que C^* tiende a aumentar, todo esto debido a que la coloración del jitomate, durante la maduración se forman pigmentos rojos, y durante el tratamiento térmico los pigmentos se degradan o cambian significativamente debido a la reacción de Maillard, pardeamiento enzimático y la oxidación de ácido ascórbico; en las Figuras 15 y 18 se muestran los resultados de luminosidad y matiz de jitomate fresco utilizado como materia prima para el deshidratado geotérmico, en ellas se observa que los valores de cada parámetro aumentaron en la mayoría de los lotes deshidratados iiDEA®, la excepción fueron los que se colocaron en el lado B (salida de aire del deshidratador), por lo que la temperatura y la corriente de aire que se encuentren en contacto con la muestra si influyen en los cambios de estos parámetros de color.

Teniendo como referencia los valores de jitomate fresco, para las muestras comerciales, sabiendo que no fueron empleados como materia prima, las muestras Lauvid® y Sun Dried®, no mostraron aumento en los parámetros de luminosidad y matiz, de esta última se sabe que es un secado solar.

En el caso de los parámetros a^* y b^* , teniendo también como referencia el promedio de jitomate fresco, en a^* que se refiere a color rojo, todas las muestras pertenecen al mismo grupo conservando la pigmentación, excepto las muestras Lauvid® y Sun Dried®; y para el parámetro b^* que se refiere a la presencia de color amarillo, las muestras iiDEA fueron similares excepto las del lado B, que tuvieron menor tonalidad amarilla, por otro lado las muestras comerciales fueron estadísticamente diferentes al jitomate fresco.

En la Figura 20, se observan los cambios de color en general, tomando en cuenta los parámetros L*, a* y b*, se observa que las muestras que presentan un cambio de color estadísticamente significativo teniendo como punto de referencia los valores de jitomate fresco (materia prima), son iiDEA 2®Y Sun Dried®, esto está relacionado con la evaluación sensorial que se obtuvo en Aspecto, donde también la muestra Sun Dried® presenta mayor intensidad de color.

8.1.4 Textura (punción)

En la tabla 9 se muestran los resultados promedio de textura utilizando el parámetro de punción, donde se observa que el jitomate fresco presento el máximo valor, por otro lado la muestra deshidratada comercial Labizet® presento el mínimo valor.

Tabla 9. Fuerza de punción en jitomate fresco y deshidratado.

Muestras	Fuerza (g)
Jitomate Fresco	12.2828±3.9354 d
Bel Ara®	3.8777±0.8327 ab
Hefzi ba®	4.7092±1.1832 ab
Labizet®	3.1315±0.6931 a
Lauvid®	3.846±0.6006 a
Sun Dried®	8.2342±1.3446 c
Tostifrutas®	3.9342±0.0768 a
iiDEA® 1	3.6717±0.3504 a
iiDEA® 2	3.1537±0.0787 a
iiDEA® 3	4.6242±0.8299 ab
iiDEA® A 2	6.8277±1.1567 bc
iiDEA® A1	5.4452±0.4255 ab
iiDEA® B 1	5.001±0.7812 ab
iiDEA® B 2	5.31675±1.0334 ab

El valor indica promedio± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa p>0.05

Jitomate fresco= central de abastos promedio de 9, 17,23 de febrero, 9 de marzo y 5 de octubre, Walt Mart 4 de marzo de 2015; Muestras comerciales deshidratadas = Bel Ara®, Hefzi bá®, Labizet®, Lauvid®, Sun Dried®, Tostifrutas; iiDEA 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA A1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA A2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA B1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA B2 = Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad de los jitomates frescos y procesados y está relacionada con la estructura de la pared de celular. Lamúa (2000) indica que la firmeza de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen con la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina.

Según lo indicado por Cantwell (2004), quien realiza una clasificación del jitomate el promedio de jitomate fresco utilizado en el presente estudio, corresponde a la categoría de “moderadamente blando”.

Un alimento procesado pierde turgencia, razón por la cual existe una menor resistencia al mordisco y una textura blanda, pastosa, o crocante (Rosenthal, 2001).

En la tabla 9, se observan los valores de fuerza, que se relacionan directamente con el contenido de agua en el alimento, ya que el valor en jitomate fresco es mayor, que en los deshidratados, esto también se confirma con la muestra Sun Dried®, al ser un secado solar, la muestra contiene mayor humedad y por tanto es más resistente a la penetración, en el proceso de deshidratación, la primer agua que se empieza a eliminar es la llamada agua libre, que es la que está unida por puentes de hidrogeno afuera de la célula vegetal, si se tiene como resultado que la firmeza disminuyó aproximadamente a la mitad en la muestra Sun Dried®, entonces durante el deshidratado debió ocurrir que la presión dentro de la célula fue mayor que la que está afuera y esto en aspecto sensorial fue percibido como rugosidad, como se obtuvo en el perfil sensorial (Figura 25).

8.1.5 Perfil Sensorial

Los vectores, representan dependiendo de su posición la correlación con los componentes (F1 y F2), así entre mayor sea la magnitud del vector, más intenso es el atributo en la muestras que se encuentre más cerca.

En la Figura 21, se observa el grafico PCA de Aspecto en jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*), con un 82.31% de variabilidad total de las muestras, el factor F1 explica el 49.56 % de la variación total y el factor F2 explica el 32.75% restante. Las muestras del 17, 23 de febrero y del 4 y 9 de marzo fueron caracterizadas por los atributos color rojo, pulposo y las de marzo particularmente por ser húmedas; en cambio la muestra del 5 de octubre fue más brillante.

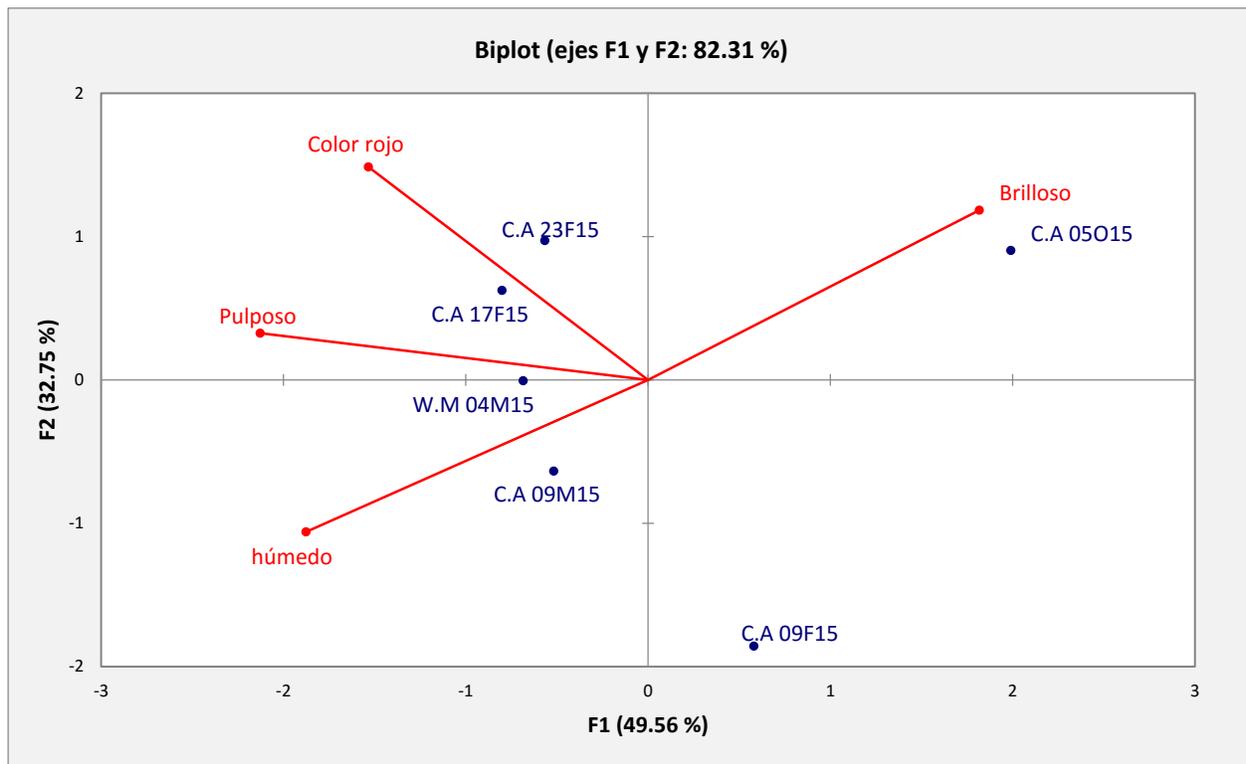


Figura 21. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

C.A 09F15=Central de Abastos 09 de febrero de 2015; C.A 17F15=Central de Abastos 17 de febrero de 2015; C.A 23F15=Central de Abastos 23 de febrero de 2015; W.A 04M15= Wait Mart 04 de marzo de 2015; C.A 09M15=Central de Abastos 09 de marzo de 2015; C.A 05O15=Central de Abastos 05 de octubre de 2015.

En la Figura 22, se observa el biplot PCA de Textura en jitomate bola fresco (*Lycopersicon esculentum*), explica con un 82.91% la variabilidad total de las muestras, el factor F1, explica un 68.93 % del total de la variabilidad, donde las muestras de los meses de febrero y marzo se correlacionaron con los atributos jugoso, crujiente, masticable, y firme; mientras que la muestra del mes de octubre se caracterizó por ser arenosa, adhesiva y lisa. Con un 13.98 % de variación el factor F2, relaciona las muestra del 23 de febrero y las del 4 y 9 de marzo como firmes y arenosas; por otra parte las muestras del 9 y 17 de febrero y la del 5 de octubre, presentaron atributos como jugoso, crujiente, masticable, adhesivo y liso.

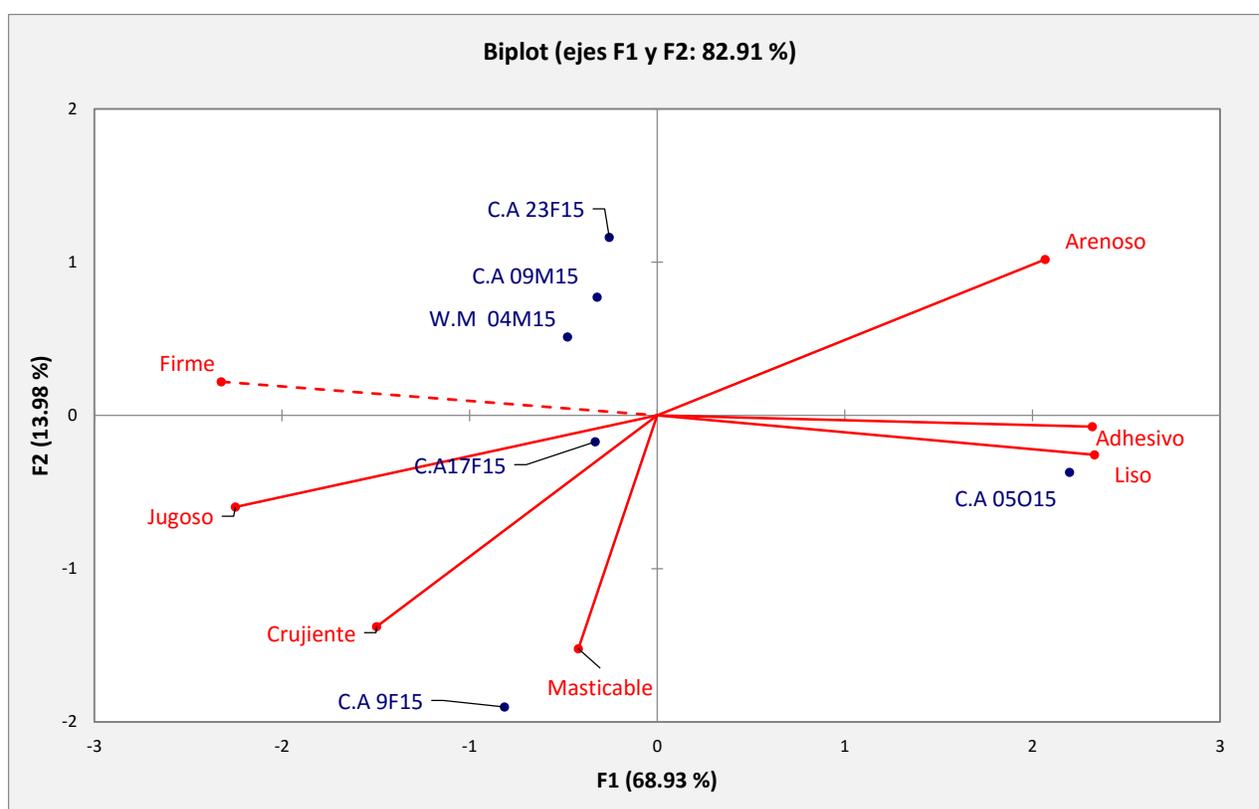


Figura 22. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de jitomate bola fresco (*Lycopersicon esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

---- TM=Textura en mano, -TB=Textura en boca

C.A 09F15=Central de Abastos 09 de febrero de 2015; C.A 17F15=Central de Abastos 17 de febrero de 2015; C.A 23F15=Central de Abastos 23 de febrero de 2015; W.A 04M15= Walt Mart 04 de marzo de 2015; C.A 09M15=Central de Abastos 09 de marzo de 2015; C.A 05O15=Central de Abastos 05 de octubre de 2015.

En la Figura 23, el biplot PCA de Olor en jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*), muestra un 90.46 % de variación total de las muestras, el factor F1 con un 75.93 % explica el mayor porcentaje de la variación total, mientras que el factor F2 explica el 14.53 % restante. Correlacionados al factor F1, las muestras de la primera mitad del año, de febrero y marzo fueron mejor descritas por nota fresca y característica de jitomate; mientras que la muestra de octubre se caracterizó por ser dulce y ácida.

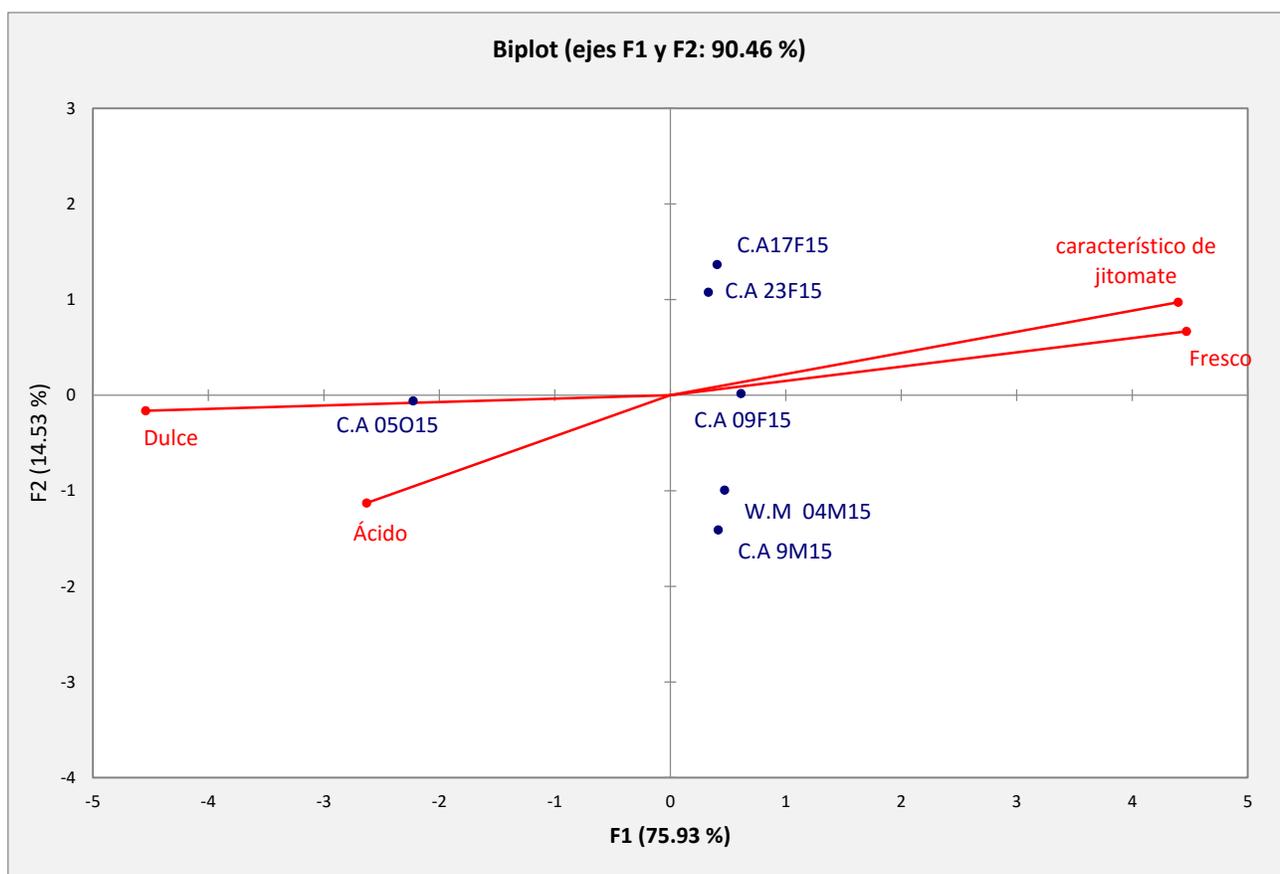


Figura 23. Gráfico de componentes principales de OLOR de jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

C.A 09F15=Central de Abastos 09 de febrero de 2015; C.A 17F15=Central de Abastos 17 de febrero de 2015; C.A 23F15=Central de Abastos 23 de febrero de 2015; W.A 04M15= Walt Mart 04 de marzo de 2015; C.A 09M15=Central de Abastos 09 de marzo de 2015; C.A 05O15=Central de Abastos 05 de octubre de 2015.

En la Figura 24, se observa el biplot PCA de Sabor en jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*), con una variabilidad total de 86.94%, donde el F1 explica el 78.03 % de la variación total, relacionando las muestras de los meses de febrero y marzo con los atributos fresco, vegetal y ácido; mientras que la muestra del mes de octubre se encuentra en el lado positivo del eje relacionada con los atributos dulce y resabio salado.

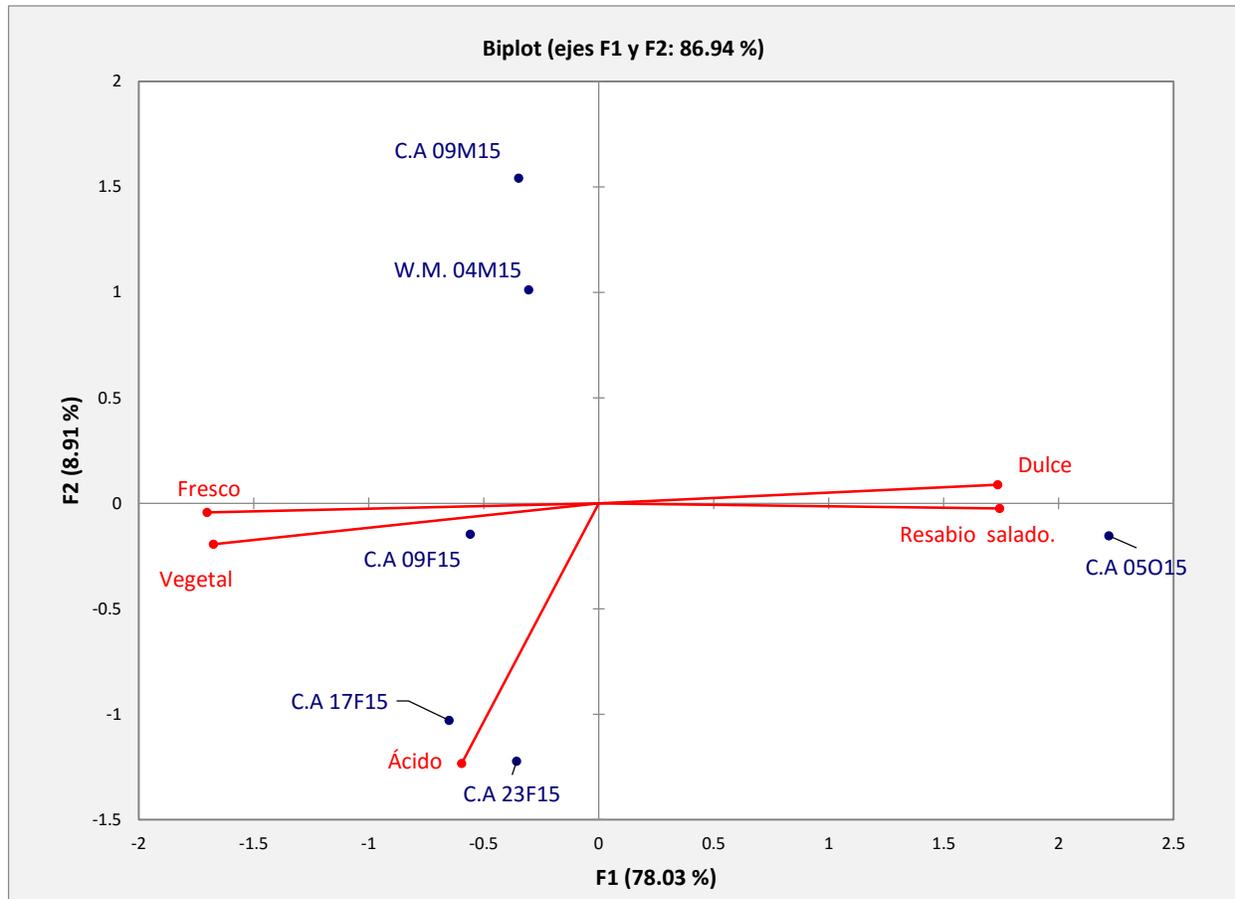


Figura 24. Gráfico de componentes principales de SABOR de jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

C.A 09F15=Central de Abastos 09 de febrero de 2015; C.A 17F15=Central de Abastos 17 de febrero de 2015; C.A 23F15=Central de Abastos 23 de febrero de 2015; W.A 04M15= Walt Mart 04 de marzo de 2015; C.A 09M15=Central de Abastos 09 de marzo de 2015; C.A 05O15=Central de Abastos 05 de octubre de 2015.

En la Figura 25, se muestra el gráfico de PCA de Aspecto en jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*), con un 78.99 % de variabilidad total, el factor F1 explica el mayor porcentaje de variabilidad con un 63.12%, de esta manera las muestras iiDEA® y Tostifrutas® se ubican en el lado positivo del gráfico con el atributo liso que mejor las caracterizó; mientras que las muestras comerciales, Labizet®, Sun Dried®, Lauvid®, Hefzi bá ®y Bel Ara fueron caracterizadas por los atributos rugoso, venitas, brillo, color y contenido de semilla. El factor F2 explica el porcentaje restante de variabilidad que es 15.87 %.

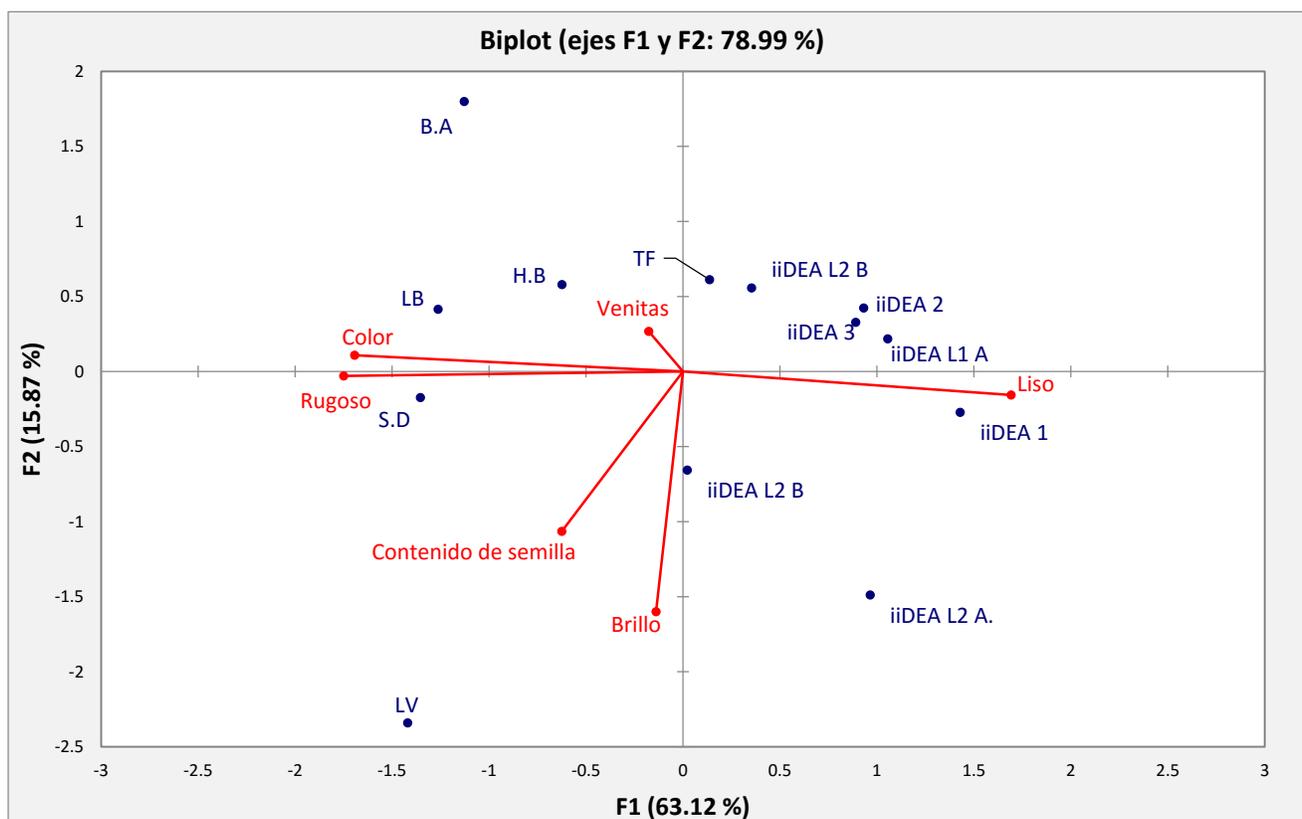


Figura 25. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

LB= Labizet®; B.A= Bel Ara ®; H.B= Hefzi bá ®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; LV= Lauvid ®; iiDEA® 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA® 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA® L1 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L2 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L1 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA® L2 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 26, se observa el biplot PCA de Textura en jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*), con una variabilidad total de 76.82 %, el factor F1 explica el 58.28% del total de la variabilidad, colocando en la gráfica del lado negativo a las muestras de iiDEA® (1,2,3,A1,A2 y B2), Lauvid®, Labizet ® y Sun Dried® caracterizadas con atributos como cohesivo, adhesivo, flexible y masticable; y para las muestras de Tostifrutas®, Bel Ara® y Hefzi bá® fueron más crujientes y secas. En factor F2, explica el 18.54 % de la variabilidad.

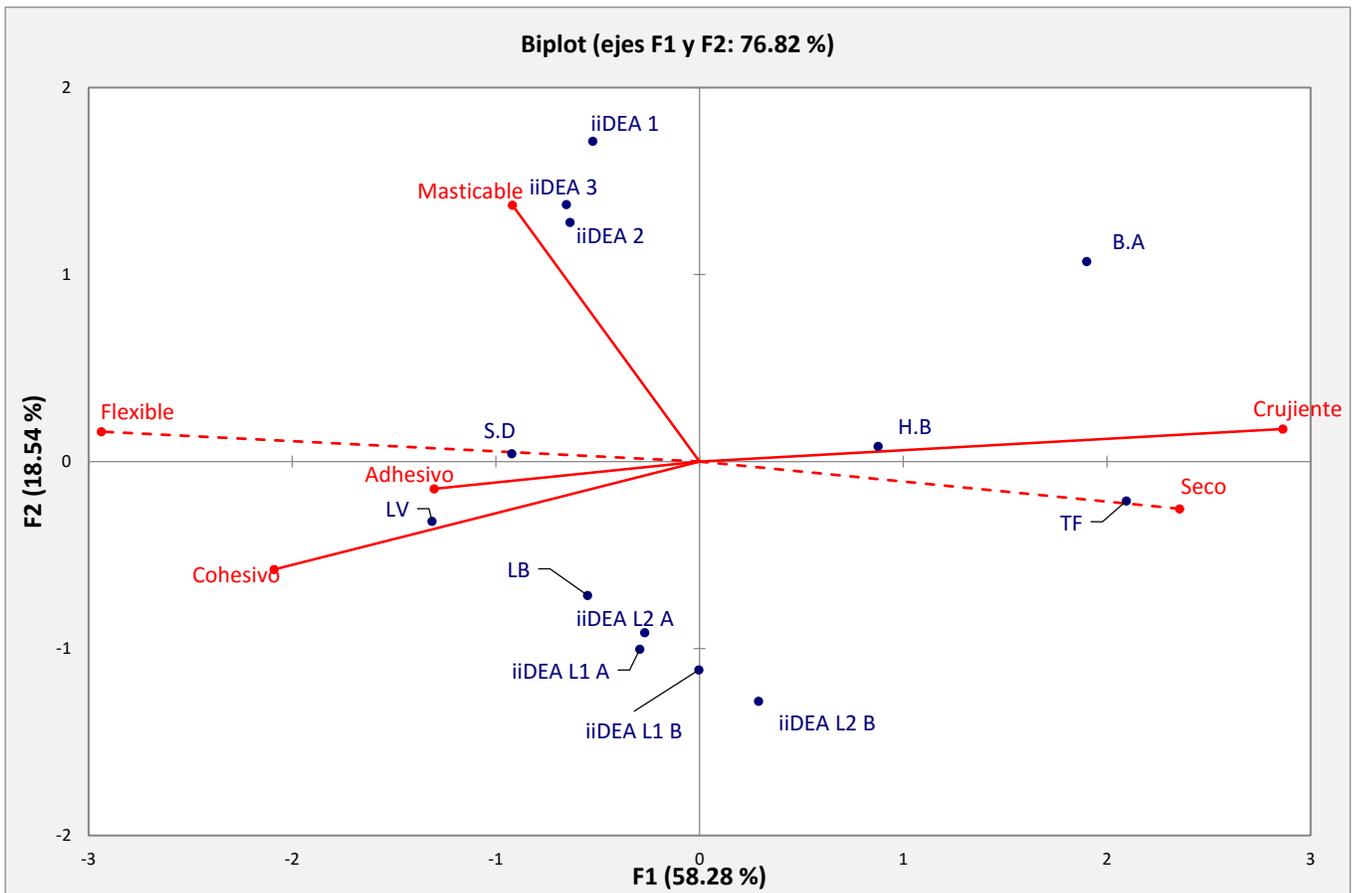


Figura 26. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

---- TM=Textura en mano, —TB=Textura en boca

LB= Labizet®; B.A= Bel Ara ®; H.B= Hefzi bá ®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; LV= Lauvid ®; iiDEA® 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA® 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA® L1 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L2 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L1 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA® L2 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 27, el biplot de PCA de Olor en jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*), explica el 72.72 % de variabilidad total, el factor F1 explica el 48.17% y el factor F2 el 24.55% restante. Respecto al factor F1 que tiene el mayor valor de variación las muestras iiDEA® se caracterizan por ser dulce, fresca y con olor característico a jitomate bola; y las muestras comerciales Tostifrutas®, Lauvid®, Sun Dried®, Labizet®, Bel Ara® y Hefzi bá® fueron caracterizadas por ser ácidas.

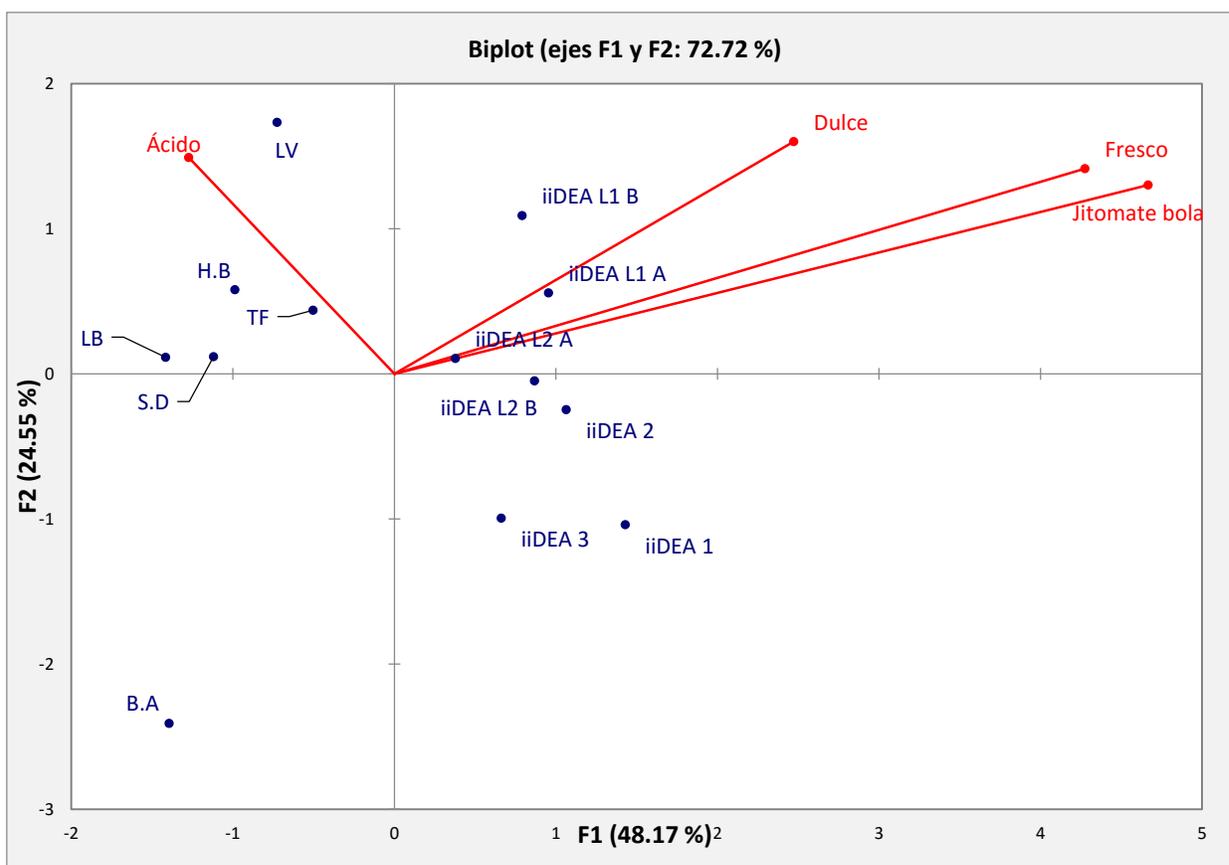


Figura 27. Gráfico de componentes principales de OLOR de jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

LB= Labizet®; B.A= Bel Ara ®; H.B= Hefzi bá ®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; LV= Lauvid ®; iiDEA® 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA® 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA® L1 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L2 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L1 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA® L2 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

En la Figura 28, el biplot de PCA de Sabor en jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*), explica el 64.87 % de variabilidad total, de ese porcentaje el factor F1 explica el 39.59% y se observa que las muestras iiDEA® particularmente fueron más características por presentar atributos como dulce, jitomate bola y nota verde; en cambio las muestras comerciales Sun Dried®, Lauvid®, Hefzi bá®, Lauvid®, Bel Ara® y Tostifrutas® fueron ácidas, saladas y con resabio salado.

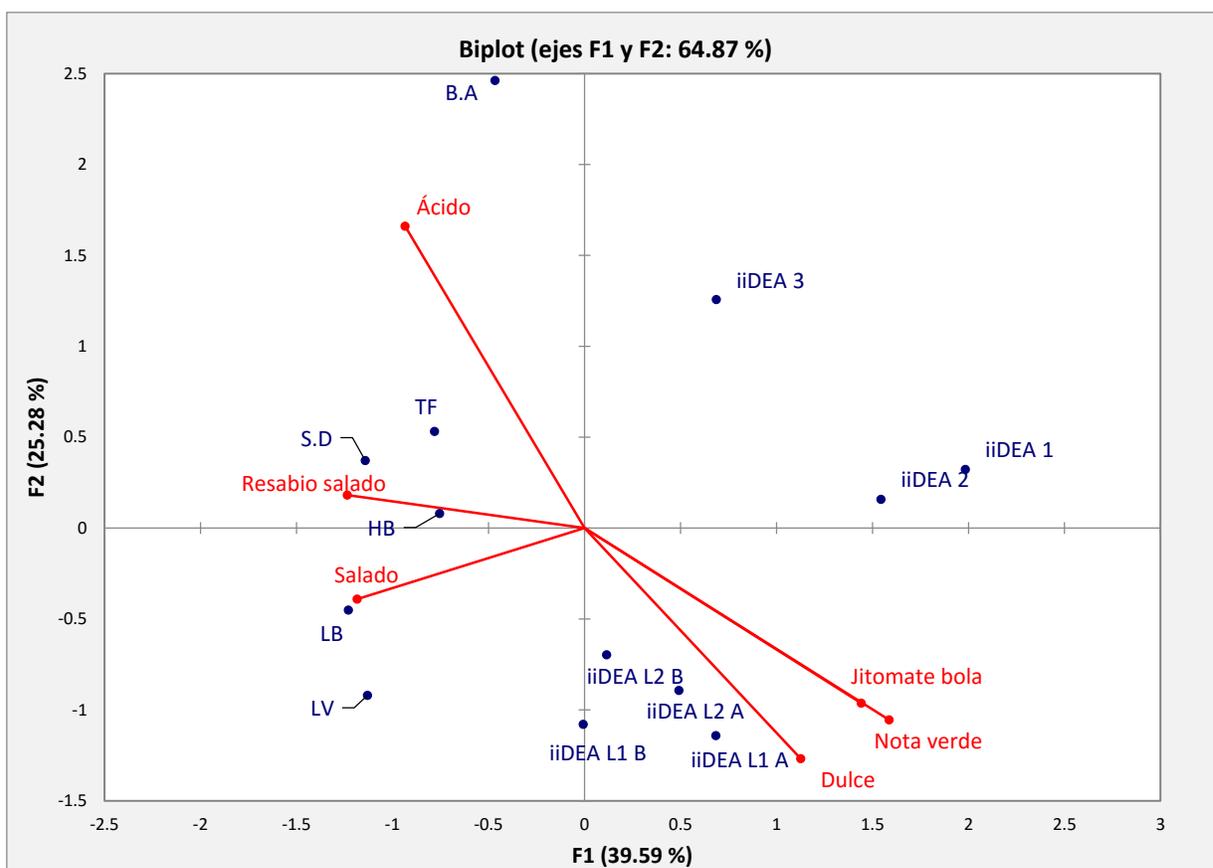


Figura 28. Gráfico de componentes principales de SABOR de jitomate bola deshidratado (*Lycopersicum esculentum*) de la región de Sinaloa, México.

LB= Labizet®; B.A= Bel Ara®; H.B= Hefzi bá®; TF= Tostifrutas®; S.D=Sun Dried®; LV= Lauvid®; iiDEA® 1= Deshidratado con energía geotérmica Lote 1 de mayo de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 8 de mayo de 2015; iiDEA® 3= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 de mayo de 2015; iiDEA® L1 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L2 A= Deshidratado con energía geotérmica Lote 9 Oct 15, entrada de aire del deshidratador; iiDEA® L1 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 7 Oct 15, salida de aire del deshidratador; iiDEA® L2 B= Deshidratado con energía geotérmica Lote 14 Oct 15, salida de aire del deshidratador.

De la evaluación sensorial de jitomate fresco, los resultados muestran que hay atributos muy característicos en función del mes de cosecha, sin embargo, esta es una variable que no se puede controlar y esto resulta un factor muy importante al momento de intentar estandarizar el producto deshidratado.

El sabor juega un papel central en la calidad del jitomate porque determina la aceptación del consumidor, pues si bien la decisión inicial de compra se basa en la apariencia, las adquisiciones posteriores dependerán principalmente de la evaluación del sabor que el comprador realice al consumirlo (Sinesio et al., 2010).

La deficiencia en el sabor del jitomate es, en gran medida, debida al desconocimiento y escaso control del metabolismo de la producción de compuestos volátiles, y al desarrollo de nuevas variedades más resistentes o firmes, pero con una reducida producción de compuestos del sabor (Baldwin et al., 2000), tal es el caso de las muestras del mes de febrero que son firmes, pero con menor sabor y olor característico de jitomate.

Es entonces necesario un mayor entendimiento de la biosíntesis de los componentes del sabor del jitomate, para lograr un mejor control de los atributos de calidad sensorial.

El sabor del jitomate está definido por los carbohidratos (fructosa y glucosa), aminoácidos libres (glutamato) y ácidos orgánicos (ácido cítrico), pero en mayor medida por la amplia variedad de compuestos volátiles que proporcionan su aroma (Maneerat et al., 2002; Anza et al., 2006; Narain et al., 2010; Sorrequieta et al., 2010).

Los ácidos orgánicos y azúcares se perciben mediante el sentido del gusto, donde son disueltos en la saliva e interactúan con los receptores del gusto (microvellosidades) al causar cambios eléctricos en las células y enviar señales al cerebro donde se transformarán para desencadenar una sensación de sabor (Beullens et al., 2008).

En la evaluación sensorial realizada para jitomate fresco la percepción del aroma del fruto depende de la composición y concentración de los compuestos volátiles que estimulan a las neuronas olfativas ubicadas en el epitelio olfatorio en el techo de la cavidad nasal.

Los pasos involucrados en la percepción del aroma son: masticación del fruto, liberación del aroma, percepción del mismo por los receptores olfatorios, y envío de la información al cerebro donde el bulbo olfativo procesa todas las señales del epitelio olfatorio y crea una sensación de aroma (Taylor et al., 2006). Las sustancias no volátiles como azúcares, sales y ácidos orgánicos sólo estimulan el sentido del gusto, mientras que las sustancias volátiles lo hacen tanto en el gusto como en el olfato.

Es importante mencionar que en otros estudios los compuestos percibidos por el consumidor difieren de los compuestos encontrados en el fruto intacto, ya que durante la masticación se rompen los tejidos y quedan expuestos sustratos y enzimas que conducen a una rápida generación de compuestos volátiles en la boca, a liberación de los volátiles en la boca dependerá de la composición del jitomate, la temperatura y el pH bucal, el flujo de saliva, la velocidad de masticación, la respiración y la deglución del jitomate (Piggott y Schaschke, 2001).

Según Yilmaz (2001), durante el daño celular provocado por maceración o cortado del jitomate, se producen cambios significativos en el sabor del fruto, ocasionados por la aparición o incremento en la concentración de volátiles como cis-3-hexanal, trans-2-hexenal, hexanal, trans-2-heptenal, 1-penten-3-ona, 1-penten-3-ol, geranilacetona y trans-2-pentanal.

La literatura reporta más de 400 compuestos volátiles en el fruto de jitomate, de los cuales sólo 30 presentan concentraciones por encima de una parte por billón (ppb); de éstos, sólo unos cuantos compuestos contribuyen mayormente a la percepción del aroma (Baldwin et al., 2000; Buttery y Ling, 1993).

Los más importantes compuestos volátiles responsables del sabor del jitomate incluyen: aldehídos insaturados de cadena corta, alcoholes (C3-C6), cetonas y ésteres (Tikunov et al., 2005). Su biogénesis ocurre durante el desarrollo de la madurez y se incrementa en el pico climatérico. Los aromas típicos del jitomate durante su maduración en campo son atribuidos en 58 % a ésteres y alcoholes de cadena larga, 32 % a cetonas y aldehídos y 10 % a alcoholes de cadena corta (Eskin, 1979).

Los compuestos derivados de carotenoides se caracterizan por aportar un aroma frutal o floral; se pueden detectar aun cuando se encuentren en concentraciones bajas porque su umbral de olor es muy bajo, por lo que se consideran volátiles de impacto en la percepción del sabor dulce del jitomate (Baldwin et al., 2008).

Una reducción en la concentración de volátiles derivados de carotenoides, principalmente cíclicos, afecta negativamente el sabor del jitomate (Vogel et al., 2010).

El metabolismo de los aminoácidos genera compuestos alifáticos, alcoholes ramificados, aldehídos, cetonas, ácidos y ésteres. Estos compuestos contribuyen al aroma principal de diferentes frutos, y en algunos casos lo determinan (Pérez y Sanz, 2008).

Los atributos en la muestra deshidratada de jitomate, fueron muy semejantes a los descritos en la muestra fresca, tal es el caso de intensidad en olor y sabor característico a jitomate bola (*Lycopersicon esculentum*), la muestra deshidratada también mantuvo las notas a frescura, y el sabor dulce que normalmente se pierden en el secado (Figuras 27 y 28), debido a las temperaturas de trabajo, y por la sensibilidad de los compuestos como carotenoides y ácidos grasos.

En los gráficos Biplot (Figuras 25-28) de jitomate deshidratado se comparan varias muestras iiDEA®, el motivo es conocer si la posición de las muestras en el prototipo de deshidratado afecta las características organolépticas, la muestra iiDEA® lado A, fueron las que se colocaron en la parte de la entrada de corriente de aire caliente, y las muestras de iiDEA® lado B, son las que se encontraban en la parte de salida del aire del deshidratador, por consiguiente las muestras iiDEA® (1, 2 y 3) son muestras deshidratadas de ambos lados (A y B).

En general para aspecto, textura, olor y sabor, las muestras iiDEA® se encontraron muy cercanas una de otra, casi siempre todas agrupadas de algún lado con respecto al Factor 1, entre los atributos que resulta interesante que mantienen con mayor intensidad comparados con las muestras comerciales se encuentran, olor y sabor característico de jitomate, su textura lisa, sabor dulce, con notas a fresco o recién cortado, otra característica que resulta interesante es que el concepto de deshidratado, es por lo regular sinónimo de un producto con textura crujiente, o seco como se observa en la figura 25, pero las muestras iiDEA®, son flexibles ; si se relaciona con el secado, es comparable a los resultados de un secado solar como la muestra Sun Dried ®.

8.1.5.1 Resumen Perfil sensorial

Tabla 10. Resumen de perfil sensorial de jitomate

Jitomate fresco		Jitomate deshidratado	
Atributo Característico	Muestra	Atributo Característico	Muestra
APARIENCIA			
Color	C.A 23F15, C.A17F15,	Color	LB, H.B
Brillo	C.A05O15	Brillo	LV, iiDEA L2B
Pulposo	C.A17F15,W.M 04M15	Liso	iiDEA 1, iiDEA L1A, iiDEA 3, iiDEA 2
Húmedo	C.A 09M15	Venitas	TF,H.B,LB,B.A
		Rugoso	S.D
		Contenido de semilla	LV
TEXTURA			
Crujiente	C.A 09F15	Crujiente	TF,B.A
Masticable	C.A 09F15	Masticable	iiDEA1, iiDEA2, iiDEA3
Adhesivo	C.A 05O15	Adhesivo	S.D,LV
Firme	C.A 23F15,C.A 09M15,W.M 04M15	Flexible	S.D
Jugoso	C.A 17F15	Seco	TF, iiDEA L2B
Liso	C.A 05O15	cohesivo	LV,LB
Arenoso	C.A 05O15		

Tabla 10 *continuación*. Resumen de perfil sensorial de jitomate

OLOR			
Dulce	C.A 05O15	Dulce	iiDEA L1 A, iiDEA L1B
Ácido	C.A 05O15	Ácido	LV,H.B,TF,LB,S.D
Característico de jitomate	C.A17F15,C.A23 F15	Característico de jitomate	iiDEA L2A,iiDEA L2B,iiDEA 1, iiDEA 2, iiDEA 3
Fresco	C.A 09F15,W.M 04M15, C.A 09M15	Fresco	iiDEA L1 A,iiDEA L2 A
SABOR			
Ácido	C.A 23F15, C.A17F15	Ácido	B.A,TF
Dulce	C.A 05O15	Dulce	iiDEA L1 A, iiDEA L1B, iiDEA L2 A, iiDEA L2 B
Resabio salado	C.A 05O15	Resabio salado	TF,S.D,HB
Fresco	C.A 09M15,W.M 04M15	Salado	HB,LB,LV
Vegetal	C.A 09F15	Nota verde	iiDEA L1 A, iiDEA L1B, iiDEA L2 A, iiDEA L2 B, iiDEA 2
		Jitomate bola	iiDEA1, iiDEA2, iiDEA3

8.1.6 Prueba afectiva

Los consumidores que realizaron la prueba de aceptación, preferencia y nivel de agrado fueron en total 102, con edades de entre los 19 a 53 años, con un 51% de población femenina y 49% masculina.

Un 83% de la población analizada, respondieron que consumen con mayor frecuencia fruta fresca, el 4 % fruta deshidratada y solo un 13% consume ambas.

De las personas que admitieron consumir fruta deshidratada, un 39 % consume el producto una vez cada 6 meses, un 29 % es consumidora de una vez al mes y 28 % de una vez a la semana.

A continuación se presenta la Figura 29, donde se muestra qué frutas deshidratadas son las que consume con mayor frecuencia la población.

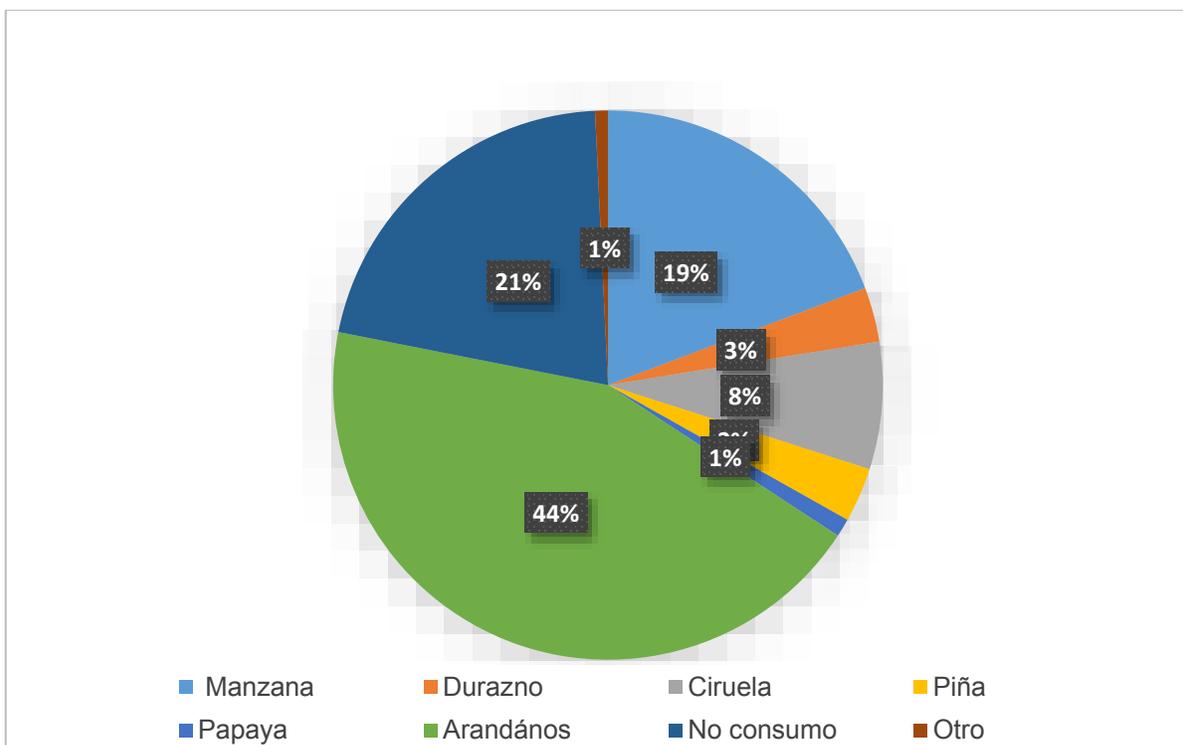


Figura 29. Gráfico de frutas deshidratadas consumidas con mayor frecuencia, por la población que realizó la prueba afectiva de jitomate deshidratado.

De la población total que realizó la prueba afectiva, solo el 88 % había consumido antes jitomate deshidratado, el resto lo probó por vez primera.

La manera en que habían consumido antes el jitomate deshidratado fue como snack y en ensaladas.

Un 37% contestaron que la muestra que más les gusto de las 4 que se presentaron fue la deshidratada por iiDEA®, y la muestra que les desagradó más de las 4, fue la de Labizet®.

Un 70 % si recomendaría el jitomate deshidratado por iiDEA®, a otra persona, pero la mayoría modificaría el sabor y la textura.

A los consumidores se les mostro un ejemplo de producto final, teniendo como referencia las muestras comerciales, se presentó un empaque trasparente de celofán con 50 g de producto, y se les pregunto cuanto estarían dispuestos a pagar, y un 64% respondió que pagarían entre \$20.00-\$28.00 MXN.

La otra presentación que les gustaría a los consumidores para degustar jitomate deshidratado es con chile en polvo, afirmo el 52% de la población.

En la tabla 11, se muestran los resultados del ANOVA (análisis de varianza), para los atributos de aspecto, olor, sabor y textura; también se incluye gusto general.

En general la muestra que gusto más a los consumidores fue la de iiDEA®, calificada con un “me gusta poco”.

Tabla 11. Resultados de prueba de nivel de agrado de Jitomate deshidratado.

Muestras	ASPECTO	OLOR	SABOR	TEXTURA	GUSTO GENERAL
Labizet ®	4.50±1.81 b	5.30±1.70 ab	5.30±1.70 ab	4.33±1.93 a	4.87±1.86 a
Sun Dried®	3.92±1.97 a	4.97±1.91 a	4.97±1.91 a	5.00±1.95 b	5.18±1.90 ab
iiDEA®	5.80±1.85 c	5.60±1.30 bc	5.60±1.30 b	5.56±1.75 c	5.83±1.66 c
Tostifrutas®	4.94±1.87 b	5.90±1.62 c	5.90±1.62 c	5.78±2.04 c	5.30±1.81 b

El valor indica media± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa p>0.05

Muestras deshidratadas comerciales= Labizet ®, Sun Dried ®, Tostifrutas®; iiDEA®= Deshidratado con energía geotérmica.



A continuación se presentan los biplot de los Internal Preference Mapping; resultados de la prueba de nivel de agrado en jitomate deshidratado. En las gráficas se aprecian vectores de color rojo que representan la preferencia en intensidad de cada uno de los sujetos de prueba, en el espacio es bidimensional.

En la Figura 30 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de Aspecto de jitomate deshidratado, en el biplot se observa que el componente F1 explica el 54.60 % de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 25.48 %, ambos explican un total de 80.08 %. Los vectores en color rojo representan la intensidad en agrado de cada consumidor, por las muestra. En este caso a la mayor parte de los consumidores les gustó la muestra de iiDEA®, seguida por la muestra Tostifrutas® y entre las que menos gustó se encuentran en el cuadrante superior izquierdo Labizet® y Sun Dried®. Estos resultados se correlacionan con los obtenidos del ANOVA (Tabla 11), en la que se observó que la muestra de iiDEA® es diferente estadísticamente con un valor en la escala hedónica de “me gusta poco”.

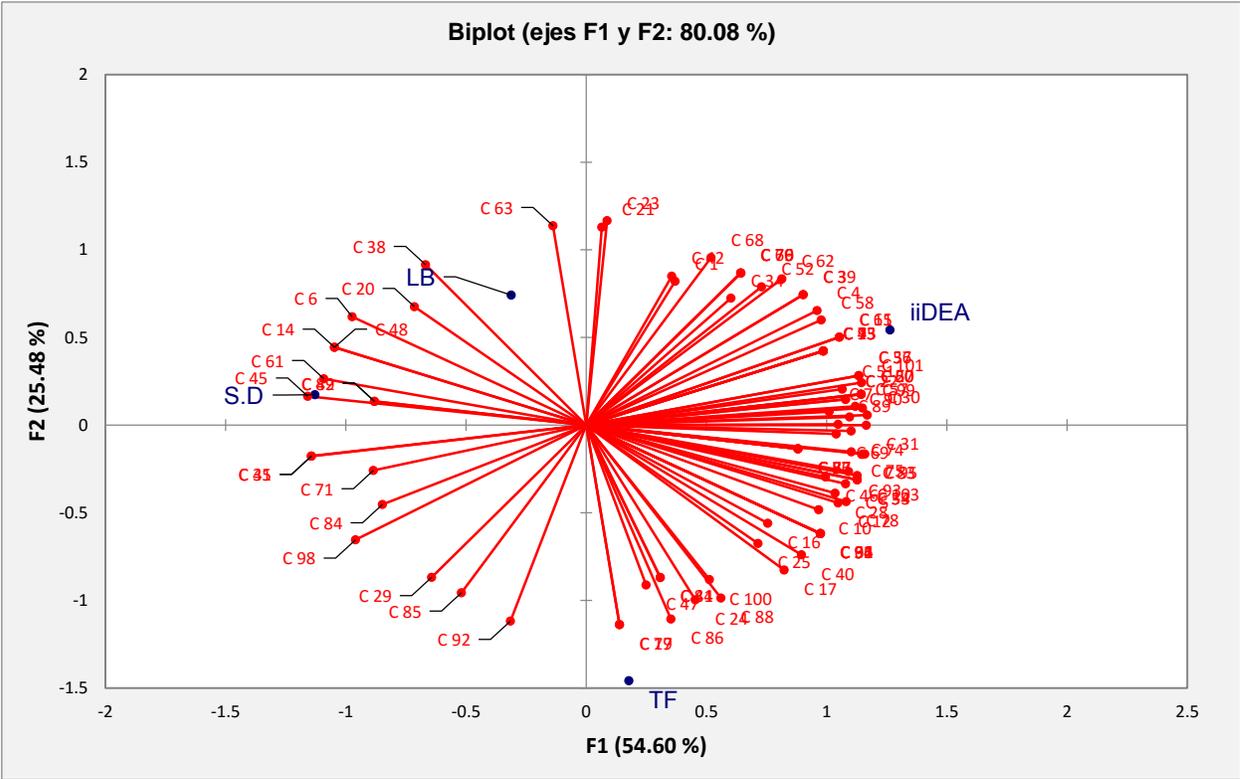


Figura 30. Internal Preference Mapping de ASPECTO de Jitomate deshidratado.

LB= Comercial Labizet®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; iiDEA = Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 31 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de olor de jitomate deshidratado, en el biplot se observa que el componente F1 explica 43.55% de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 30.88 %, ambos explican un total de 74.43%. Los vectores en color rojo, representan la intensidad en agrado de cada consumidor, por las muestras. En este caso a la mayor parte de los consumidores les gusta más la muestra Tostifrutas, seguida por la muestra iiDEA® y entre las que menos gustaron se encuentran en el cuadrante superior e inferior izquierdo; Sun Dried y Labized respectivamente. En la tabla 11, el promedio para la muestra Tostifrutas es 5.90, que corresponde a “Me gusta Poco”.

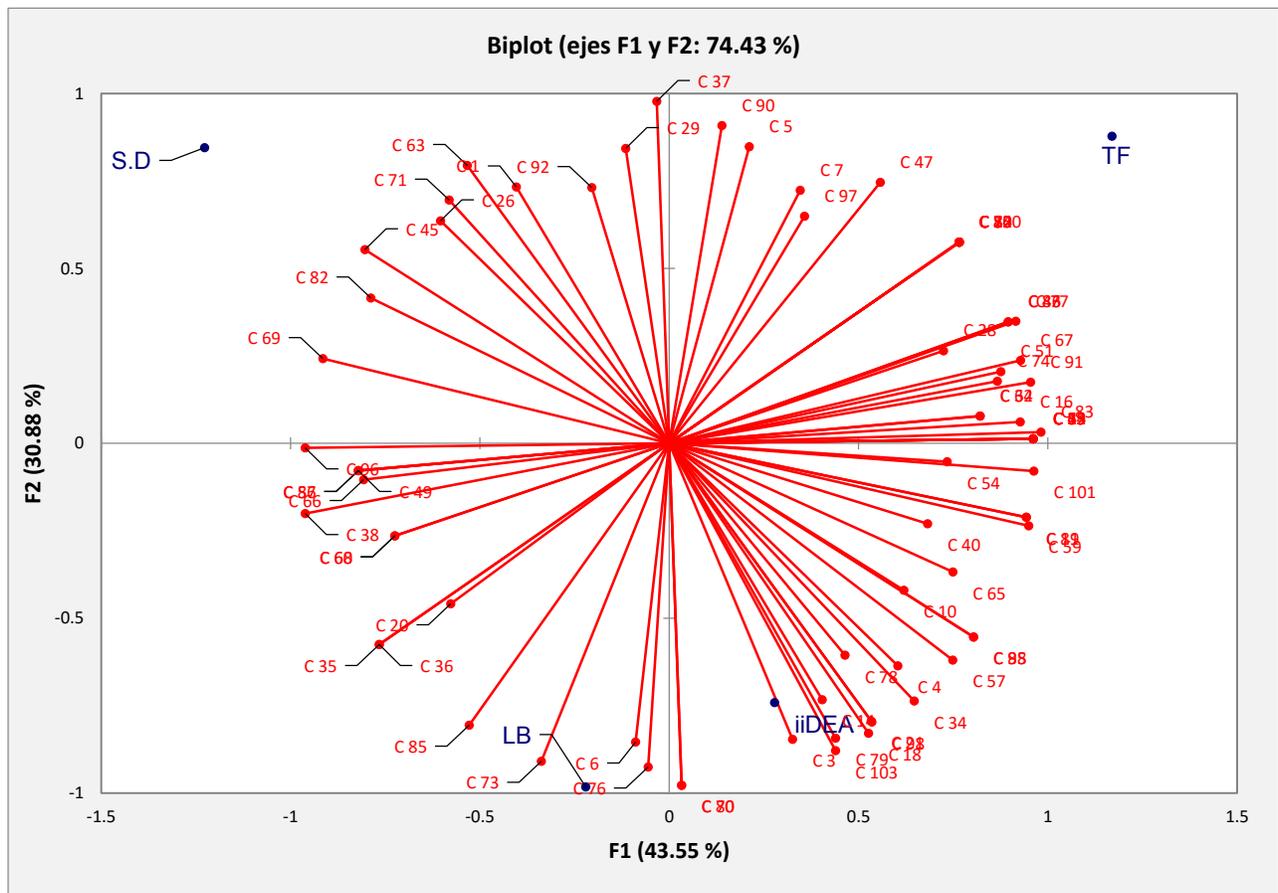


Figura 31. Internal Preference Mapping de OLOR de Jitomate deshidratado.

LB= Comercial Labizet®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; iiDEA = Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 32 se observa el biplot del Internal Preference Mapping de Sabor de jitomate deshidratado, donde el componente F1 explica 37.36 % de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 33.38 %, ambos explican un total del 70.76 %. En este caso a la mayor parte de los consumidores les gustaron, más la muestra de iiDEA® y Tostifrutas® calificándolas como “me gusta poco”, seguida por las muestras Labized® y Sun Driedr respectivamente.

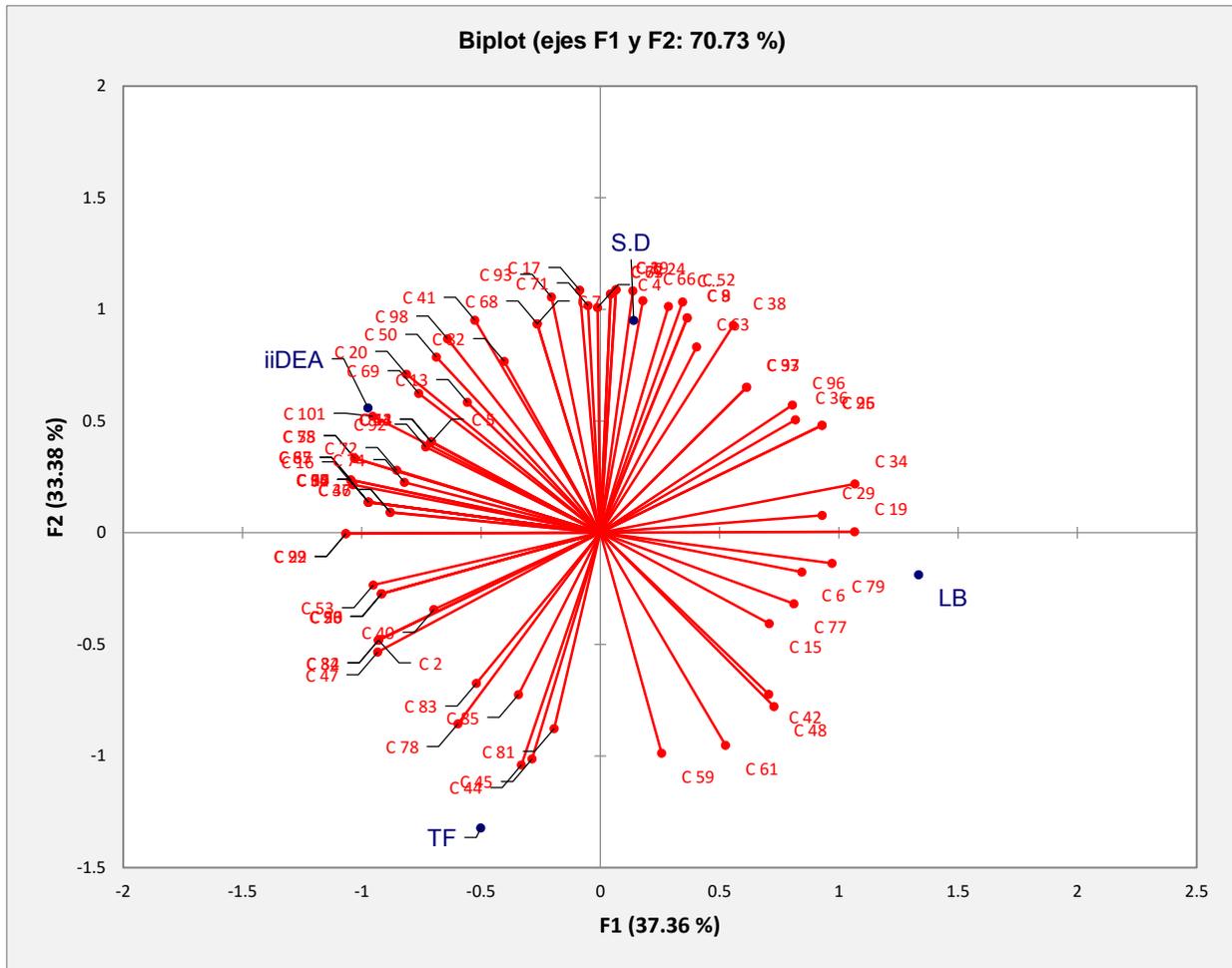


Figura 32. Internal Preference Mapping de SABOR de Jitomate deshidratado.

LB= Comercial Labizet®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; iiDEA = Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 33, se observa el Internal Preference Mapping de Textura de jitomate deshidratado, en el biplot, se aprecia un consenso de vectores en los cuadrantes del lado derecho, donde se ubican las muestras iiDEA® y Tostifrutas®, que fueron calificadas como “me gusta poco”. Si correlacionamos este resultado con el proporcionado por los jueces prefieren más una textura crujiente que una textura flexible y adhesiva.

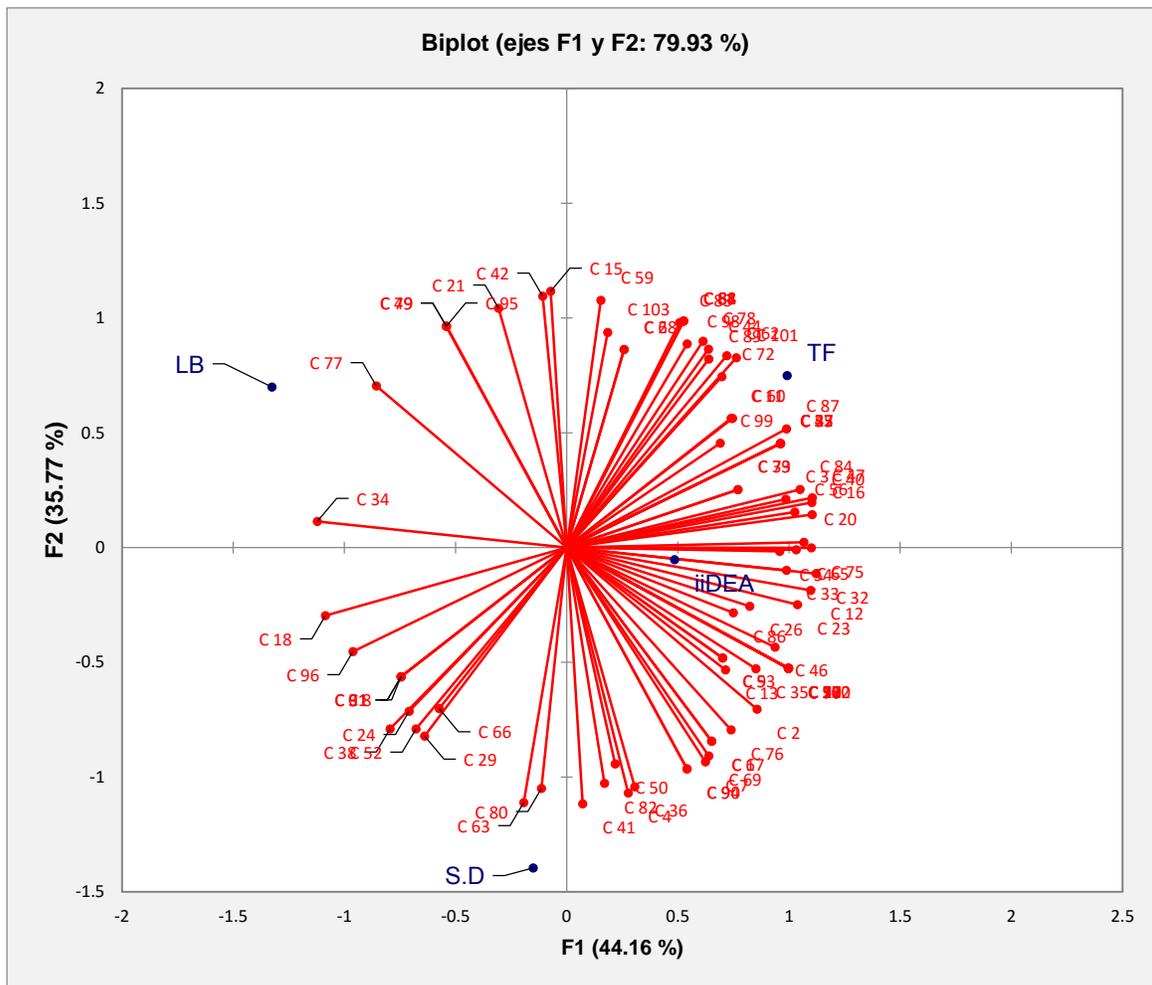


Figura 33. Internal Preference Mapping de TEXTURA de Jitomate deshidratado.

LB= Comercial Labizet®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; iiDEA = Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 34, se observa el biplot del Internal Preference Mapping de jitomate deshidratado, donde las muestras que más gustaron con un “me gusta poco”, están ubicadas en el cuadrante inferior derecho. La Muestra de iiDEA® gusto tanto como la muestra Tostifrutas®, las ventajas que tiene la muestra de iiDEA®, según el perfil sensorial realizado por jueces entrenados, son la presencia de notas semejantes a fruta fresca, y con base en el análisis fisicoquímico el aporte energético.

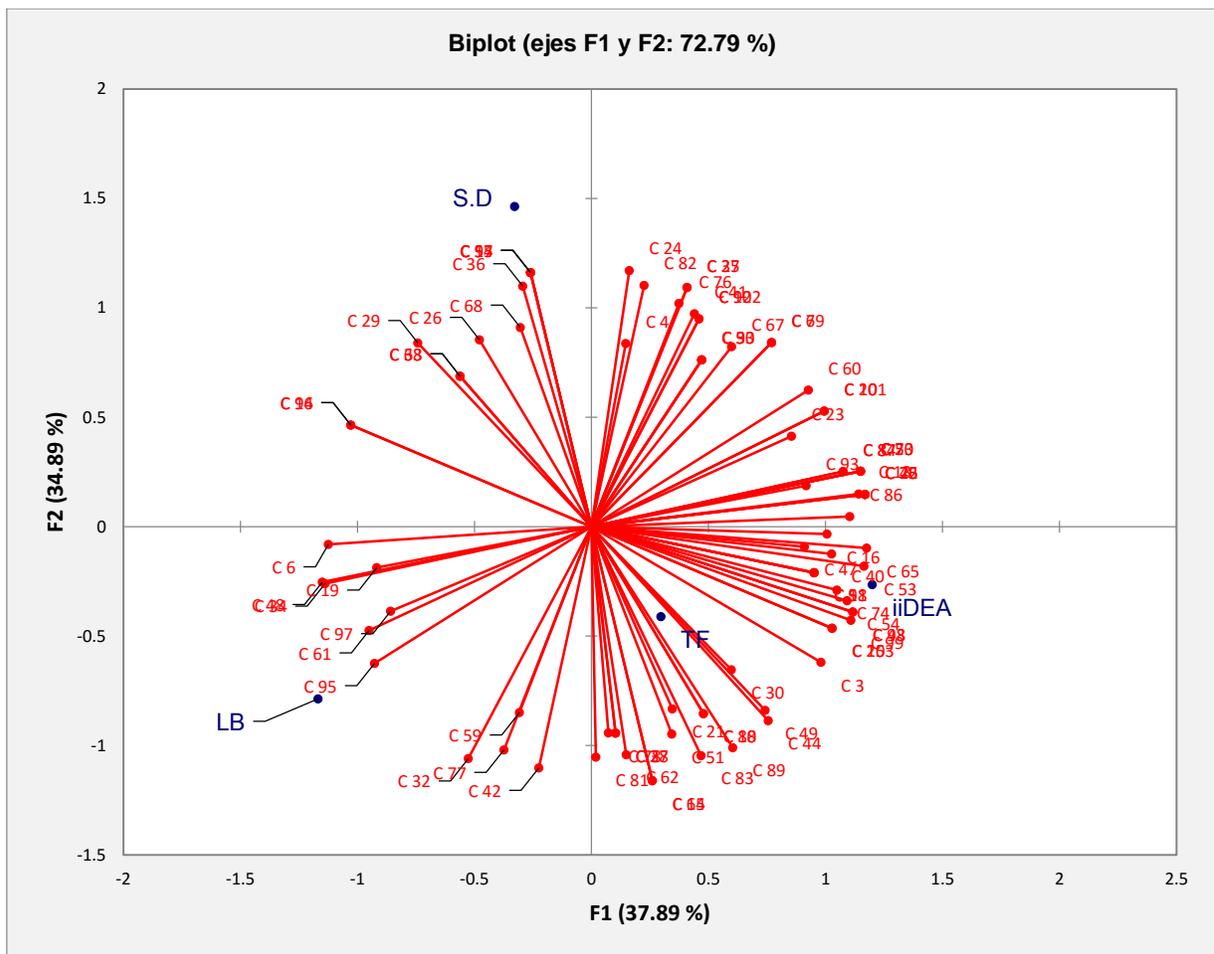


Figura 34. Internal Preference Mapping de GUSTO GENERAL de Jitomate deshidratado.

LB= Comercial Labizet®; TF= Tostifrutas ®; S.D=Sun Dried ®; iiDEA = Deshidratado con energía geotérmica.

8.2 Mango (*Mangifera indica* L)

8.2.1 Microbiológico

En la tabla 12, se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a mango fresco y deshidratado.

Los resultados de los análisis microbiológicos que se presentan en la tabla 12, corresponden a las muestras comerciales de mango deshidratado, que declaran en la etiqueta que no contienen aditivos (conservadores, azúcares o colorantes); todas las muestras cumplen con los parámetros de calidad microbiológica, excepto en hongos en frutas deshidratadas que se establecen en Colombia, Perú, Brazil y Gran Bretaña. (Gilbert et al. 2000; Ministerio de Salud de Perú, 2003; Ministerio da Saude Brasil, 1978).

Las muestras Lauvid® e iiDEA® en recuento de hongos no cumplen con el parámetro establecido en Colombia que dictamina que deben ser <100 UFC/g.

En el deshidratado iiDEA® se siguen los Procedimientos de operación estandarizados (POE), y los resultados cumplen con las normas (cebolla y ajo deshidratado) mexicana y extranjera, demostrando la ausencia de patógenos.

Tabla 12. Resultados de pruebas microbiológicas, para Mango fresco y deshidratado.

Muestra	Mesófilos aerobios UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	<i>Salmonella</i> spp en 25 g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Mohos y Levaduras UFC/g	pH
Mango fresco *	<25. v.e	2.3	0.9	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	4.4
Lauvid®	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	19x10 ²	4.2
Tostifrutas®	45	0.9	0.4	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	5.1
Natura Movil®	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	3.7
iiDEA 1 ®	750	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	280	3.9
iiDEA 3*®	30	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	135	3.9

*Resultados después de realizado el método de lavado propuesto.

v.e.=Valor estimado, sensibilidad del método.

Muestras comerciales deshidratadas= Lauvid®, Tostifrutas®, Natura Movil®

iiDEA®= Deshidratado con energía geotérmica



8.2.2 Color

En la Figura 35 se muestran los resultados promedio del parámetro de luminosidad, de mango fresco, mangos deshidratados comerciales y mango deshidratado iiDEA®; si se considera que el mango fresco evaluado se utilizó como materia prima para deshidratar con energía geotérmica, entonces la muestra iiDEA® 3 es similar a la materia prima; por otro lado las muestras iiDEA® 1 y 2 son estadísticamente diferentes a la materia prima.

Utilizando el valor de mango fresco como referencia de la luminosidad en mango fresco, las muestras deshidratadas comerciales presentan valores inferiores y son estadísticamente distintos para este parámetro.

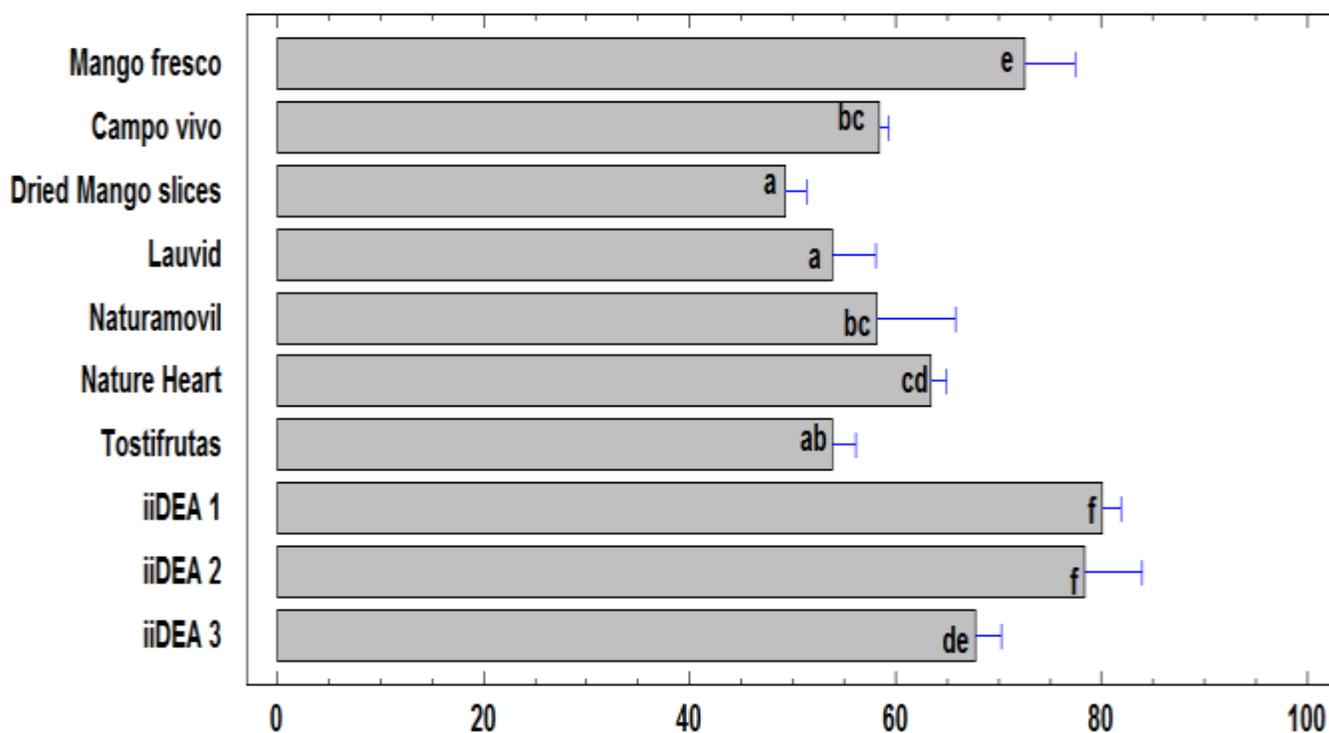


Figura 35. Promedio de parámetro L* de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 36, se pueden observar los resultados de la medición del parámetro a* donde los valores positivos indican presencia de color rojo, los lotes de mango fresco, comparten semejanza con el lote 3 de iiDEA® en cambio, los lotes 1 y 2 presentan diferencia significativa respecto a la materia prima.

De las muestras de mango deshidratado, Dried Mango slices® presenta le máximo valor, y es debido a que contiene colorantes artificiales.

Las muestras comerciales que no presentan diferencia estadísticamente significativa, con referencia de mango fresco son Campo vivio® y Nature heart®.

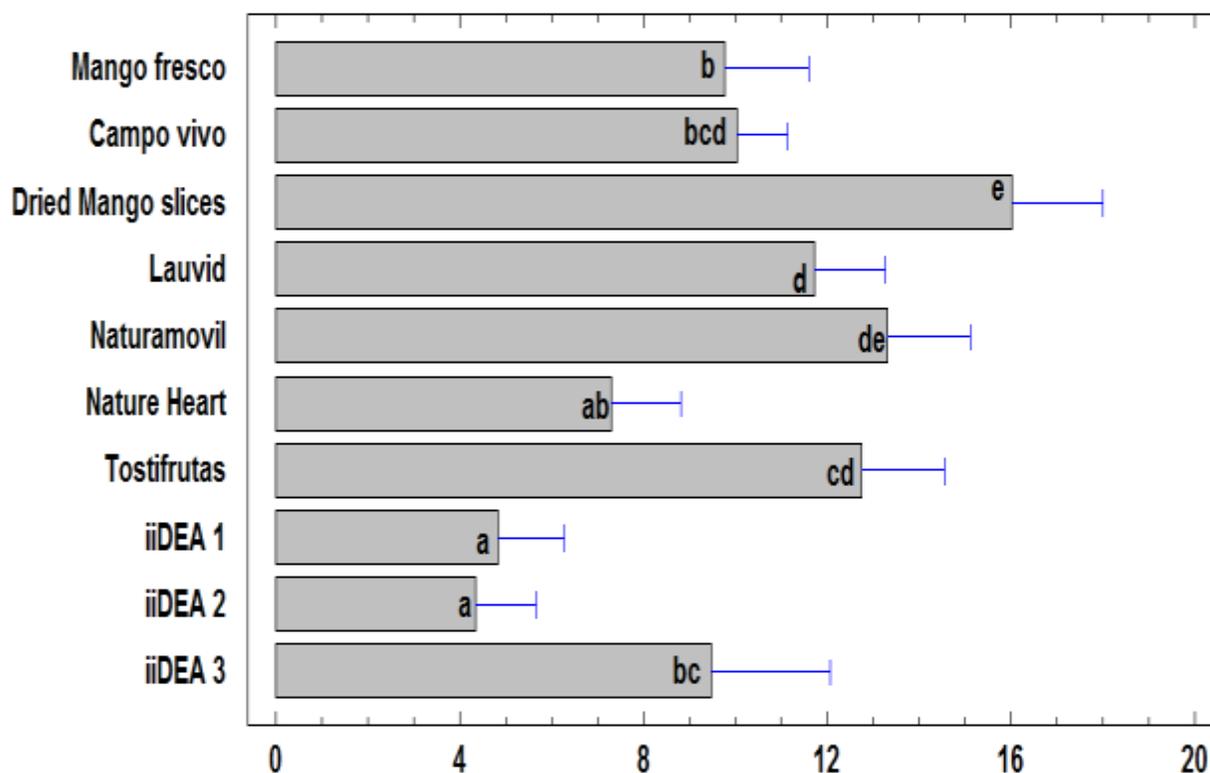


Figura 36. Promedio de parámetro a* de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 37, se observa que el promedio del parámetro b^* , donde los valores positivos indican presencia de color amarillo, el mango fresco presenta el máximo valor, y es estadísticamente semejante a las muestras de iiDEA® 1, 2 Y 3, ya que fueron producto deshidratado a partir del mango fresco.

El mango fresco presenta valores más grandes que cualquier tipo de deshidratado

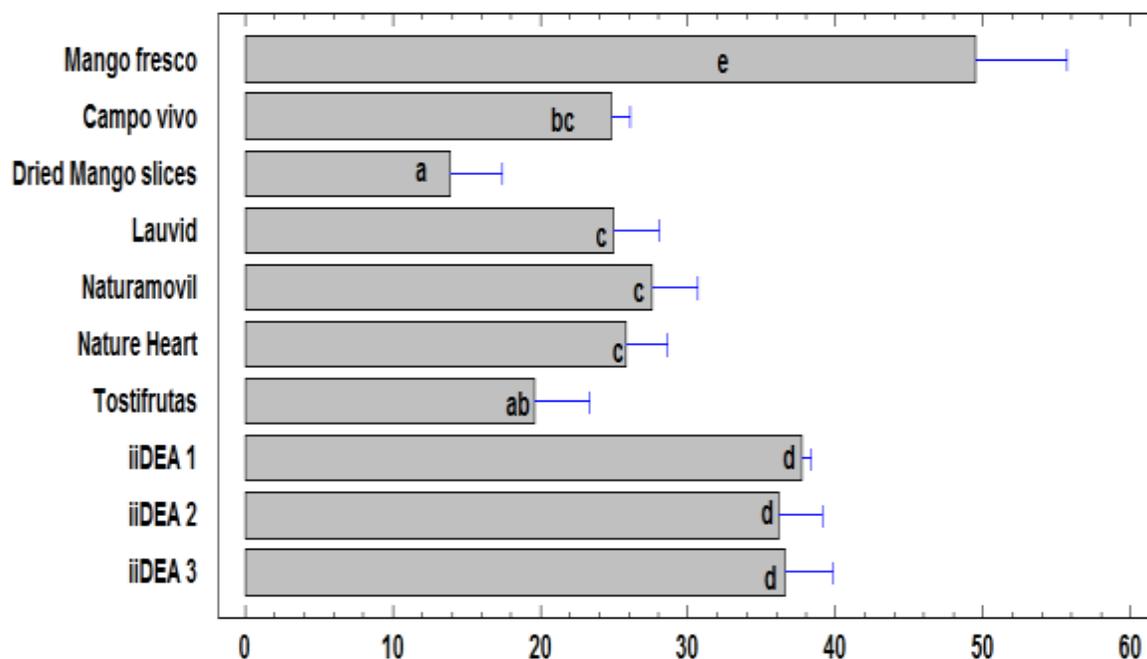


Figura 37. Promedio de parámetro b^* de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 38 se muestran los promedios del parámetro de cromaticidad, donde la muestra de mango fresco es la que presentó la mayor saturación de color y ninguna de las muestras deshidratadas preservó tan alto valor.

Las muestras iiDEA® 1,2 y 3 fueron deshidratadas a partir del mango fresco que se evaluó para el proyecto y después del tratamiento térmico la cromaticidad disminuyó.

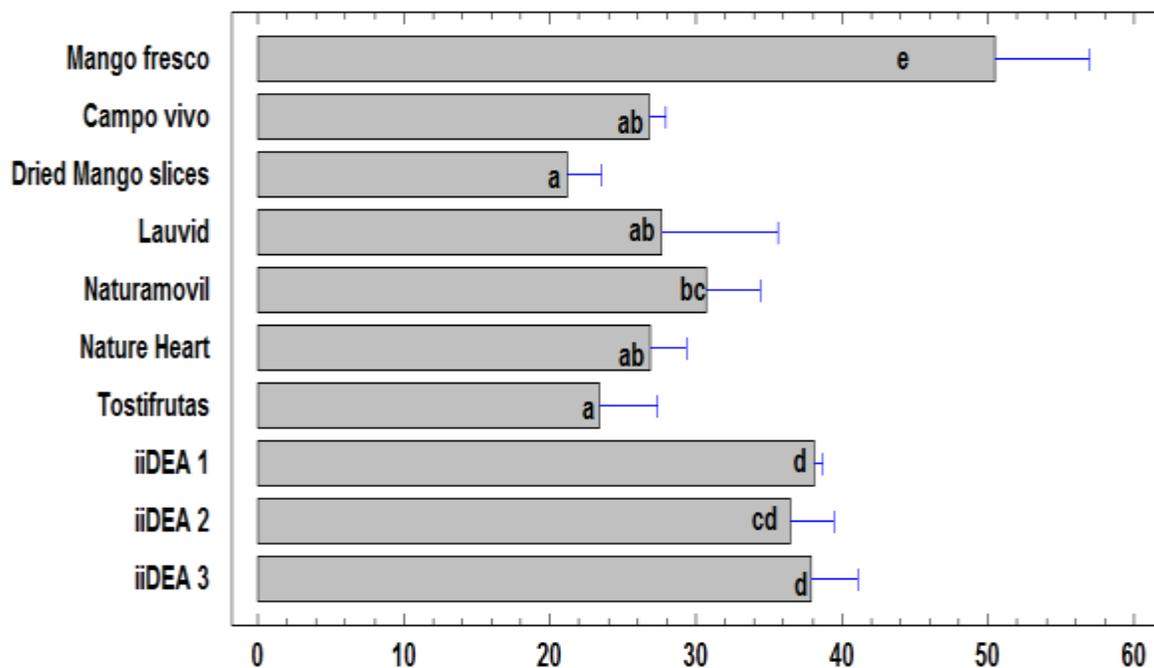


Figura 38. Promedio de parámetro C* de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 39, se observan los promedios de ángulo de matiz, y todas las muestras están dentro del rango de 0°-90° que va de color rojo a amarillo, donde las muestras de mango fresco , Nature Heart® e iiDEA ®1, 2 Y 3 son las más cercanas al color amarillo (más cerca de los 90°), y semejantes entre sí.

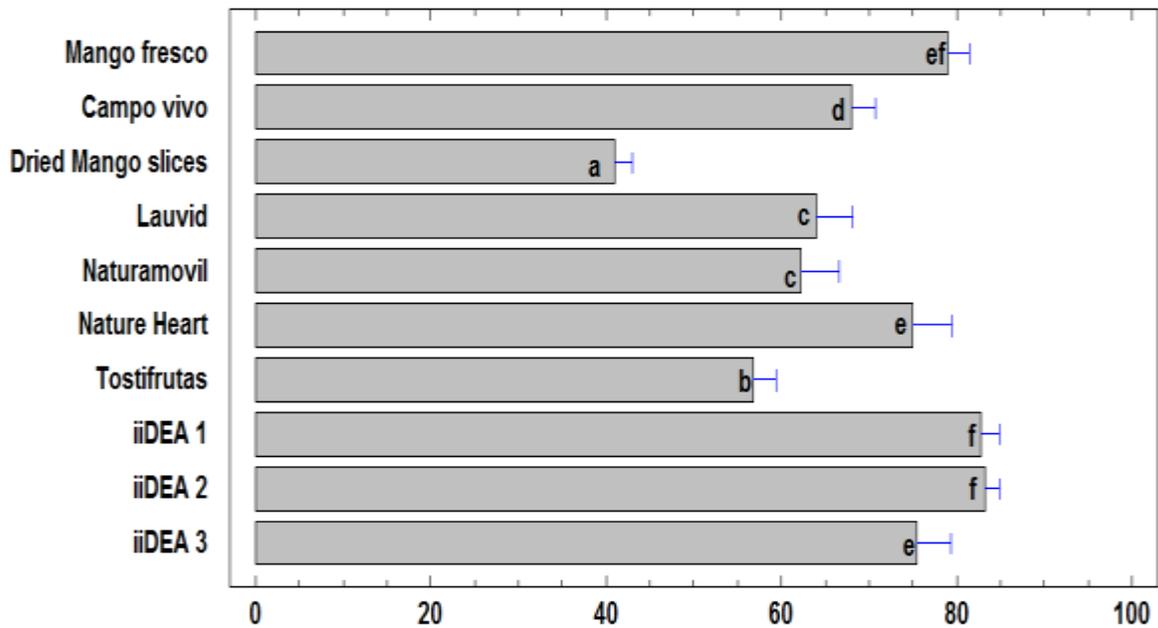


Figura 39. Promedio de parámetro h° de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la figura 40, se muestran los resultados promedio de cambio de color en las muestras deshidratadas, incluyendo los parámetros a*, b* y L* y la referencia fue mango fresco, donde considerando que el mango fresco evaluado fue solo materia prima para el deshidratado iiDEA®, precisamente fueron esas muestras las que presentaron un menor cambio de calor respecto la materia prima utilizada.

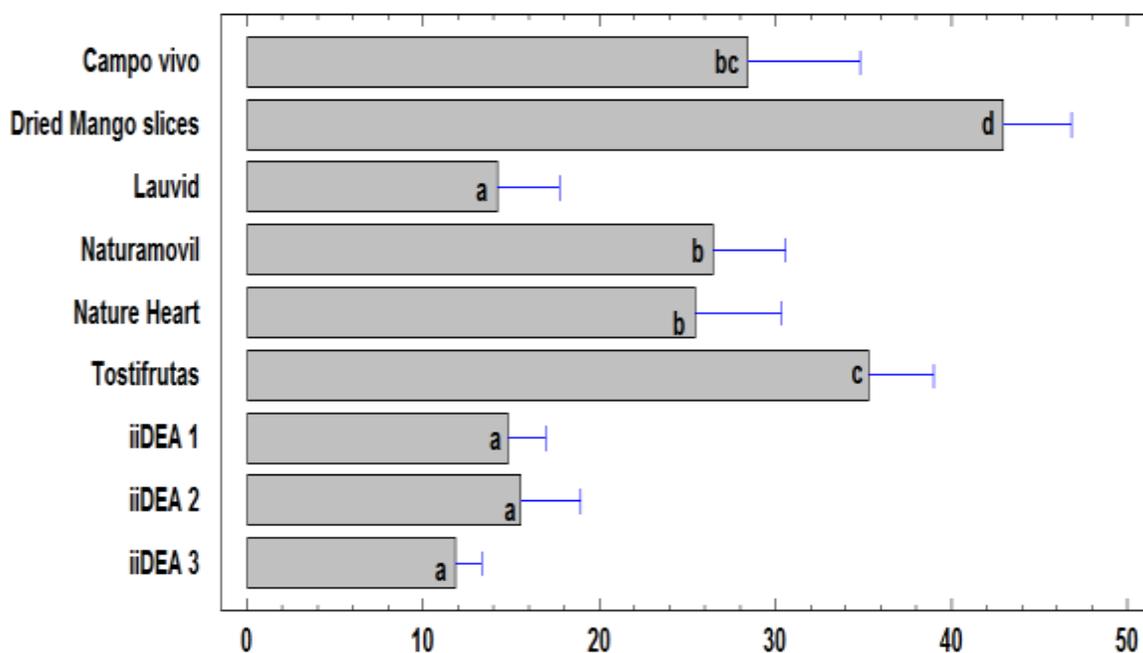


Figura 40. Promedio de parámetro ΔE° de Mango Paraíso (*Mangifera indica L.*)

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Lauvid®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

De acuerdo con González-Aguilar *et al.* (2004), el valor L^* es considerado un indicador de la frescura del producto, donde un valor alto de L^* en frutos frescos cortados se relaciona con una buena apariencia, mientras que valores bajos pueden indicar oscurecimiento en frutos cortados como el mango (González-Aguilar *et al.*, 2000; González-Aguilar *et al.*, 2004). En la Figura 35, se observan los valores de L^* y existe diferencia significativa en las muestras iiDEA® (1, 2,3) y mango fresco; mientras que iiDEA® (1 y 2), aumentaron el valor L^* con respecto a mango fresco, iiDEA® 3 tiene un valor menor, esto se puede explicar ya que aunque el método de deshidratado siempre es el mismo, la temperatura que se alcanzaron en iiDEA® 3 fueron más altas.

El valor L^* y b^* mostraron una disminución durante el deshidratado iiDEA®, lo que concuerda con resultados obtenidos en cubos de mango de los cultivares 'Keitt', 'Kent' y 'Ataulfo' (González-Aguilar *et al.*, 2008). Resultados similares fueron obtenidos por Rattanapanone *et al.*, (2001) en mango fresco cortado de los cultivares 'Kent' y 'Tommy Atkins' almacenados a temperatura ambiente.

En cuanto al parámetro a^* , se observan altos valores en las muestras Dried Mango® slices (D.M), Natura móvil® y Tostifrutas®; Dried Mango® declaran en la etiqueta que contienen azúcares, colorantes y conservadores, pero las demás muestras se declaran 100% naturales; en cuanto a las muestras iiDEA® 1 y 2 disminuyen y 3 se mantiene igual, respecto a la materia prima.

Los caracteres derivados C^* y h° indican la intensidad o saturación del color y matiz, respectivamente. Así, la disminución de C^* indicó una menor saturación del color amarillo, y la disminución en h° una variación del color hacia un amarillo más claro como se observa ocurre en las muestras iiDEA® 1 Y 2; y las comerciales Campo vivo, Dried Mango®, Natura móvil® y Tostifrutas®

Este comportamiento corresponde con un cambio en el color, como consecuencia de la degradación de pigmentos y la pérdida de éstos durante la sanitización del producto cortado, lo cual resulta de la ruptura de células durante el corte (Vitti, 2003).

Considerando los parámetros L^* , a^* y b^* , como un cambio de color respecto de los valores que se observan en la Figura 40 para mango fresco, las muestras que presentan una menor disminución son iiDEA® (1, 2 Y 3); mientras que el resto presenta valores mayores.

Otra particularidad importante de mencionar, es que la muestra Nature Heart® también declara en la etiqueta que contiene colorantes y conservadores, pero en ΔE° de color tiene similitud con la muestra Natura móvil que declara no contiene aditivos.

Los efectos de la actividad de la polifenol oxidasa (PPO) en el cambio de color total (ΔE°) de mango iiDEA no fueron drásticas, esto podría ser debido al contenido de ácido ascórbico nativo en mango fresco ya que contiene 14- 57 mg / 100 g de ácido ascórbico (Kohli, Qadry, y Ali, 1987).

Según McEvily, et., al (1992), el ácido ascórbico puede prevenir la decoloración en fruta mediante la reducción de la oxidación de o-quinonas a difenoles.

La desactivación térmica de la polifenol oxidasa (PPO) de mango se puede lograr mediante la aplicación de temperatura de secado superior a 50°C, pero puede producir color amarillo marrón en mango deshidratado (Martínez y Whitaker, 1995). Por lo tanto, el secado de la fruta del mango a mayor temperatura dará lugar a la reacción de Maillard y la oxidación del ácido ascórbico.

Esto es porque el mango fresco contiene alta cantidad de proteína y ácido ascórbico, que van desde 0,98g/100 g a 3,27g/100 g y 14 mg/100 g a 57 mg/100 g de peso fresco, respectivamente.

Otra de las razones por la cual se presenta un cambio de coloración es la fotooxidación de los pigmentos por acción de la luz, que en combinación con el oxígeno produce una grave decoloración (Rahman y Perera 1999; Lee y Schwartz 2006; Zuluaga *et al.*, 2010).

8.2.3 Textura (punción)

En la tabla 13 se observan los resultados de la evaluación de textura, donde el mango fresco presentó el máximo valor, y como referencia se comparó con las muestras de mango deshidratado, donde ninguna es similar a mango fresco, pero la que presento un valor más cercano fue la de Tostifrutas® e iiDEA® 2 y 3.

Tabla 13. Fuerza de punción en jitomate fresco y deshidratado.

Muestras	Fuerza (g)
Mango Fresco	20.2624±0.9248 f
Campo vivo®	4.5392±0.5029 b
Lauvid®	3.75±1.0888 ab
Mango dried slices®	3.6845±0.7393 ab
Natura móvil®	2.9152±0.9246 a
Nature heart®	8.9157±0.6710 c
Tostifrutas®	15.498±1.3437 e
iiDEA® 1	9.8645±2.2951 c
iiDEA® 2	14.6553±0.4515 e
iiDEA® 3	13.0635±0.9608 d

El valor indica media± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa $p>0.05$

Mango Fresco= Central de abastos 10,17,24,31 de agosto y 21 de septiembre de 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Campo Vivo®, Dried Mango Sciles®, Natura Movil®, Nature Heart®, Tostifrutas®; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

Respecto a la textura evaluada (sensorial e instrumental), en la Figura 46, la muestra de Tostifrutas® tiene como atributo característico una textura crujiente y fracturable, relacionado con los resultados de la tabla 13, se observan que el mango deshidratado Tostifrutas® tiene una mayor firmeza que el resto de las muestras, seguida se encuentran las muestras iiDEA®.

Salvador *et al.* (2007) indicaron que el almacenamiento de fruta deshidratada cambia significativamente la pérdida de textura, debido a la inactividad de las enzimas pectinmetilesterasas (PME) y poligalacturonasas (PG) que participan en la eliminación de las pectinas de la lámina media.

8.2.4 Perfil Sensorial

A continuación se presentan los biplot de Análisis de componentes Principales (PCA), como resultado del Análisis Procrustes Generalizado de Mango fresco y deshidratado.

En la Figura 41, el biplot de PCA de Aspecto en Mango Paraíso fresco explica un 91.47 % de variabilidad total, el factor F1 explica el mayor porcentaje de esta variabilidad con un 81.14 %, y el factor F2 explica el 10.33 % restante. Respecto al factor F1 las muestras de final de mes, 31 de agosto y 21 de septiembre se caracterizaron por ser fibrosas, húmedas y con un color más fuerte; las muestras del 10, 17 y 24 de agosto se caracterizaron por tener una apariencia más homogénea.

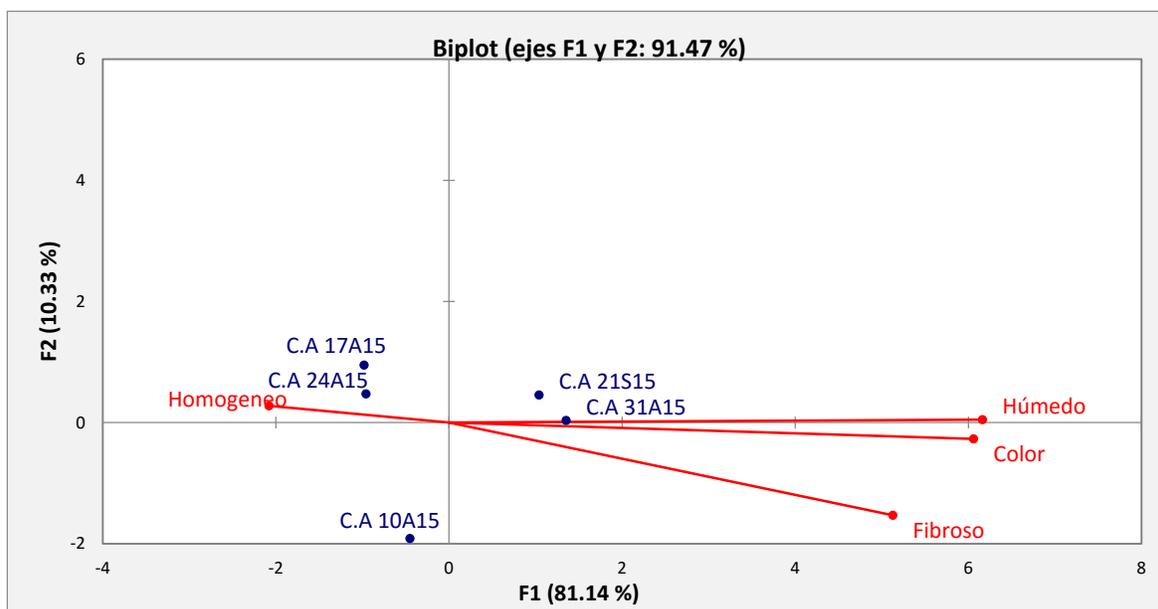


Figura 41. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de Mango Paraíso fresco de la región Costa Grande de Guerrero, México.

C.A. 10A15= Central de Abastos 10 de agosto de 2015; C.A. 17A15= Central de Abastos 17 de agosto de 2015; C.A. 24A15= Central de Abastos 24 de agosto de 2015; C.A. 31A15= Central de Abastos 31 de agosto de 2015; C.A. 21S15= Central de Abastos 21 de septiembre de 2015.

En la Figura 42, el biplot de PCA de Textura en Mango Paraíso fresco explica un 74.65 % de variabilidad total, el factor F1 explica el 48.36% de variación; las muestras del 10, 17,24 de agosto se caracterizaron como cohesivas, masticables, y firmes, las muestras de 31 de agosto y 21 de septiembre como jugosas y fibrosas.

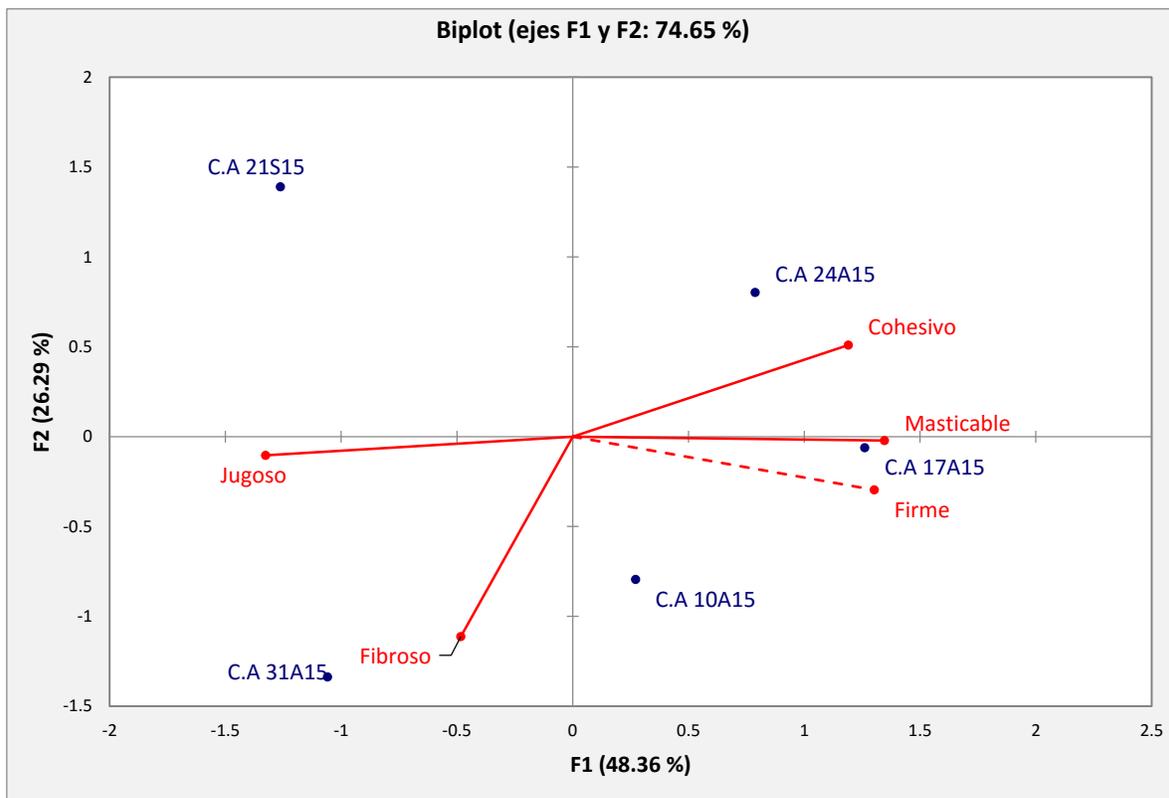


Figura 42. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de Mango Paraíso fresco de la región Costa Grande de Guerrero, México.

---- TM=Textura en mano, -TB=Textura en boca

C.A 10A15= Central de Abastos 10 de agosto de 2015; C.A 17A15= Central de Abastos 17 de agosto de 2015; C.A 24A15= Central de Abastos 24 de agosto de 2015; C.A 31A15= Central de Abastos 31 de agosto de 2015; C.A 21S15= Central de Abastos 21 de septiembre de 2015.

En la Figura 43, el biplot de PCA de Olor en Mango Paraíso fresco explica un 81.60% de variabilidad total, el factor F1 explica el 65.15 % de variación caracterizando a las muestras del 31 de agosto y 21 de septiembre como dulce, mango e intensidad de olor; y las muestras de 10,17 y 24 de agosto como ácidas. El factor F2 explica el 16.45 % de la variabilidad de las muestras.

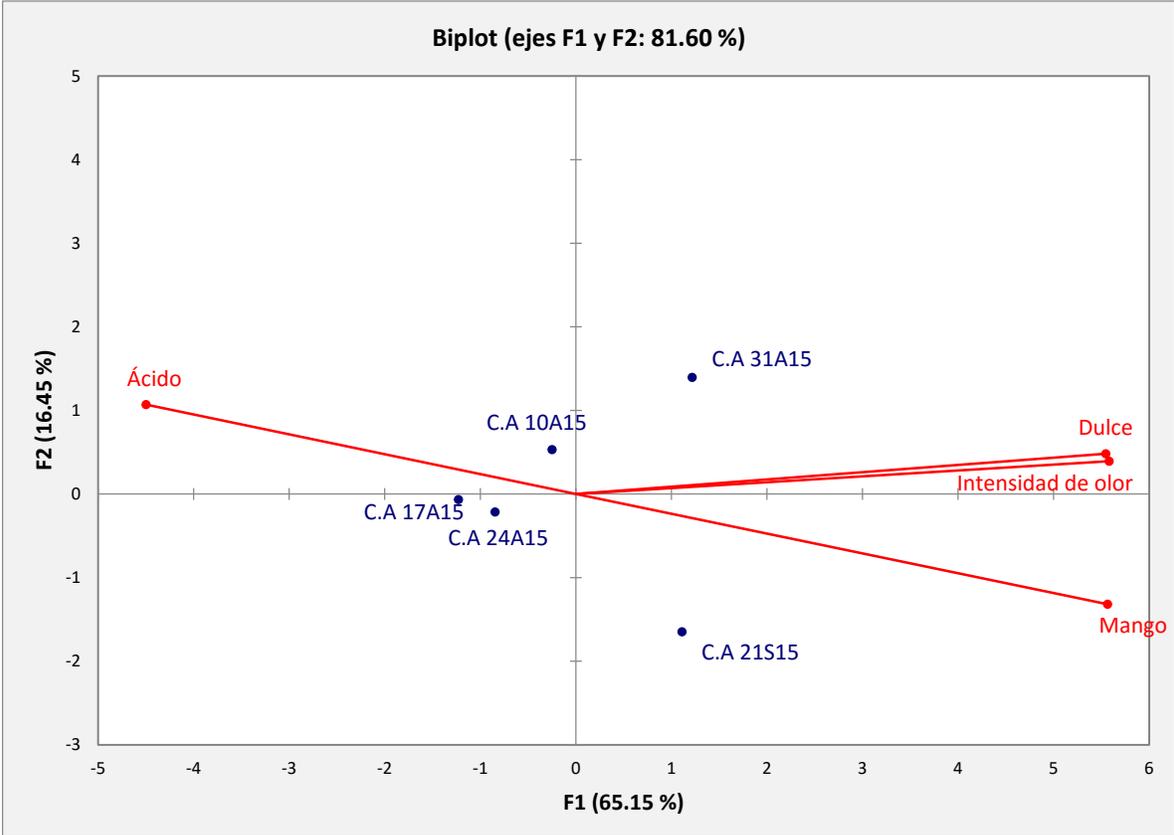


Figura 43.Gráfico de componentes principales de OLOR de Mango Paraíso fresco de la región Costa Grande de Guerrero, México.

C.A 10A15= Central de Abastos 10 de agosto de 2015; C.A 17A15= Central de Abastos 17 de agosto de 2015; C.A 24A15= Central de Abastos 24 de agosto de 2015; C.A 31A15= Central de Abastos 31 de agosto de 2015; C.A 21S15= Central de Abastos 21 de septiembre de 2015.

En la Figura 44, el biplot de PCA de Sabor en Mango Paraíso fresco explica un 67.95 % de variabilidad total, el factor F1 explica el 42.23% de variación caracterizando a las muestras de inicio y fin de mes 10, 31 de agosto y 21 de septiembre con todos los atributos evaluados, astringencia, ácido, mango, dulce y resabio; en cambio las muestras de 17 y 24 de agosto presentan los atributos pero en intensidades menores.

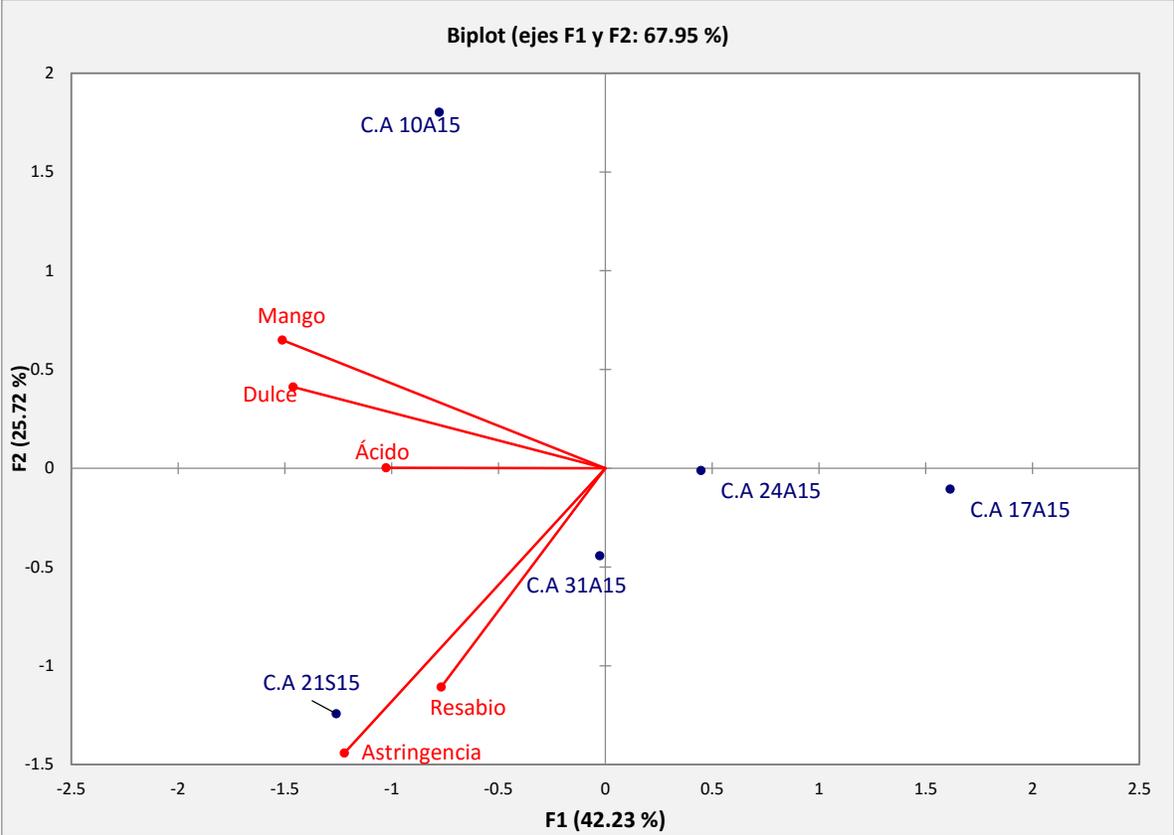


Figura 44. Gráfico de componentes principales de SABOR de Mango Paraíso fresco de la región Costa Grande de Guerrero, México.

C.A. 10A15= Central de Abastos 10 de agosto de 2015; C.A. 17A15= Central de Abastos 17 de agosto de 2015; C.A. 24A15= Central de Abastos 24 de agosto de 2015; C.A. 31A15= Central de Abastos 31 de agosto de 2015; C.A. 21S15= Central de Abastos 21 de septiembre de 2015.

En la figura 45 se observa el biplot de PCA de Aspecto en Mango deshidratado que explica el 50.24 % de variabilidad total de las muestras, el factor F1 explica el 48.36% de variación caracterizando a las muestras Campo vivo®, Natura Movil®, Natures Heart®, Lauvid®, Dried Mango® e iiDEA® (1) , con los atributos seco, homogéneo, fibroso, forma irregular, manchas blancas, color y ligero; por otra parte las muestras de iiDEA® (2 y3) y Tostifrutas® se caracterizaron como brillo, translucido y quebradizo.

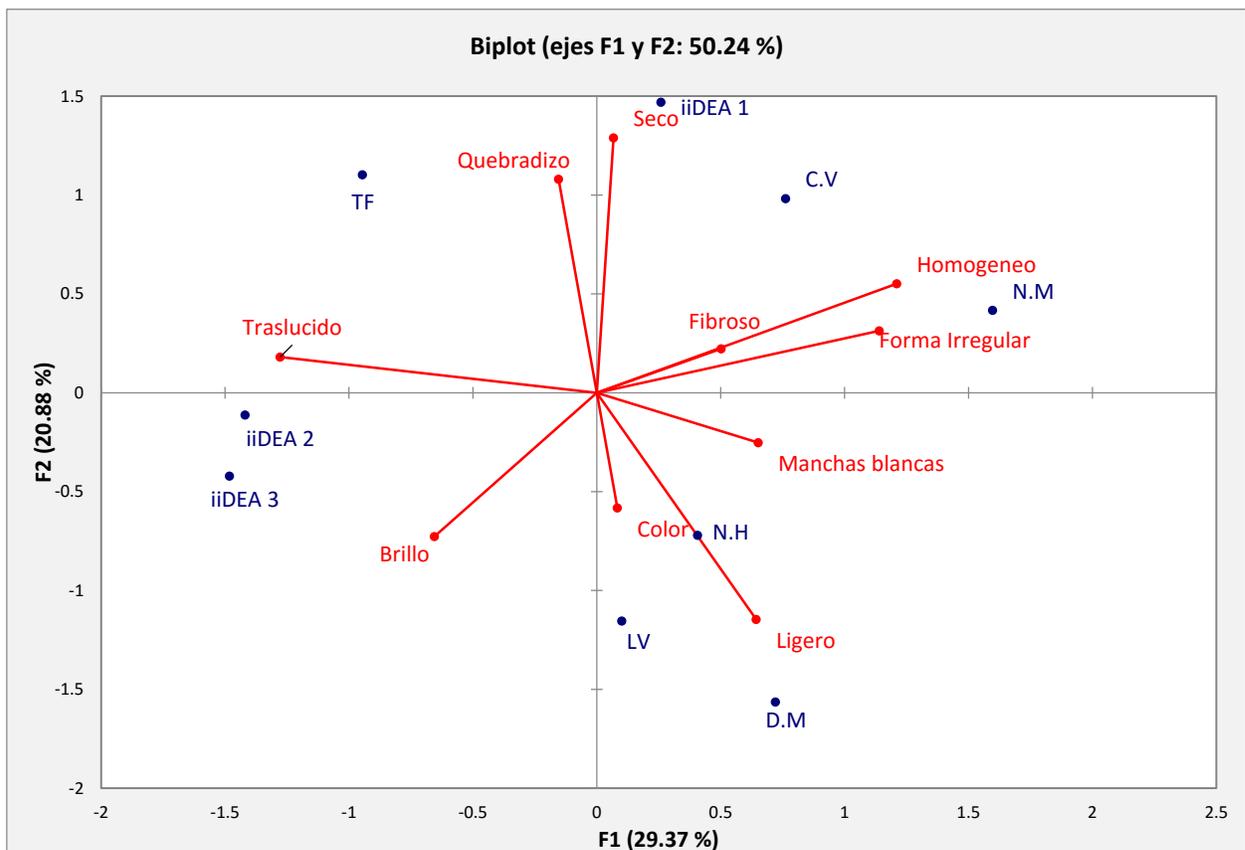


Figura 45. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de Mango deshidratado.

C.V=Campo vivo; D.M=Dried Mango; LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; N.H=Natures Heart; TF=Tostifrutas; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA®2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 46 se observa el biplot de PCA de Textura en Mango deshidratado que explica el 56.35 % de la variabilidad total de las muestras en estudio, siendo el factor F1, que explica el 41.54 % de la variabilidad de las muestras y el factor F2, explica el 14.81%. Referente al factor que explica el mayor porcentaje de variación (F1), las muestras Natura Móvil, Campo vivo® y Tostifrutas® presentaron mayor intensidad los atributos granuloso, crujiente, facturable y adhesivo; y por otra parte las muestras iiDEA® (1,2 y 3), Nature Heart®, Lauvid® y Dried Mango sciles® presentan atributos característicos como son fibroso, jugoso, elástico, gomoso, chicloso, sensación plastica, cohesivo, flexible y maleable.

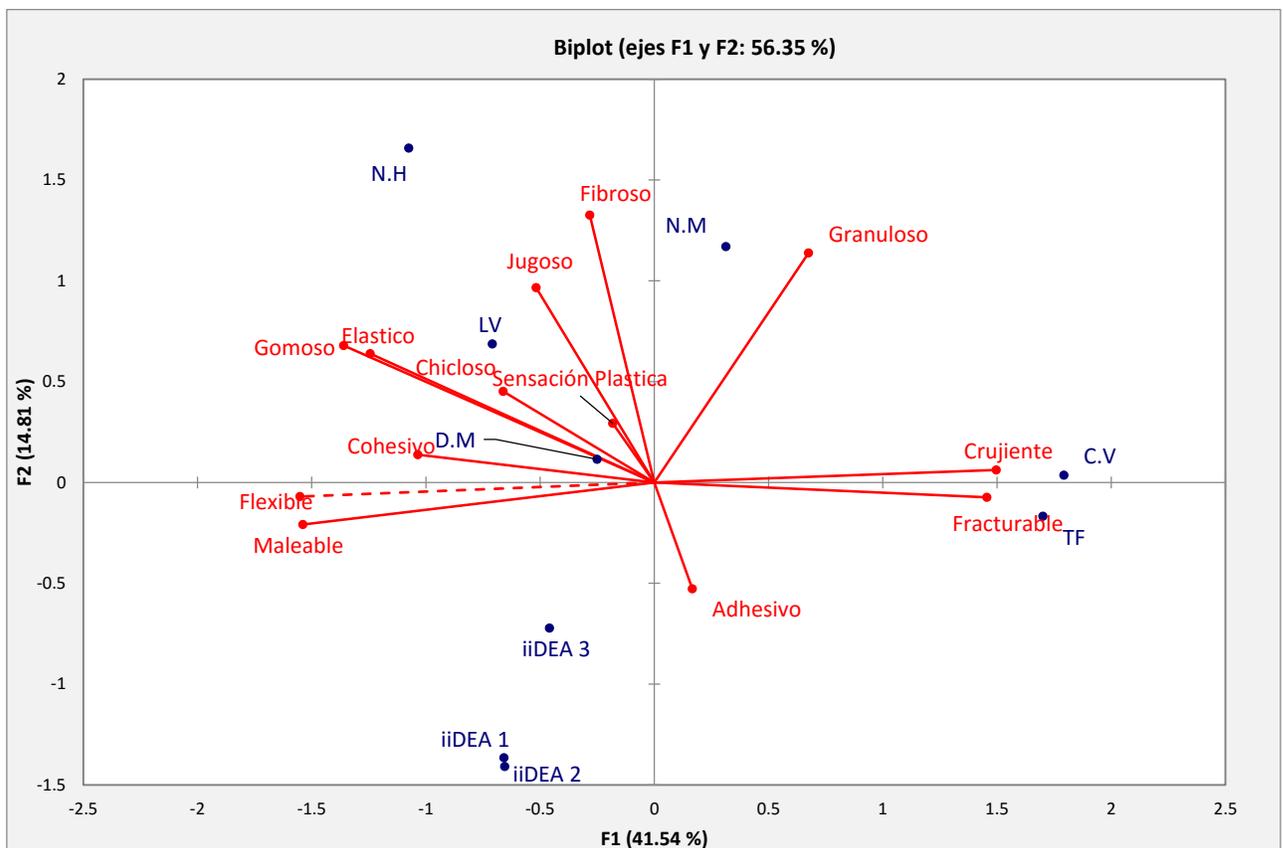


Figura 46. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de Mango deshidratado.

---- TM=Textura en mano, —TB=Textura en boca

C.V=Campo vivo; D.M=Dried Mango; LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; N.H=Natures Heart; TF=Tostifrutas; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 47 se observa el biplot de PCA de Olor en Mango deshidratado que explica un 64.16 % de variabilidad total de las muestras, el factor F1 explica el 38.30% de variación, las muestras iiDEA® (2Y 3), Lauvid®, Campo Vivo® presentan olor característico de mango , dulce, intensidad de olor, ácido, y nota verde; mientras tanto las muestras iiDEA® (1), Dried Mango®, Natura Movil®, Tostifrutas® presentan con mayor intensidad los atributos nota a fermentado y agridulce.

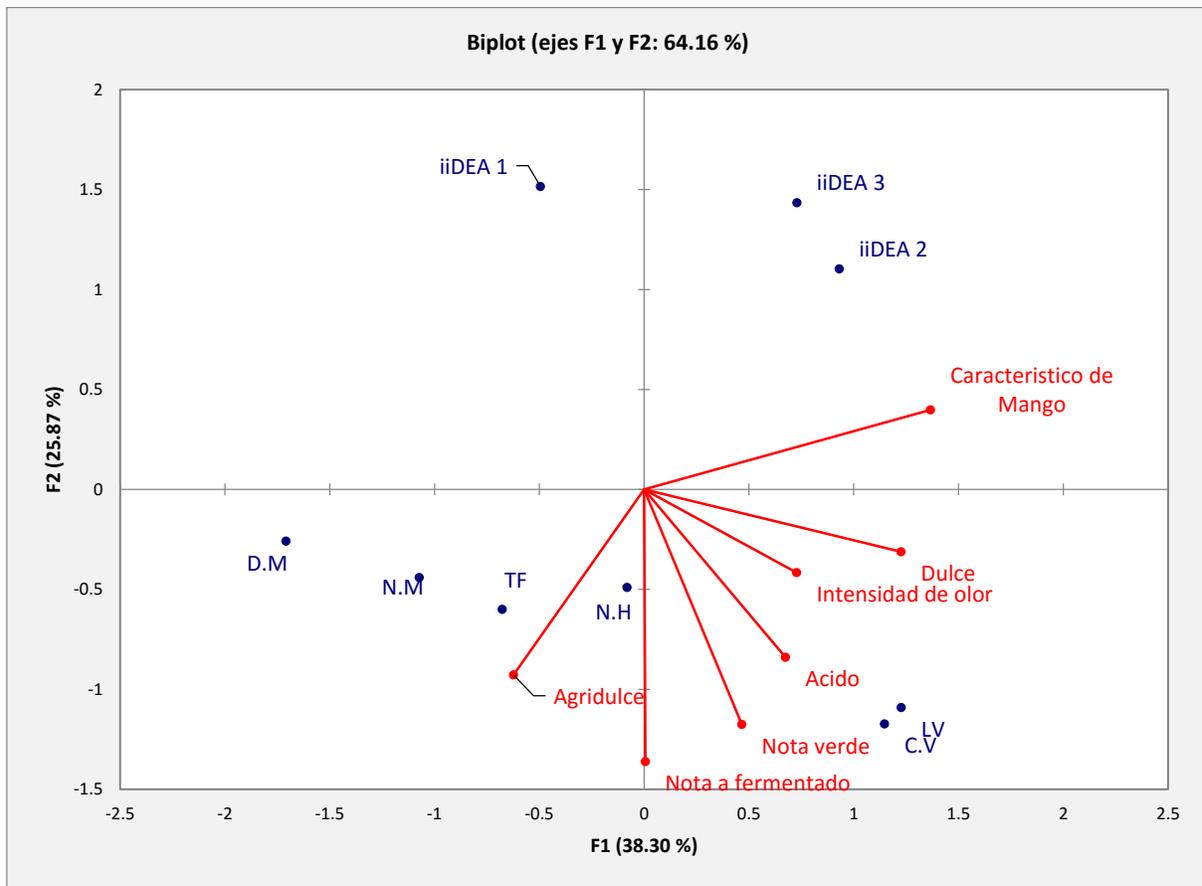


Figura 47. Gráfico de componentes principales de OLOR de Mango deshidratado.

C.V=Campo vivo; D.M=Dried Mango; LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; N.H=Natures Heart; TF=Tostifrutas; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA®2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En la Figura 48, se observa el biplot de PCA de Sabor en Mango Paraíso fresco explica un 51.99% de variabilidad total, el factor F1 explica el 33.75 % y el factor F2 explica el 18.24%. Respecto al factor que explica el mayor porcentaje de variación (F1), en el grafico las muestras que se encuentran del lado positivo son iiDEA® (1,2 y3) y Natura Movil® siendo los atributos que mejor las caracterizan la nota verde, sabor característico a mango fresco, resabio e intensidad de sabor; mientras que el resto de las muestras comerciales Natures Heart®, Dried Mango®, Lauvid®, Campo vivo® y Tostifrutas® fueron dulces y ácidas.

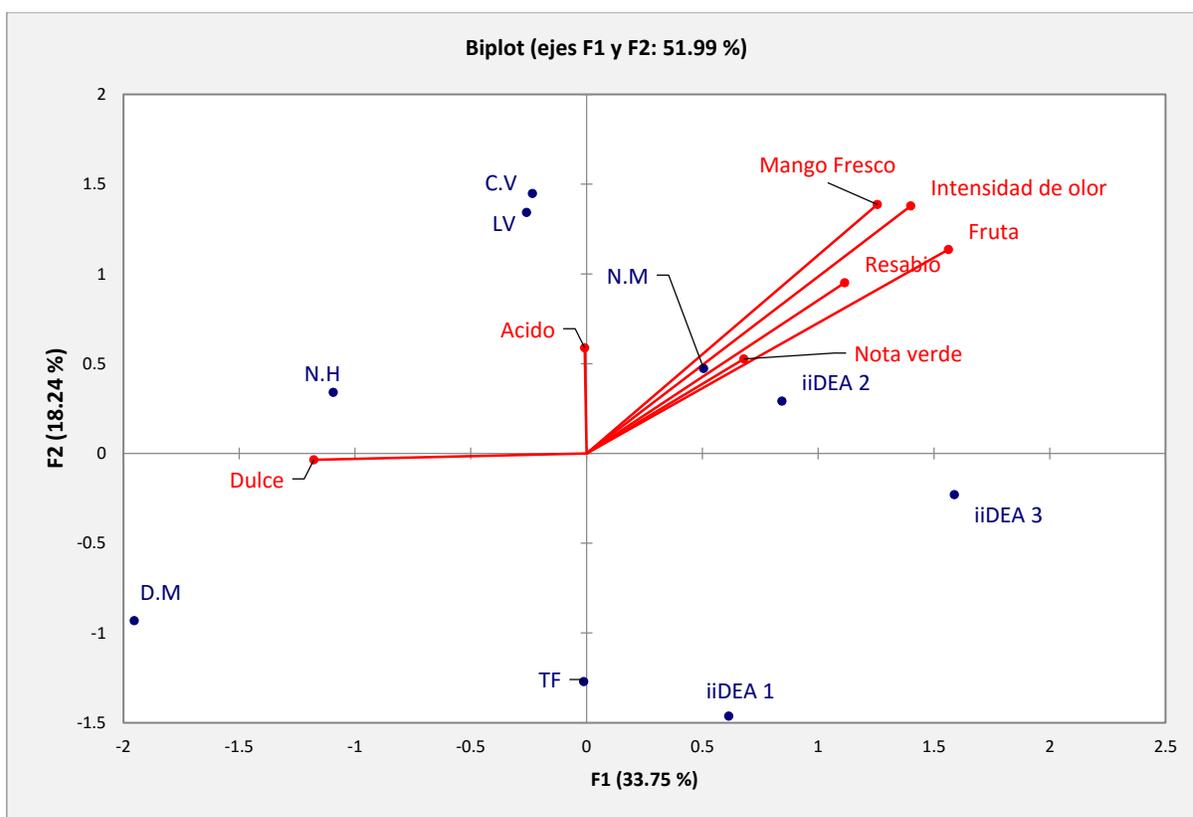


Figura 48. Gráfico de componentes principales de SABOR de Mango deshidratado

C.V.=Campo vivo; D.M.=Dried Mango; LV=Lauvid; N.M.=Natura Movil; N.H.=Natures Heart; TF=Tostifrutas; iiDEA® 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 agosto de 2015; iiDEA® 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 agosto de 2015; iiDEA® 3 =Deshidratado con energía geotérmica Lote 07 de septiembre de 2015.

En las Figuras 41 a 44, se observan los biplot de mango fresco, en general se observa a las muestras de fin de mes cerca una de la otra y por los atributos que las caracterizan como color, húmedo, fibroso, jugoso, dulce, resabio, olor y sabor característico de mango, se relaciona con el estado de madurez de las muestras al momento que fueron evaluadas.

En relación con el sabor, los resultados concuerdan con los de Monteiro *et al.* (2004) quienes reportaron una disminución lineal de las notas del sabor característico de mango fresco cortado, al transcurrir el tiempo de almacenamiento y sufrir tratamiento térmico.

Asimismo, De Souza *et al.* (2005) encontraron que mangos cosechados naturalmente madurados presentaron mejor sabor y preferencia del consumidor que los mangos madurados con etileno, comportamiento que indica el efecto del manejo sobre los atributos de la calidad sensorial.

Los frutos que tienen pocos días de cosechados poseen cualidades de productos frescos (Alzamora *et al.*, 2000), pero el pelado y cortado del fruto induce estrés en el tejido vegetal, lo que afecta los atributos sensoriales aún antes de que ocurran cambios fisicoquímicos o microbiológicos (Gil *et al.*, 2006).

8.2.4.1 Resumen de perfil sensorial

Tabla 14. Resumen de perfil sensorial de mango

Mango fresco		Mango deshidratado	
Atributo Característico	Muestra	Atributo Característico	Muestra
APARIENCIA			
Color	C.A 31A15,C.A21S15	Color	N.H,LV,D.M
Homogéneo	C.A17A15,C.A24A15,C.A 10A15	Homogéneo	N.M,C.V
Fibroso	C.A 31A15,C.A21S15	Fibroso	N.M,C.V
Húmedo	C.A 31A15,C.A21S15	Seco	iiDEA1,C.V
		Traslucido	iiDEA 2, iiDEA3, TF
		Quebradizo	TF, iiDEA 1
		Brillo	iiDEA 2, iiDEA3
		Forma irregular	N.M
		Manchas blancas	N.H
		Ligero	D.M
TEXTURA			
Jugoso	C.A 31A15,C.A21S15	Jugoso	LV,N.H,D.M
Fibroso	C.A 31A15,C.A21S15	Fibroso	LV,N.H,D.M,N.M
Cohesivo	C.A 24A15	Cohesivo	LV,N.H,D.M
Firme	C.A 17A15	Granuloso	N.M
Masticable	C.A 17A15, C.A 10A15	Crujiente	C.V
		Fracturable	TF
		Adhesivo	iiDEA 3
		Flexible	iiDEA 1, iiDEA 2, iiDEA 3
		Maleable	iiDEA 1, iiDEA 2, iiDEA 3
		Sensación plástica	LV,N.H,D.M
		Chicloso	LV,N.H,D.M
		Elástico	LV,N.H,D.M
		gomoso	LV,N.H,D.M

Tabla 14 *continuación*. Resumen de perfil sensorial de mango

OLOR			
Dulce	C.A 31A15	Dulce	LV, C.V
Acido	C.A 10A15, C.A 17A15, C.A 24A15	Ácido	LV, C.V
Intensidad de olor	C.A 31A15	Intensidad de olor	LV, C.V
Característico de mango	C.A 21S15	Característico de mango	iiDEA 2, iiDEA 3
		Agridulce	D.M, N.M, TF, N.H
		Nota a fermentado	LV, C.V
		Nota verde	LV, C.V
SABOR			
Acido	C.A 10A15	Ácido	LV, C.V. N.H
Dulce	C.A 10A15	Dulce	D.M, N.H
Mango	C.A 10A15	Mango fresco	iiDEA 2, N.M
Resabio	C.A 31A15, C.A 21S15	resabio	iiDEA 2, N.M
Astringencia	C.A 31A15, C.A 21S15	Fruta	iiDEA 2, N.M
		Intensidad de sabor	iiDEA 2, N.M
		Nota a fermentado	iiDEA 2, N.M

8.2.5 Prueba Afectiva

En la prueba afectiva de mango deshidratado se realizó la prueba de aceptación, preferencia y nivel de agrado a 101 personas, con edad de entre los 19 a 59 años; con un 59% de población femenina y 41% población masculina.

74% de la población dijo consumir frutas deshidratadas, mientras que el 26% restante dijo que no.

De las personas que consumen fruta deshidratada, un 30% las consume una vez cada 6 meses, 40 % una vez al mes, y un 30 %una vez a la semana.

Según lo proporcionado por la población total, el 39 % habían consumido anteriormente mango deshidratado y el 61% lo consumió por vez primera en la realización de esta prueba; las personas que admitieron haber consumido mango deshidratado con anterioridad, el 60% dijo consumirlo una vez cada 6 meses y el 40 % una vez al mes; la manera más común de consumo es como snack.

A continuación se presenta la Figura 49, donde se presenta la muestra de mango deshidratado que tuvo mayor preferencia por parte de la población analizada.

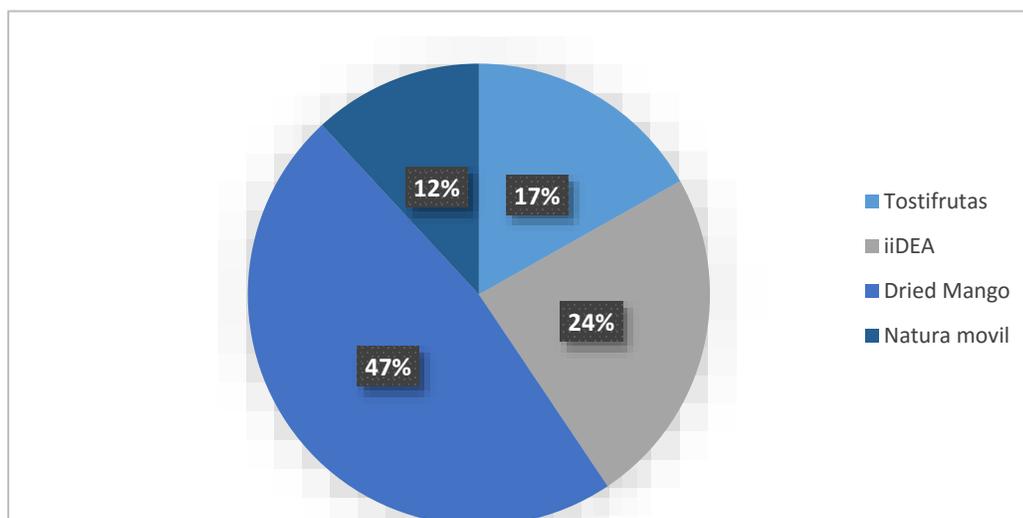


Figura 49. Gráfico de preferencia de la prueba afectiva de Mango deshidratado.

A los consumidores se les mostro un ejemplo de producto final, teniendo como referencia las muestras comerciales, se presentó un empaque transparente de celofán con 50 g de producto, y se les pregunto cuanto estarían dispuestos a pagar, y un 66% respondió que pagarían entre \$20.00-\$28.00 MXN; 30% pagaría de \$20.00- \$35.00 MXN.

La otra presentación que les gustaría a los consumidores para degustar mango deshidratado es con chile en polvo, afirmo el 63% de la población y en combinación con otras frutas al 21%.

El 70 % de la población si recomendaría el mango deshidratado por iiDEA® a otra persona.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron el la Figura 52, se observa que a la población analizada, les gusta más el mango deshidratado que tienen añadidos colorantes y azúcares, algo más semejante a una textura tipo “gomita”.

En la tabla 15, se muestran los resultados del ANOVA (análisis de varianza), para los atributos de aspecto, olor, sabor y textura; también se incluye gusto general.

En general la muestra de mango deshidratado que gusto más a los consumidores fue la de Dried Mango Slices®, calificada con un “me gusta moderadamente”, seguida por la muestra iiDEA®, con “me gusta poco”, entre ambas muestras no existe diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 15. Resultados de prueba de nivel de agrado de Mango deshidratado.

MUESTRAS	ASPECTO	OLOR	SABOR	TEXTURA	GUSTO GENERAL
Dried Mango®	5.70±1.93 b	5.43±1.22 a	6.85±1.86 c	6.89±1.73 c	6.82±1.66 c
Natura Movil®	4.33±1.80 a	5.84±1.43 b	5.62±2.10 a	4.14±2.12 a	5.05±1.94 a
Tostifrutas®	5.60±1.75 b	6.41±1.42 c	5.91±1.81 ab	5.82±2.03 b	5.93±1.62 b
iiDEA®	6.93±1.62 c	5.90±1.48 b	6.49±1.68 bc	5.96±2.01 b	6.44±1.55 c

El valor indica media± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa p>0.05

Muestras deshidratadas comerciales= Dried Mango®, Natura móvil®, Tostifrutas®; iiDEA®= Deshidratado con energía geotérmica.



En la Figura 50 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de Aspecto de mango deshidratado, en el biplot se observa que el componente F1 explica el 44.70 % de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 29.31 %, ambos explican un total de 74.01 %. Los vectores en color rojo, representan la intensidad en el gusto de cada consumidor, por las muestras. En este caso a la mayor parte de los consumidores les gustó la muestra iiDEA®, seguida por la muestra Tostifrutas® y entre las que menos gustaron se encuentran las muestras Dried Mango sciles® y natura móvil®. Estos resultados coinciden con los obtenidos del ANOVA en la tabla 15, donde la media de iiDEA® es 6.93 que corresponde en la escala hedónica a “me gusta moderadamente”. Correlacionando estos resultados con el perfil generado por los jueces, se sabe que es la muestra iiDEA®, no contiene colorantes y el color es semejante al fruto fresco.

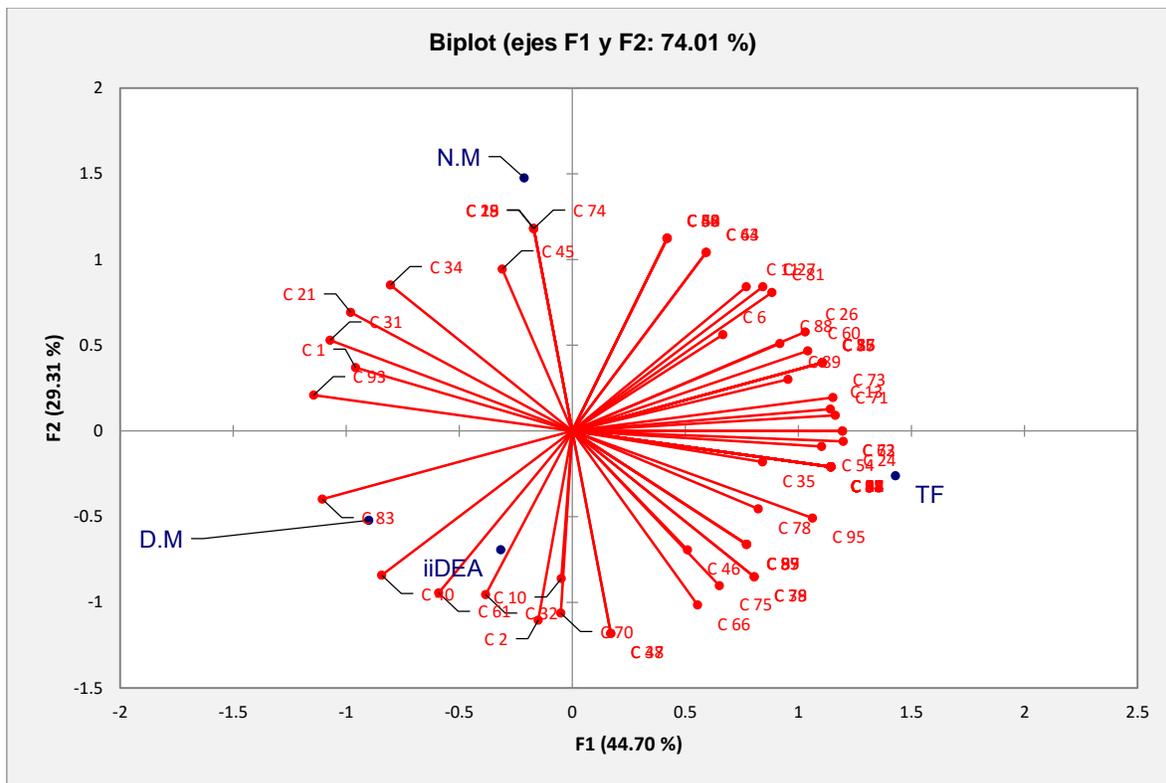


Figura 50. Internal Preference Mapping de ASPECTO de Mango deshidratado.

Muestras deshidratadas comerciales: D.M= Dried Mango sciles®, N.M=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®;iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 51 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de olor de mango deshidratado, en el biplot se observa que el componente F1 explica 44.70 % de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 29.31 %, ambos explican un total de 74.01%. Los vectores en color rojo, representan la intensidad en el gusto del consumidor por las muestras. En este caso los consumidores tienen mayor gusto por la muestra Tostifrutas® e iiDEA®, que fueron calificadas como “Me gusta Poco”.

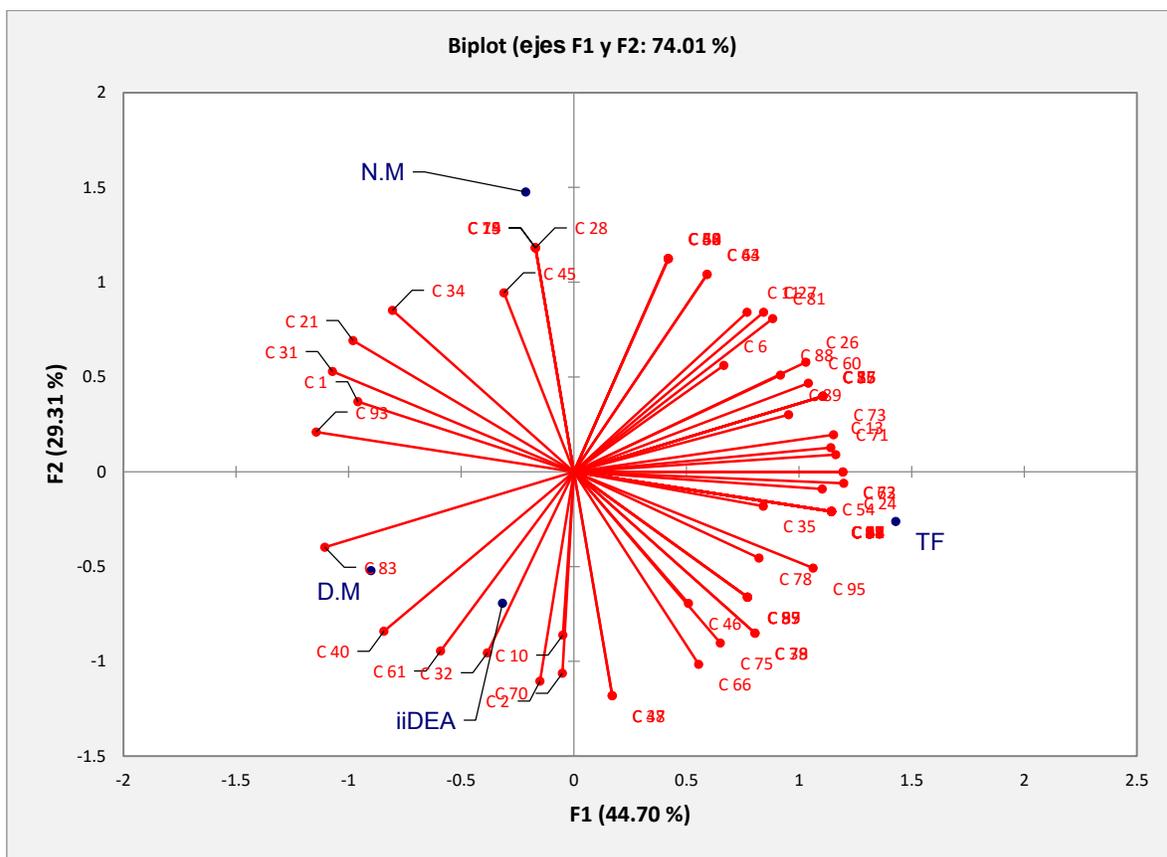


Figura 51. Internal Preference Mapping de OLOR de Mango deshidratado.

Muestras deshidratadas comerciales: D.M= Dried Mango sciles®, N.M=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®;iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 52 se observa el biplot del Internal Preference Mapping de Sabor de mango deshidratado, donde el componente F1 explica 44.31 % de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 32.38%, ambos explican un total del 76.70 %. En este caso a la mayor parte de los consumidores les gustaron las muestras Dried Mango® e iiDEA®, con la calificación “me gusta moderadamente”. Si se relacionan estos resultados con el perfil sensorial, se sabe que la muestra iiDEA®, presenta sabor dulce y notas propias de la fruta fresca, y Dried Mango® contiene aditivos, como azúcares, por lo que el sabor dulce podría estar influyendo en el gusto por esta muestra.

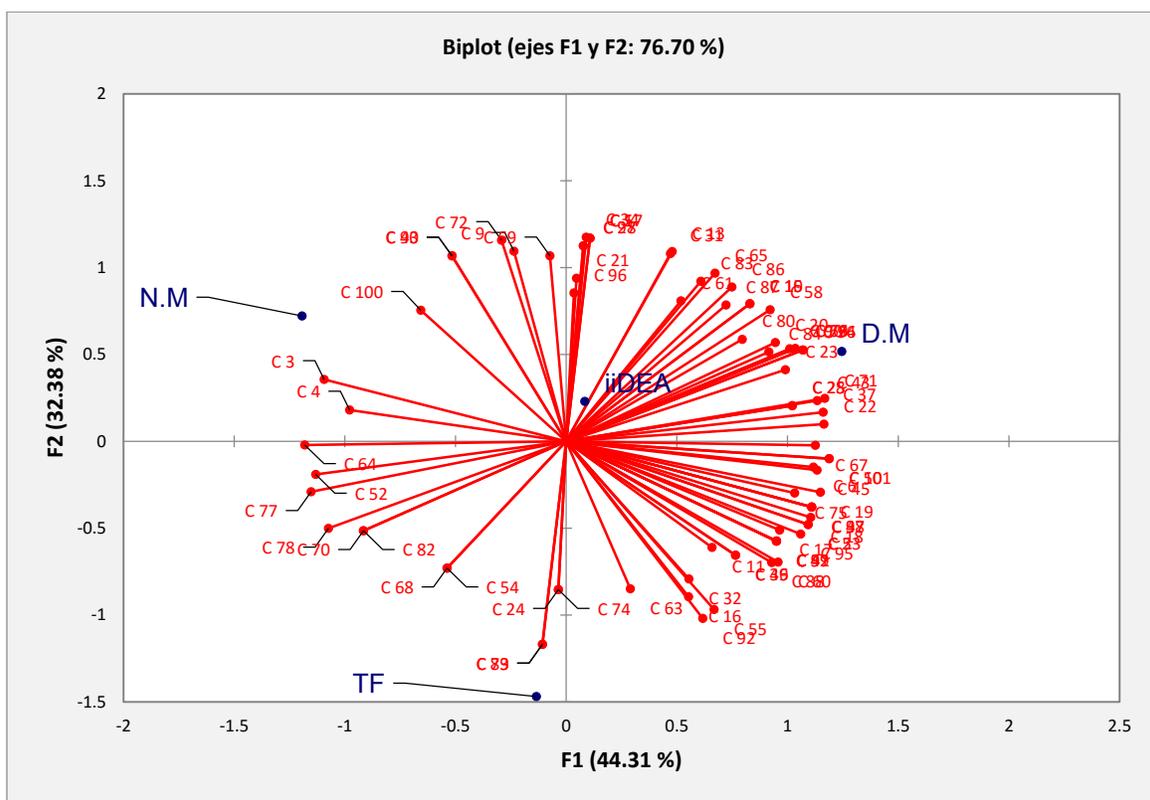


Figura 52. Internal Preference Mapping de SABOR de Mango deshidratado.

Muestras deshidratadas comerciales: D.M.= Dried Mango sciles®, N.M.=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®;iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 53, se observa el Internal Preference Mapping de Textura de mango deshidratado, en el biplot, se aprecia un consenso de vectores en los cuadrantes del lado derecho, donde se ubican las muestras Dried Mango® y Tostifrutas®, fueron calificadas como “me gusta moderadamente” y “me gusta poco” respectivamente. Si se correlaciona este resultado con el proporcionado en el perfil sensorial, gusta más una textura gomosa. La muestra que menos gusta es natura móvil®.

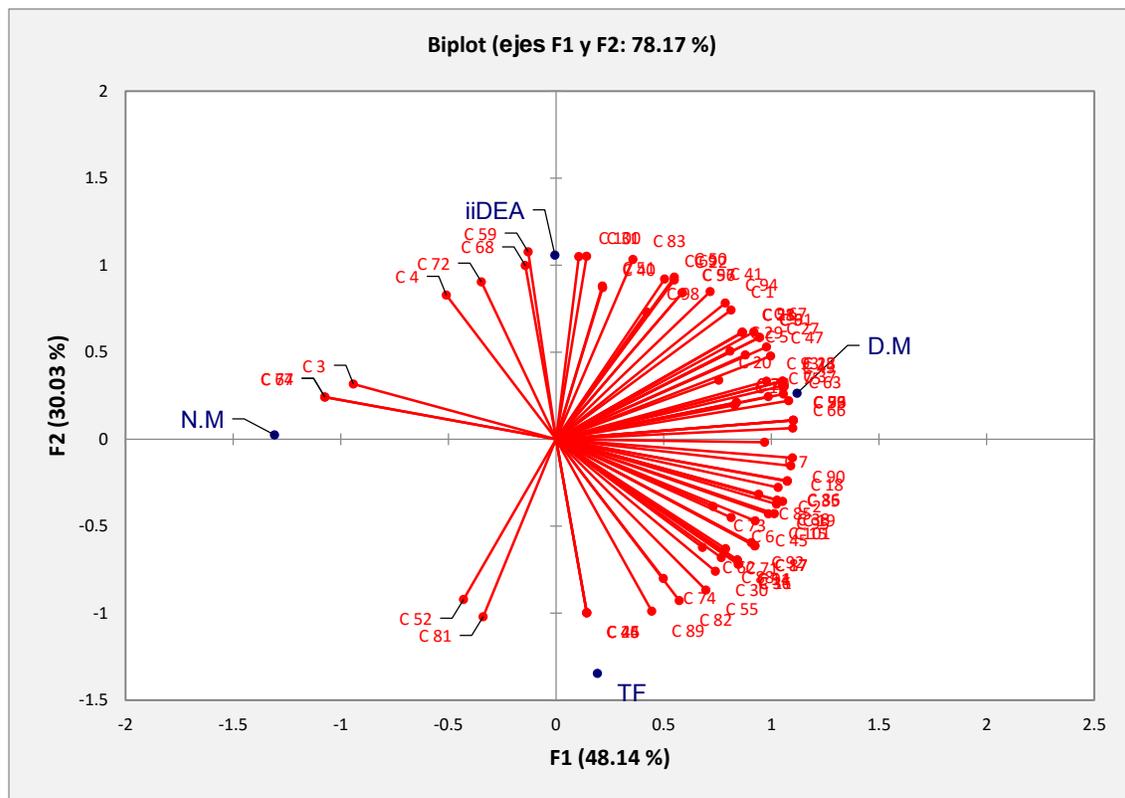


Figura 53. Internal Preference Mapping de TEXTURA de Mango deshidratado.

Muestras deshidratadas comerciales: D.M= Dried Mango sciles®, N.M=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 54, se observa el biplot del Internal Preference Mapping de Gusto general de mango deshidratado, con una variabilidad total de 75.27 % donde las muestras que más gustaron con un “me gusta moderadamente” y “me gusta poco”, fueron Dried Mango® e iiDEA® respectivamente. Las muestras que menos gustaron a los consumidores fueron Natura móvil® y Tostifrutas®.

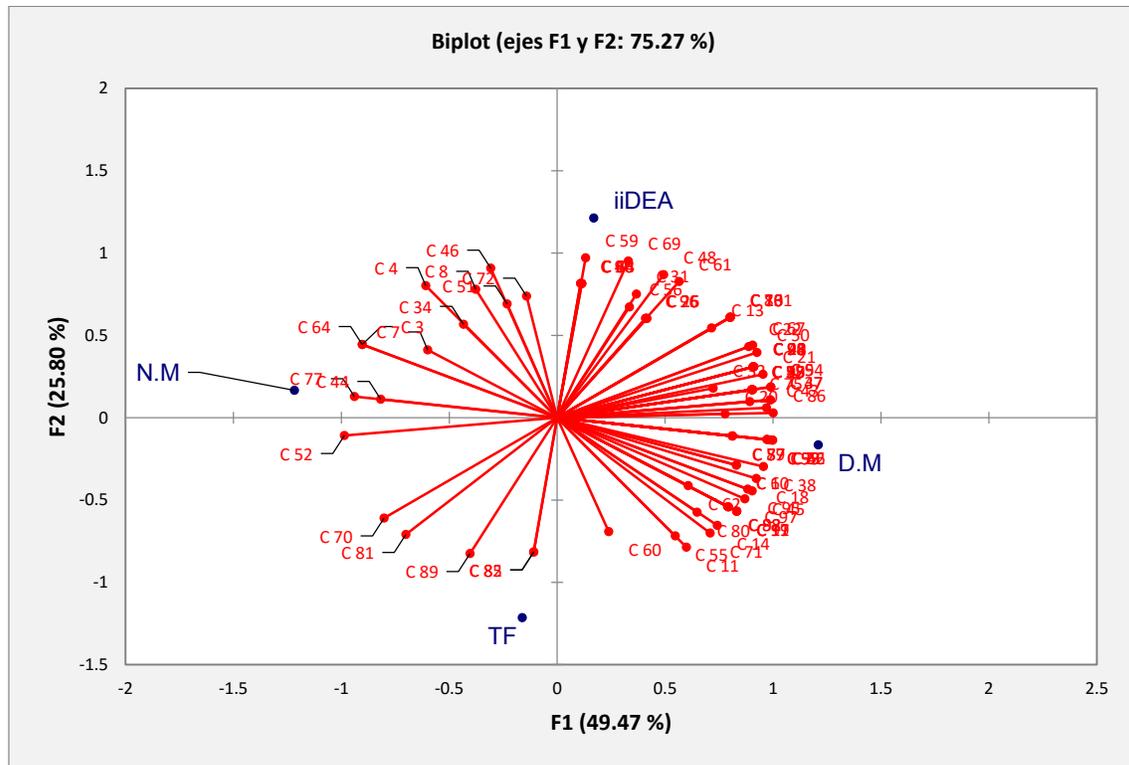


Figura 54. Internal Preference Mapping de GUSTO GENERAL de Mango deshidratado

Muestras deshidratadas comerciales: D.M.= Dried Mango sciles®, N.M.=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

8.3 Guayaba (*Psidium guajava*)

8.3.1 Microbiológico

En la tabla 16, se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a guayaba fresca y deshidratada.

Los resultados de los análisis microbiológicos que se presentan en la tabla 16, corresponden a las muestras comerciales de guayaba deshidratada, que declaran en la etiqueta que no contienen aditivos (conservadores, azúcares o colorantes); las muestras de Lauvid®, Tostifrutas®, iiDEA®, y Hefzi bá®, cumplen con los parámetros de calidad microbiológica para frutas deshidratadas que se establecen en Colombia, Perú, Brazil y Gran Bretaña. (Gilbert et al. 2000; Ministerio de Salud de Perú, 2003; Ministerio da Saude Brasil, 1978).

Las muestras Natura Movil® y Labizet® en recuento de hongos no cumplen con el parámetro establecido en Colombia que dictamina que deben ser <100 UFC/g; y Labized® en mesófilos aerobios no cumple con la norma Peruana, además esta muestra presenta 30 UFC/g de *Staphylococcus aureus* por tales motivos se decide no evaluarla sensorialmente.

Para el deshidratado iiDEA® se siguen los POE (Procedimiento de operación estandarizado), y los resultados cumplen con las normas de orientación (cebolla y ajo deshidratado) mexicana y extranjera, demostrando la ausencia de patógenos

Tabla 16. Resultados de pruebas microbiológicas, para Guayaba fresca y deshidratada.

Muestra	Mesofilos aerobios UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	<i>Salmonella spp</i> en 25 g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Mohos y Levaduras UFC/g	pH
Guayaba fresca*	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	4.1
Lauvid®	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	4.2
Tostifrutas®	700	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	<15.v.e	3.8
Natura Movil®	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	250	3.5
Hefzi ba®	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	25	3.9
Labizet®	70X10 ²	0.9	0.4	Ausente	30	23 X10 ³	4
iiDEA®*	<25. v.e	<3.v.e	<3.v.e	Ausente	<10.v.e.	40	4

*Resultados después de realizado el método de lavado propuesto.

v.e.=Valor estimado, sensibilidad del método.

Muestras comerciales deshidratadas= Lauvid®, Tostifrutas®, Natura Movil®, Hefzi bá®, Labizet®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

8.3.2 Bromatológico

En la tabla 17 se muestran los resultados del análisis bromatológico que realizó un laboratorio independiente, donde se observa desglosado en porcentajes el aporte nutrimental de guayaba deshidratada con energía geotérmica por iiDEA®, y guayaba fresca.

Tabla 17. Resultados de análisis bromatológico en Guayaba fresca y deshidratada.

Muestras.	Humedad	cenizas	Extracto etéreo (grasa)	Proteína	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno (carbohidratos)
Guayaba fresca	85.27%	0.48%	0.09%	0.78%	5.32%	8.06%
Guayaba deshidratada iiDEA®	11.37%	2.35%	1.52%	2.81%	27.74%	54.21%



En la tabla 17, se observan los resultados del análisis bromatológico para guayaba fresca y guayaba deshidratada iiDEA®, donde además de las características sensoriales que se obtuvieron como aroma y sabor característico de guayaba, notas a frescura, los aportes nutrimentales son se conservaron, logrando una pérdida de humedad hasta 11.37 %.

8.3.3 Color

En la Figura 55 se muestran los resultados del parámetro de luminosidad en guayaba fresca y de guayaba deshidratada de varias marcas, estadísticamente no hay diferencia significativa entre las marcas Natura móvil®, Tostifrutas® y la deshidratada por iiDEA®, con referencia a guayaba fresca.

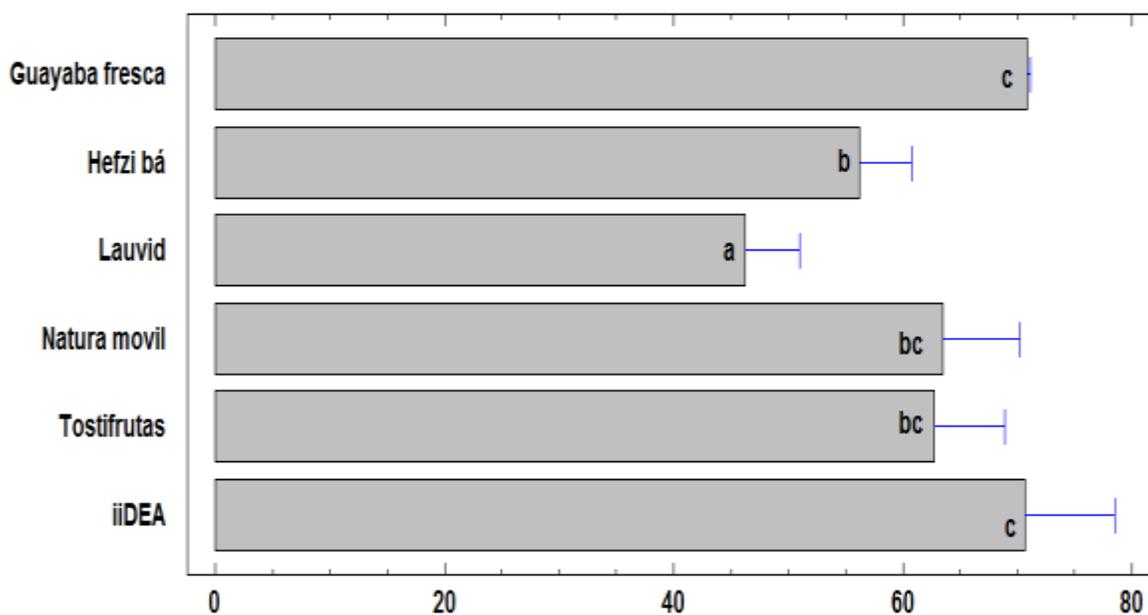


Figura 55. Promedio de parámetro L* de Guayaba (*Psidium guajava*).

Guayaba Fresca= Central de abastos 19,20,22 de octubre 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura movil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

En la Figura 56 se muestran los resultados gráficos del parámetro a^* , donde los valores que se observan representan la medición de color rojo, la guayaba al ser una fruta que casi no contiene esta coloración, presenta un valor muy bajo en guayaba fresca, en cambio en la guayaba deshidratada, todas las marcas presentaron valores mayores, y la guayaba de Lauvid® origen colombiano por ser una guayaba roja, presentó el valor más alto.

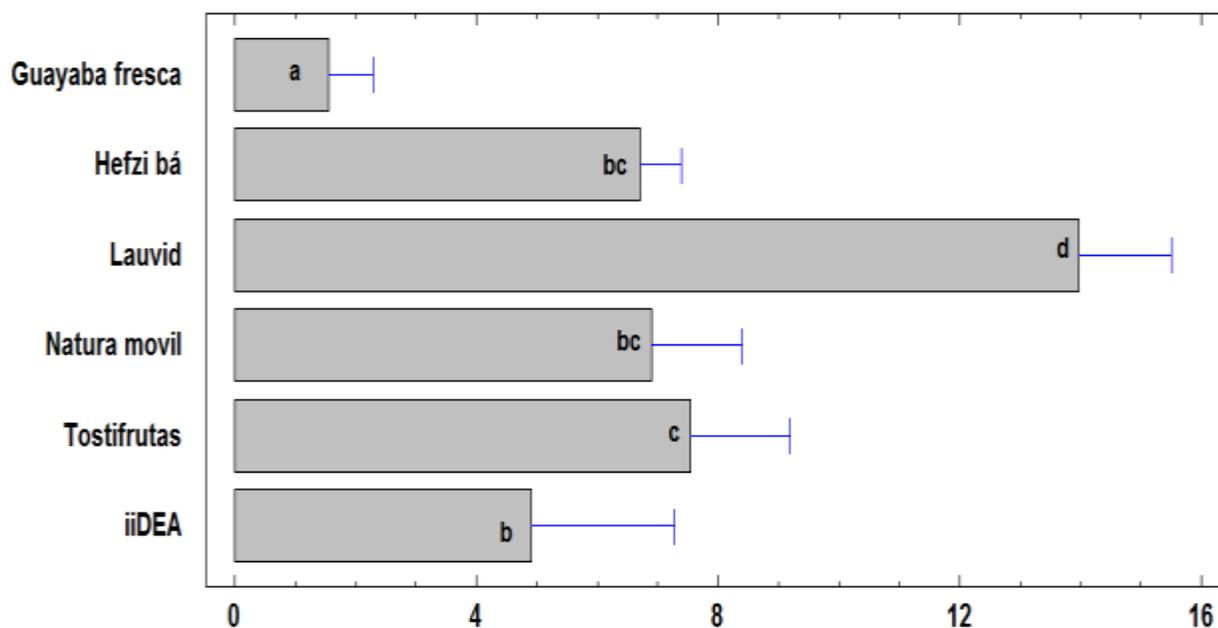


Figura 56. Promedio de parámetro a^* de Guayaba (*Psidium guajava*).

Guayaba Fresca= Central de abastos 19,20,22 de octubre 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura movil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

En la Figura 57, se observan los resultados del análisis para el parámetro b^* , donde los valores positivos se refieren a la coloración amarilla en la muestra, en este caso la guayaba fresca tuvo la mayor cantidad de pigmento, mientras que las muestras deshidratadas que le siguen son Natura móvil®, Tostifrutas®, y la deshidratada por iiDEA®, finalmente las muestras Hefzi bá y Lauvid®.

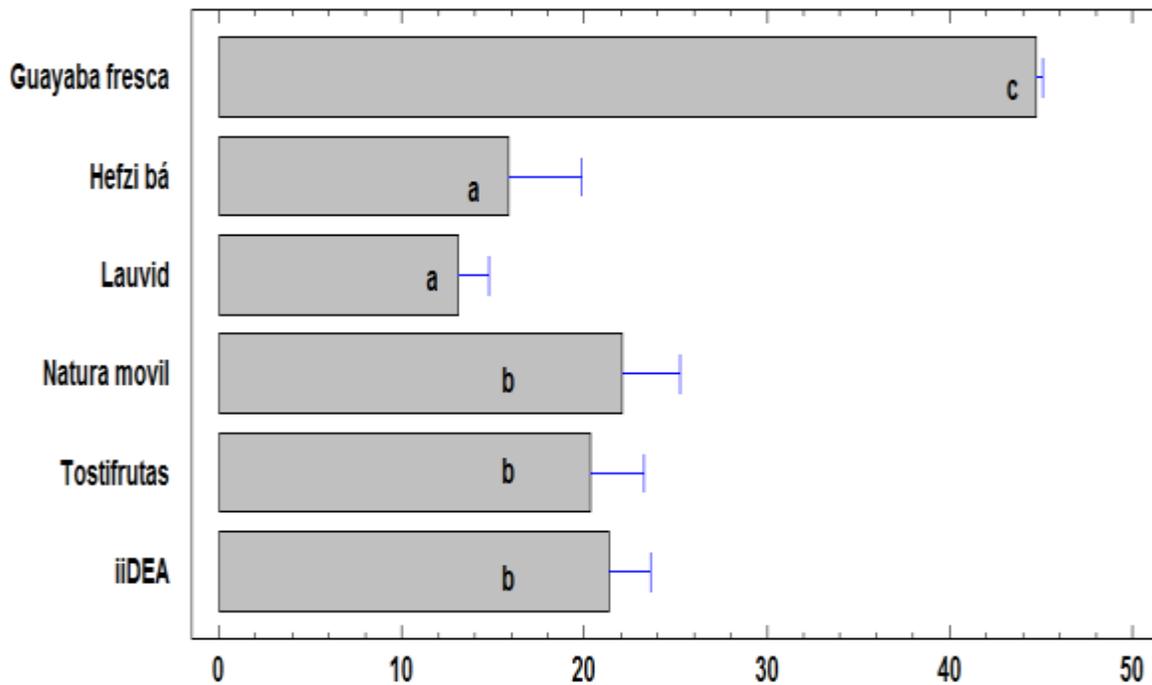


Figura 57. Promedio de parámetro b^* de Guayaba (*Psidium guajava*).

Guayaba Fresca= Central de abastos 19,20,22 de octubre 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura movil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

En la Figura 58, se observan los resultados del parámetro de cromaticidad en guayaba deshidratada, la guayaba fresca presentó el valor mayor, y presenta diferencia estadísticamente significativa con todas las muestras deshidratadas; las muestras Natura movill®, Tostifrutas® y la deshidratada por iiDEA® son muestras similares para este parámetro.

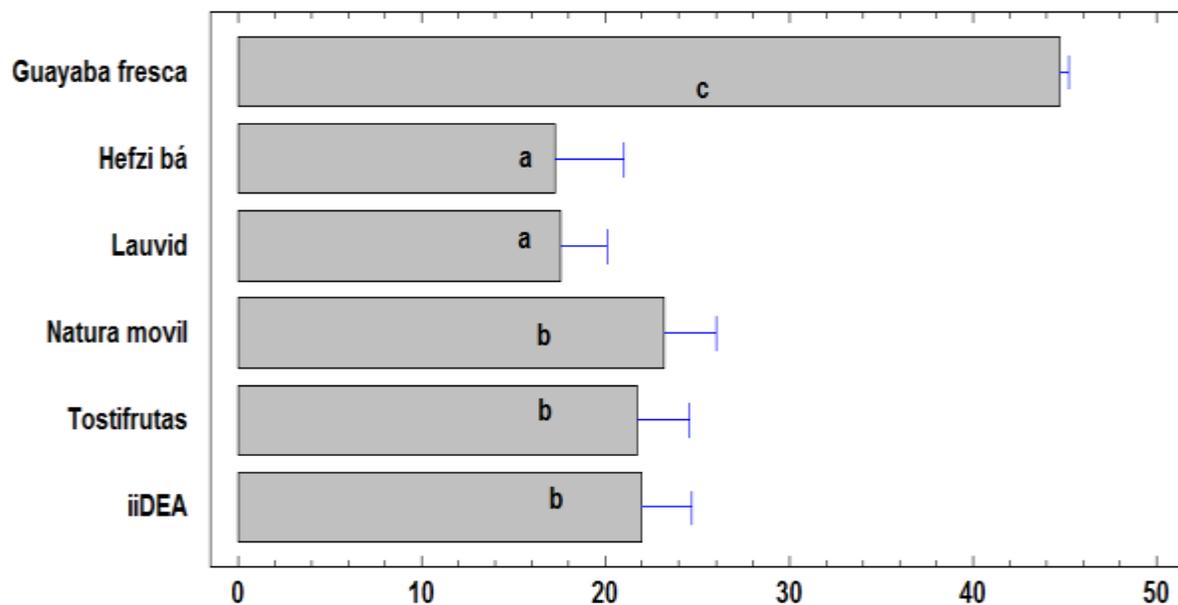


Figura 58. Promedio de parámetro C* de Guayaba (*Psidium guajava*).

Guayaba Fresca= Central de abastos 19,20,22 de octubre 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura movil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

En la Figura 59, se muestra una gráfica con los resultados estadísticos del parámetro de ángulo de matiz, y todas las muestras están dentro del rango de 0°-90° que va de color rojo a amarillo, y las muestra de guayaba fresca tiene el valor más alto, misma que es estadísticamente diferente al resto de las muestras deshidratadas.

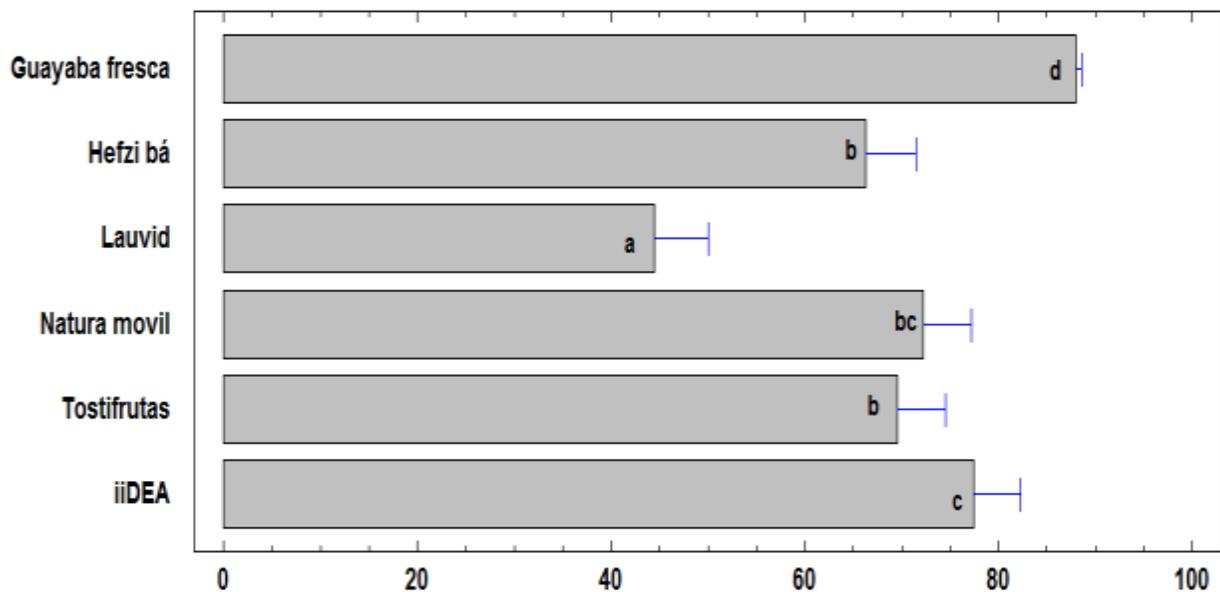


Figura 59. Promedio de parámetro h° de Guayaba (*Psidium guajava*).

Guayaba Fresca= Central de abastos 19,20,22 de octubre 2015; Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura movil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

En la Figura 60 se observan los resultados de cambio de la coloración en las muestras deshidratadas tomando en cuenta los parámetros L*, a* y b*, y como referencia la muestra fresca.

Las muestras deshidratadas de guayaba que perdieron la menor coloración fueron Natura móvil® y la deshidratada por iiDEA®.

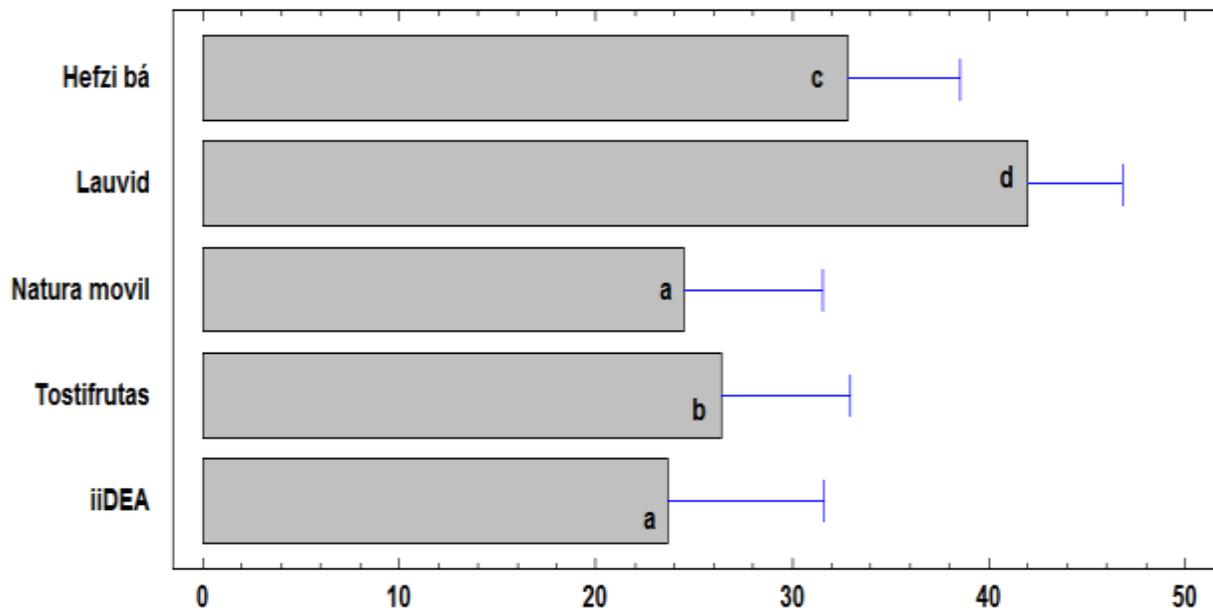


Figura 60. Promedio de parámetro ΔE° de Guayaba (*Psidium guajava*).

Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura móvil®, Tostifrutas®; iiDEA® =Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 de octubre de 2015.

De las muestras que se evaluaron, ninguna declara en la etiqueta contener aditivos, en color el cambio en el parámetro a^* es considerable, en el caso de la muestra Lauvid, la causa es que la guayaba en Colombia en su mayoría es roja-rosada; pero en general el cambio en este parámetro puede deberse a las reacciones de Maillard a través de la intervención de compuestos amino y azúcares reductores durante el secado (Cornwell y Wrolstad, 1981). En b^* , es de esperarse que se pierden pigmentos amarillos, también por las altas temperaturas de secado.

Teniendo en cuenta los parámetros L^* , a^* y b^* , con referencia en los valores de guayaba fresca las muestras iiDEA® y Natura Movil® son las que pierden menos pigmentos.

8.3.4 Textura (Punción)

En la evaluación instrumental de firmeza, los resultados de la tabla 18, expresan que la muestra que menos difiere de la guayaba fresca, es Tostifrutas®, y el resto de las muestras son semejantes entre ellas.

Tabla 18. Fuerza de punción en Guayaba fresca y deshidratada.

Muestras	Fuerza(g)
Guayaba fresca	8.235±0.6745 c
Hefzi bá®	2.4975±0.7586 a
Lauvid®	2.3962±0.6864 a
Natura móvil®	2.3473±0.6247 a
Tostifrutas®	4.7105±0.3652 b
iiDEA®	3.121±0.4838 a

El valor indica media± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa $p>0.05$

Muestras Comerciales deshidratadas= Lauvid®, Hefzi bá®, Natura móvil®, Tostifrutas®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotermica.

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad en fruta fresca, Lamúa (2000), en la tabla 18, la guayaba fresca presentó el valor más alto, así que si se utiliza como referencia, las demás muestras son estadísticamente distintas a esta.

En la guayaba la pectina es un excelente soporte que proporciona firmeza al producto deshidratado.

8.3.5 Perfil Sensorial

A continuación se presentan los biplot de Análisis de componentes Principales (PCA), como resultado del Análisis Procrustes Generalizado de jitomate fresco y deshidratado.

Los vectores en color rojo, representan dependiendo de su posición la correlación con los componentes (F1 y F2), así entre mayor sea la magnitud del vector, más intenso es ese atributo en la muestras que se encuentren más cerca.



En la Figura 61, se muestra el biplot de PCA de Aspecto en Guayaba Fresca, se observa que hay un 100 % de variabilidad entre las muestras , los factores 1 y 2 son los principales para representar esta variabilidad, cada uno explica el 69.19% y 30.81 % respectivamente. En base al factor que explica el mayor porcentaje de variabilidad la muestra del 22 de octubre, tiene como principales atributos sensoriales corteza homogénea, humedad, brillante, color amarillo, y cantidad de semilla, por otra parte las muestras del 19 y 20 de octubre tiene como atributos característicos manchas en la corteza y grosor en la cascara.

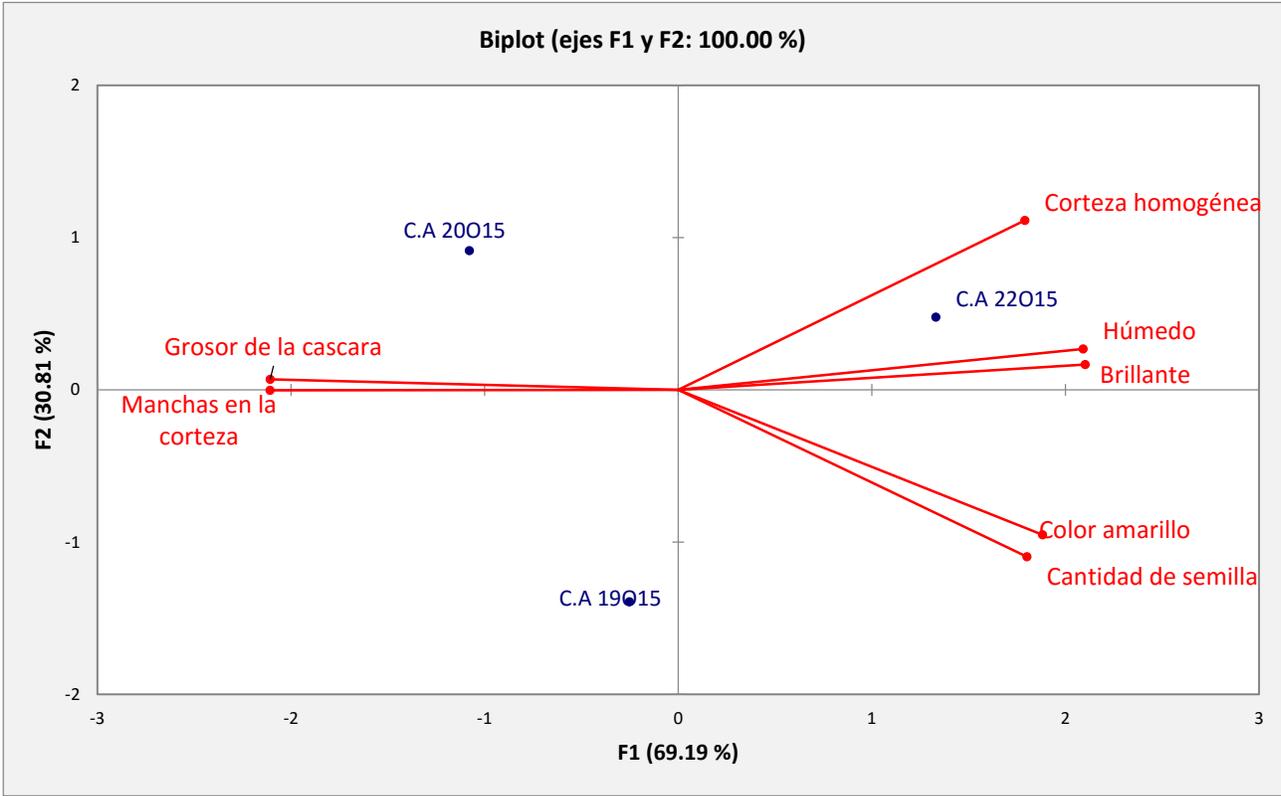


Figura 61. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de guayaba fresca de Michoacán, México.

C.A19O15= Central de abastos19 de Octubre de 2015; C.A 20O15= Central de abastos 20 de Octubre de 2015; C.A 22O15= Central de abastos 22 de Octubre de 2015.

En la Figura 62, se observa el biplot de Textura en Guayaba Fresca, con un 100 % de variabilidad de la muestras en estudio, el factor F1 explica el 75.09 % y el factor F2 explica el 24.91 % del total. En referencia al factor F1, siendo el que explica el mayor porcentaje de variabilidad, las muestras del 19 y 20 de octubre fueron mejor representadas por los atributos fibrosidad, dureza y adhesivo; y las muestras del 22 de octubre es caracterizada por ser pulposa, masticable y cohesiva.

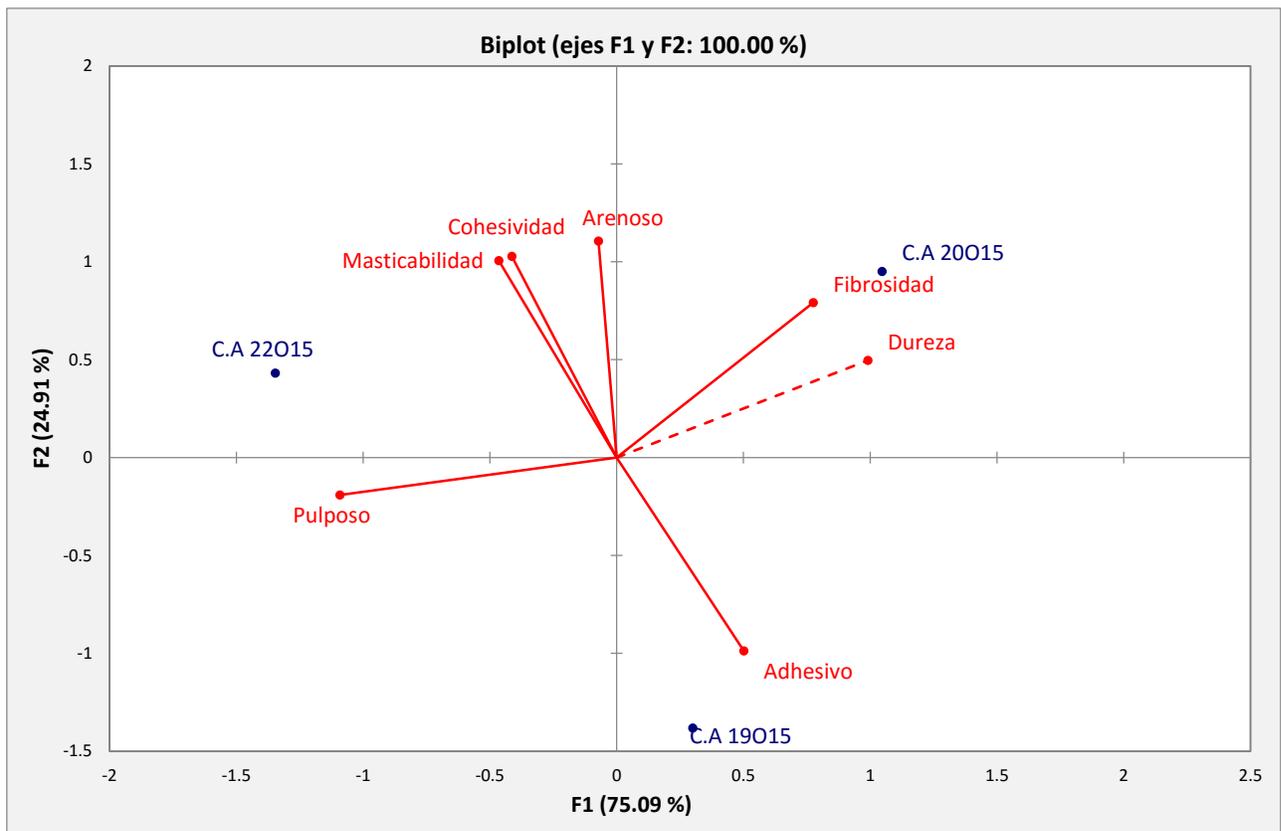


Figura 62. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de guayaba fresca de Michoacán, México.

---- TM=Textura en mano, — TB=Textura en boca

C.A.19O15= Central de abastos 19 de Octubre de 2015; C.A. 20O15= Central de abastos 20 de Octubre de 2015; C.A. 22O15= Central de abastos 22 de Octubre de 2015.

En la Figura 63, se observa el biplot de PCA de Olor en Guayaba Fresca, el total de la variabilidad de las muestras es 100 %, el factor F1 Y F2, explican el 71.30 % y 28.70% respectivamente. Tomando como Referencia el factor que explica la mayor variabilidad (F1), la muestra del 20 de octubre es ácida y con nota verde; y en cambio las muestras del 19 y 22 de octubre son dulce y característico de guayaba.

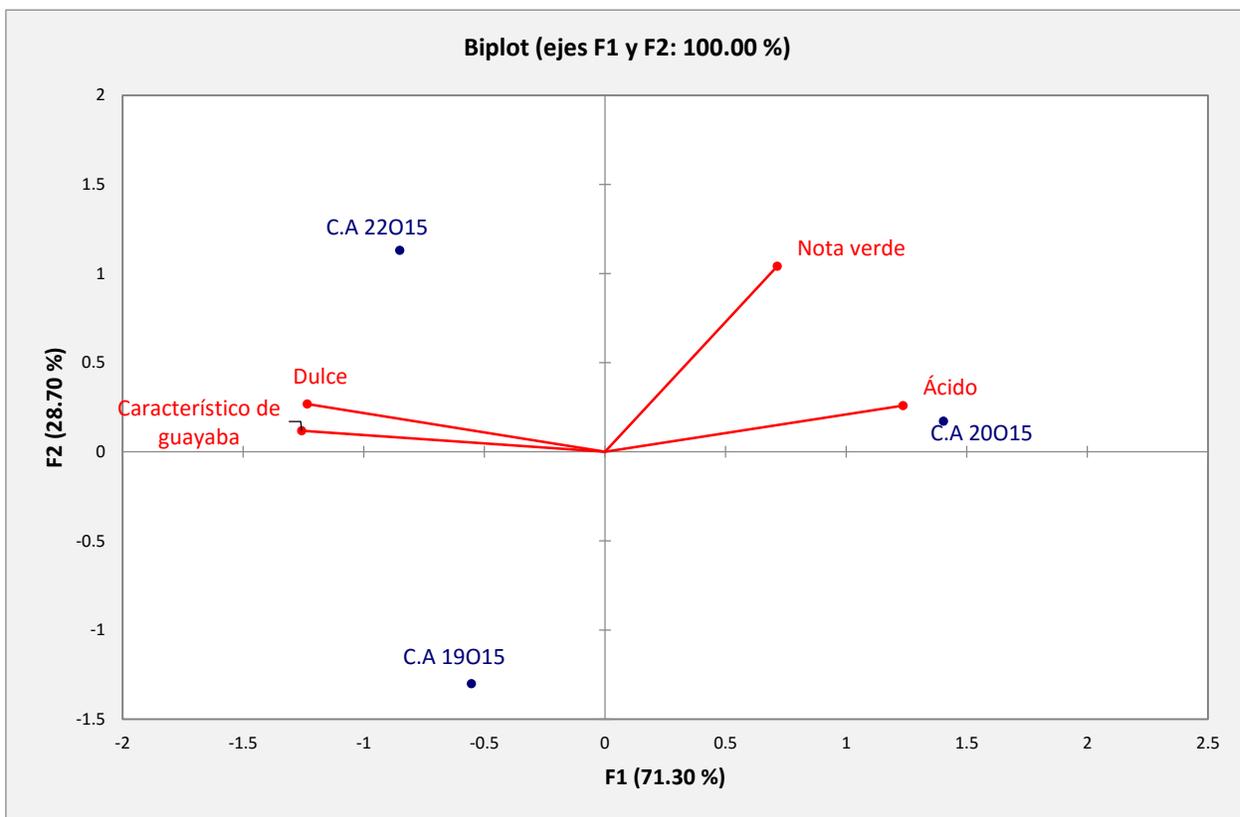


Figura 63. Gráfico de componentes principales de OLOR de guayaba fresca de Michoacán, México.

C.A.19015= Central de abastos 19 de Octubre de 2015; C.A. 20015= Central de abastos 20 de Octubre de 2015; C.A. 22015= Central de abastos 22 de Octubre de 2015.

En la Figura 64, se muestra el biplot de PCA de Sabor en Guayaba Fresca, en el cual se observa que hay un 100 % de variabilidad total de las muestras, el factor F1 explica el 78.95% y el factor F2 explica el 21.05 % .En base al factor de mayor porcentaje de variabilidad (F1), las muestras del 19 y 22 de octubre se caracterizaron por los atributos de dulce y sabor guayaba; y la muestra del 22 de octubre se caracterizó por ser ácida y presentar alto resabio astringente y acidez.

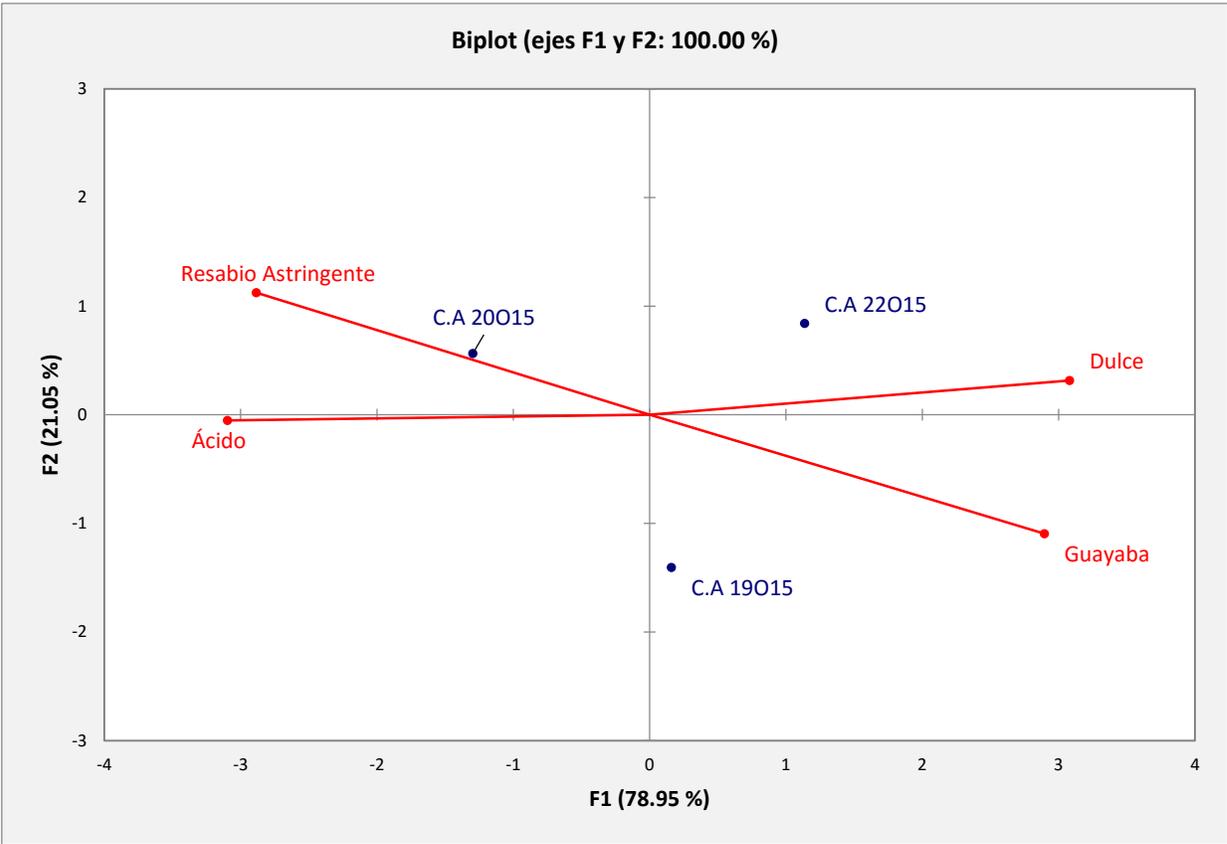


Figura 64. Gráfico de componentes principales de SABOR de guayaba Fresca de Michoacán, México.

C.A19O15= Central de abastos19 de Octubre de 2015; C.A 20O15= Central de abastos 20 de Octubre de 2015; C.A 22O15= Central de abastos 22 de Octubre de 2015.

En la Figura 65, el biplot de PCA, de Aspecto en Guayaba Deshidratada refleja el 60.29% de variabilidad total de las muestras, el factor F1 explica el 37.34% de variabilidad y el factor F2 explica el 22.95% restante. Las muestras Lauvid®, y Hefzi bá® se correlacionan positivamente al factor F1, y los atributos que mejor caracterizan a estas muestras son cantidad de semilla, rugoso, grosor de la cascara, Arenoso, Homogeneidad, color y tostado; por otra parte las muestras iiDEA®, Natura Movil®, y Tostifrutas® presentan como atributos característicos brillo y seco.

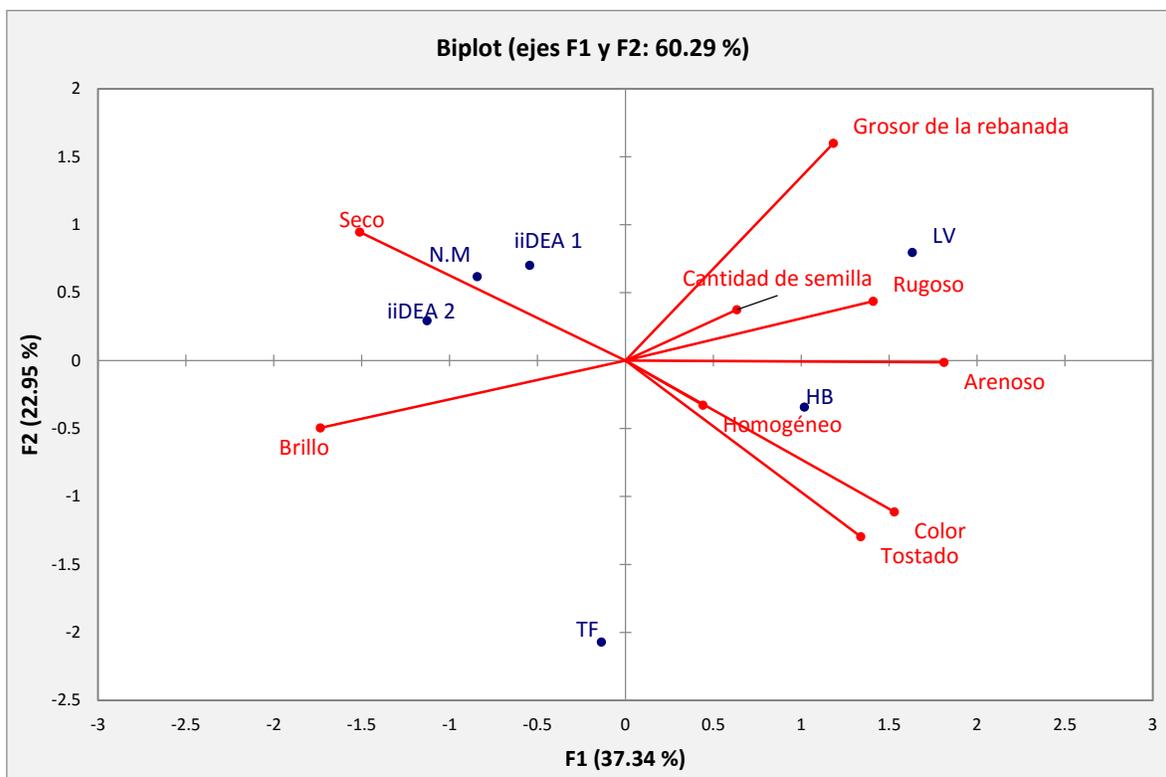


Figura 65. Gráfico de componentes principales de ASPECTO de guayaba deshidratada.

LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; TF=Tostifrutas; HB= Hefzi bá; iiDEA 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 octubre de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 octubre de 2015.

En la Figura 66, el biplot de PCA de Textura en Guayaba Deshidratada tiene un 67.97% de variabilidad de las muestras, donde el factor F1, explica el 46.1% de las muestras y el factor F2 explica 21.47%. En referencia al factor F1, las muestras iiDEA®, y Natura Movil® son adhesivo, elástico, maleable, cohesivo, fibroso y masticable, estos son los atributos característicos de estas muestras; mientras que las muestras Tostifrutas® y Hefzi bá®, son mejor caracterizadas por ser crujientes, facturables, arenosas, ásperas y duras.

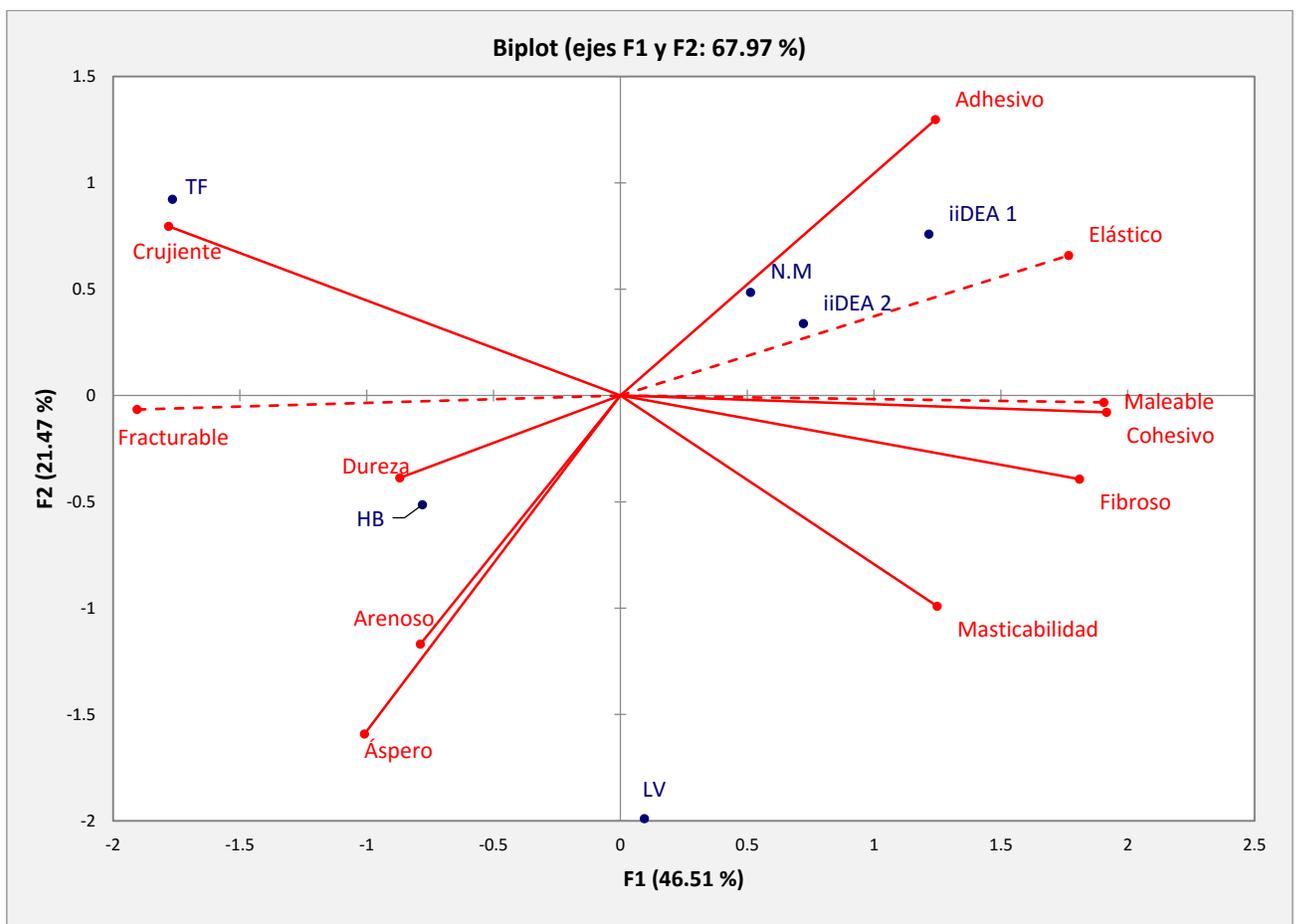


Figura 66. Gráfico de componentes principales de TEXTURA de guayaba deshidratada.

LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; TF=Tostifrutas; HB= Hefzi bá; iiDEA 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 octubre de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 octubre de 2015.

En la Figura 67, el biplot de PCA de Olor en Guayaba Deshidratada tiene 67.24% de total en variabilidad, donde el factor F1, explica el 43.07% caracterizando a las muestras iiDEA, Lauvid® y Hefzi bá® con nota a fermentado como atributo más representativo; por otra parte las muestras Tostifrutas®, iiDEA® y Natura Movil® son mejor representadas por los atributos acido, horneado, fresco y característico de guayaba.

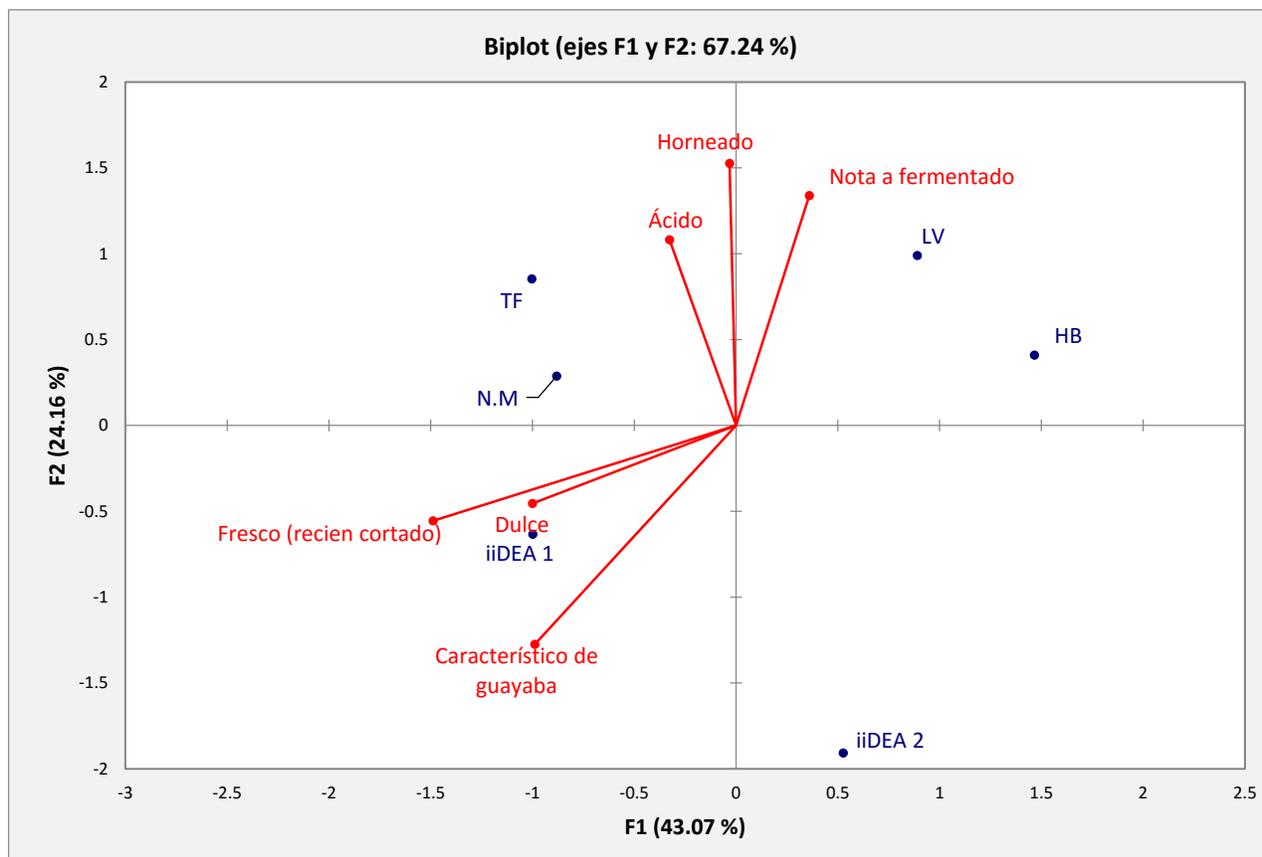


Figura 67. Gráfico de componentes principales de OLOR de guayaba deshidratada.

LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; TF=Tostifrutas; HB= Hefzi bá; iiDEA 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 octubre de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 octubre de 2015.

En la Figura 68, el biplot de PCA de Sabor en Guayaba Deshidratada tiene un 63.50 % de variabilidad total de las muestras, donde el factor F1 explica el 42.60 % y el factor F2 explica el 20.90% restante. Referente al factor F1, las muestras iiDEA®, Natura móvil® y Tostifrutas® tienen los siguientes atributos como característico y que mejor representan a las mismas: resabio amargo, ácido, característico de guayaba, fresco, intensidad de sabor, dulce y astringente; por otra parte las muestras Hefzi bá® y Lauvid® tiene como atributos característicos Tostado, resabio metálico y amargo.

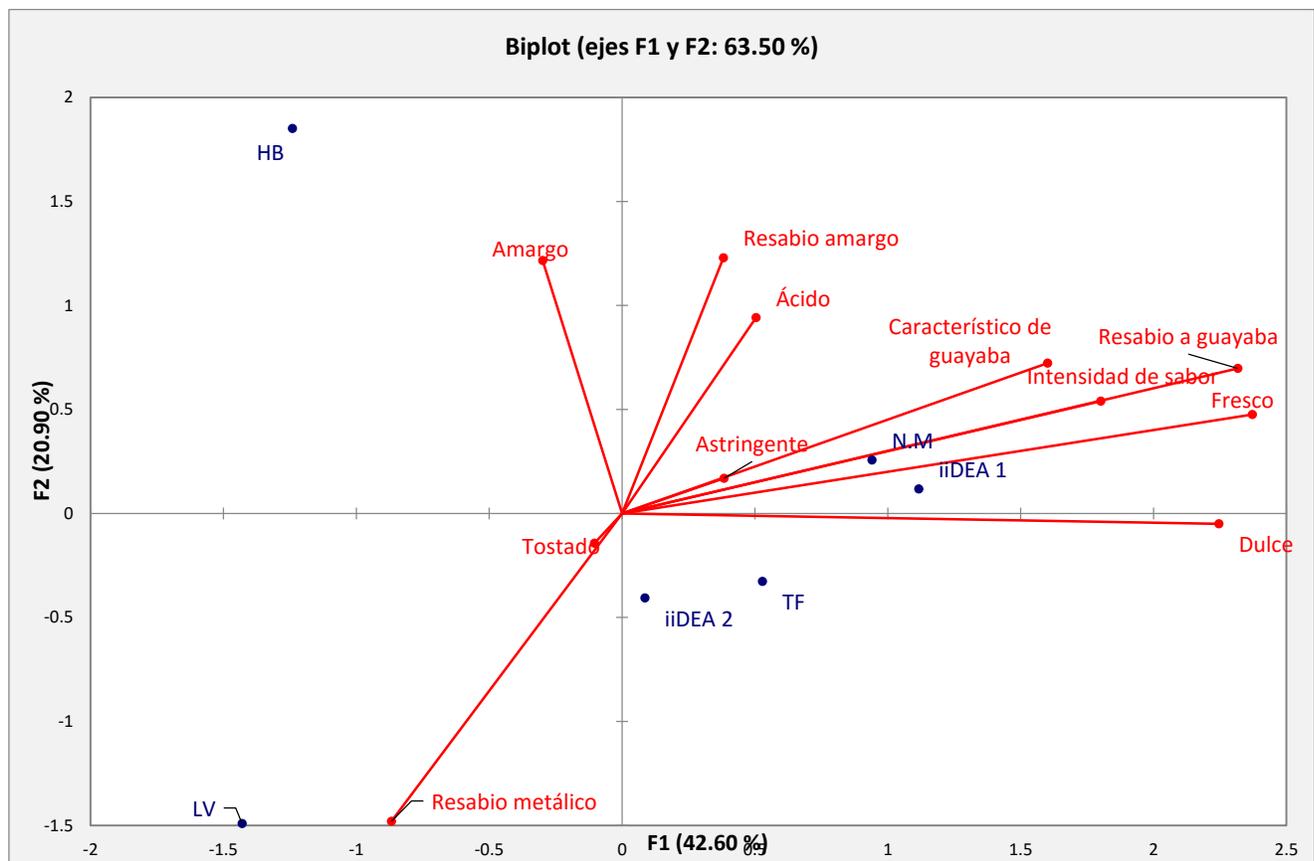


Figura 68. Gráfico de componentes principales de SABOR de guayaba deshidratada.

LV=Lauvid; N.M=Natura Movil; TF=Tostifrutas; HB= Hefzi bá; iiDEA 1=Deshidratado con energía geotérmica Lote 28 octubre de 2015; iiDEA 2= Deshidratado con energía geotérmica Lote 31 octubre de 2015.

En las Figuras 61-68, se observan las biplot de PCA, para guayaba fresca, en esta parte del experimento se estableció solo un lote de guayabas y se evaluaron en 3 días diferentes, para ver como los atributos se orientaban en función del estado de maduración de la fruta; para aspecto, textura, olor y sabor hay un 100 % de variación ubicando a cada muestra en un cuadrante del plano.

Los cambios generales asociados con la maduración incluyen los cambios en firmeza, conversiones hidrolíticas de almidones a azúcares simples, cambios en pigmentos y biosíntesis de aromas, conduciendo al producto a obtener su máxima calidad organoléptica y estética (Lizana, 1991); es así como en la evaluación sensorial realizada se confirma que estos cambios ocurren con rapidez en guayaba, y la muestra evaluada el 22 de octubre, se percibe como pulposa, húmeda, y con aroma y sabor característico de guayaba.

Un aspecto relevante en la valoración de la calidad de una fruta es la naturaleza de su aroma, que está determinada por la clase y concentración de los compuestos volátiles, olfativamente activos, presentes, y es bien conocido que su composición cambia durante los procesos de maduración de las frutas. Estudios anteriores afirman que dependiendo de la variedad y el estado de maduración, la composición química puede acumularse en proporciones distintas durante esta etapa, resultando en frutas de guayaba con diferentes aromas y sabores (Soares, et., al 2007).

La guayaba se caracteriza por tener un aroma penetrante e intenso presenta cantidades mayores de furaneol, pero baja concentración de los compuestos azufrados, 3-sulfanil-1-hexanol y acetato de 3-sulfanil-hexilo, responsables de la nota azufrada, característica del aroma tropical de la guayaba.

Estos estudios han mostrado que en las frutas maduras, los ésteres: acetato de cis-3-hexenilo y acetato de trans-3-hexenilo y los sesquiterpenos: cariofileno, a-humuleno y bisaboleno, son los componentes mayoritarios, mientras que en frutas inmaduras, los compuestos aldehídicos como trans-2-hexenal y cis-3-hexenal son predominantes (Chyau C et, al 1992).

Sinuco D et, al (2000) muestran que tanto la concentración de aldehídos C-6 (Z3-hexenal y hexanal), responsables de la nota verde-herbal así como la cantidad de compuestos azufrados (acetato de 3-sulfanil-hexilo y 3-sulfanil-hexanol), responsables de la nota azufrada-toronja, disminuyen durante el proceso de maduración, mientras que las concentraciones de los ésteres alifáticos, responsables de la nota frutal, y de los compuestos furánicos, aumentan

Se desarrollaron los perfiles olfativos en tres estados de maduración de guayaba. Los ensayos se realizaron con fruta madurada en el árbol, *in situ*, como con la fruta recolectada en verde y madurada en las condiciones del laboratorio de poscosecha.

En el caso de la maduración *in situ*, las notas frutal y azufrada aumentan con el grado de maduración, mientras que, como era de esperarse, en la maduración poscosecha la nota azufrada aumenta notablemente en la fruta (González I. A, 2007).

Los diferentes estudios realizados en frutas revelan que hay tres grandes grupos de compuestos volátiles involucrados en el aroma: alcoholes, aldehídos y ésteres. La calidad y cantidad de cada uno depende no sólo de la especie, sino también del estado de maduración, las condiciones ambientales pre y pos-cosecha (Defilippi B, et al 2009) y la metodología analítica utilizada en su estudio.

La guayaba tiene carácter ácido, posee un pH entre 3.8 y 4.0 que previene el desarrollo de bacterias patógenas en los productos elaborados (CIMPA y CORPOICA, 2000).

La guayaba presenta altos contenidos en Vitamina C (ácido ascórbico) (200 - 400 mg/100g), Fibra (2.8 g/100g), Vitamina A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, Minerales como Calcio, Hierro, Fósforo y un bajo porcentaje de Grasa (Villamizar, 2000).

Como se mencionó en mango, la vitamina C ayuda para que durante el deshidratado el cambio de color, no sea drástico, pero por otra parte también se debe considerar que en general la frutas son fuente de vitaminas y minerales, y el consumidor espera encontrar el contenido de estos en la fruta deshidratada.

8.3.5.1 Resumen de perfil sensorial

Tabla 19. Resumen de Perfil sensorial de guayaba

Guayaba fresca		Guayaba deshidratado	
Atributo Característico	Muestra	Atributo Característico	Muestra
APARIENCIA			
Color	C.A 22O15	Color	HB
Brillo	C.A 22O15	Brillo	TF
Cantidad de semilla	C.A 22O15	Cantidad de semilla	LV
Corteza homogénea	C.A 22O15	rugoso	LV
Húmedo	C.A 22O15	seco	N.M, iiDEA 1, iiDEA 2
Grosor de la cascara	C.A 20O15	Grosor de la rebanada	LV
Manchas en la corteza	C.A19O15	Tostado	HB
		Homogéneo	HB
		Arenoso	HB, LV
TEXTURA			
Masticable	C.A 22O15	Masticable	LV
Cohesividad	C.A 22O15	Cohesivo	iiDEA 1, iiDEA 2, LV
Arenoso	C.A 22O15, C.A 20O15	Arenoso	HB
Fibroso	C.A 20O15	Fibroso	iiDEA 1, iiDEA 2, LV
Dureza	C.A 20O15	Dureza	HB
Adhesivo	C.A 19O15	Adhesivo	N.M,iiDEA 1, iiDEA 2
Pulposo	C.A 22O15	Crujiente	TF
		Facturable	HB
		Áspero	HB
		Elástico	iiDEA 1, iiDEA 2
		Maleable	iiDEA 1, iiDEA 2, LV

Tabla 19 *continuación*. Resumen de perfil sensorial de guayaba

OLOR			
Ácido	C.A 20O15	Ácido	TF,N.M
Característico de guayaba	C.A 22O15	Característico de guayaba	iiDEA 1, iiDEA2
Dulce	C.A 22O15	Dulce	iiDEA 1, iiDEA2
Nota verde	C.A 20O15	Horneado	TF,N.M
		Nota a fermentado	LV,HB
		Fresco	iiDEA 1, iiDEA2
SABOR			
Dulce	C.A 22O15	Dulce	iiDEA 2, TF
Característico de guayaba	C.A 19O15	Característico de guayaba	
Ácido	C.A 20O15	Ácido	iiDEA1, N.M
Resabio astringente	C.A 20O15	Amargo	HB
		Tostado	LV, iiDEA 2
		Resabio metálico	LV
		Astringente	iiDEA1, N.M
		Resabio amargo	iiDEA1, N.M
		Resabio a guayaba	iiDEA1, N.M
		Intensidad de sabor	iiDEA1, N.M
		Fresco	iiDEA1, N.M

8.3.6 Prueba Afectiva

En la prueba de guayaba deshidratada se obtuvieron resultados para la prueba de aceptación, preferencia y gusto general.

La población analizada estuvo conformada por 65% mujeres y 35% hombres.

75% de la población dijo consumir fruta deshidratada, y 25 % dijo que no, de las personas que dijeron consumir fruta deshidratada un 51% dijo consumirlas “una vez al mes”, 28% dijo “una vez a la semana”, 26% dijo “una vez cada 6 meses”.

A continuación se presenta la Figura 69, donde se observan los resultados de la prueba de hábitos de consumo de frutas deshidratadas, donde la mayor parte de la población consume piña y manzana deshidratadas.

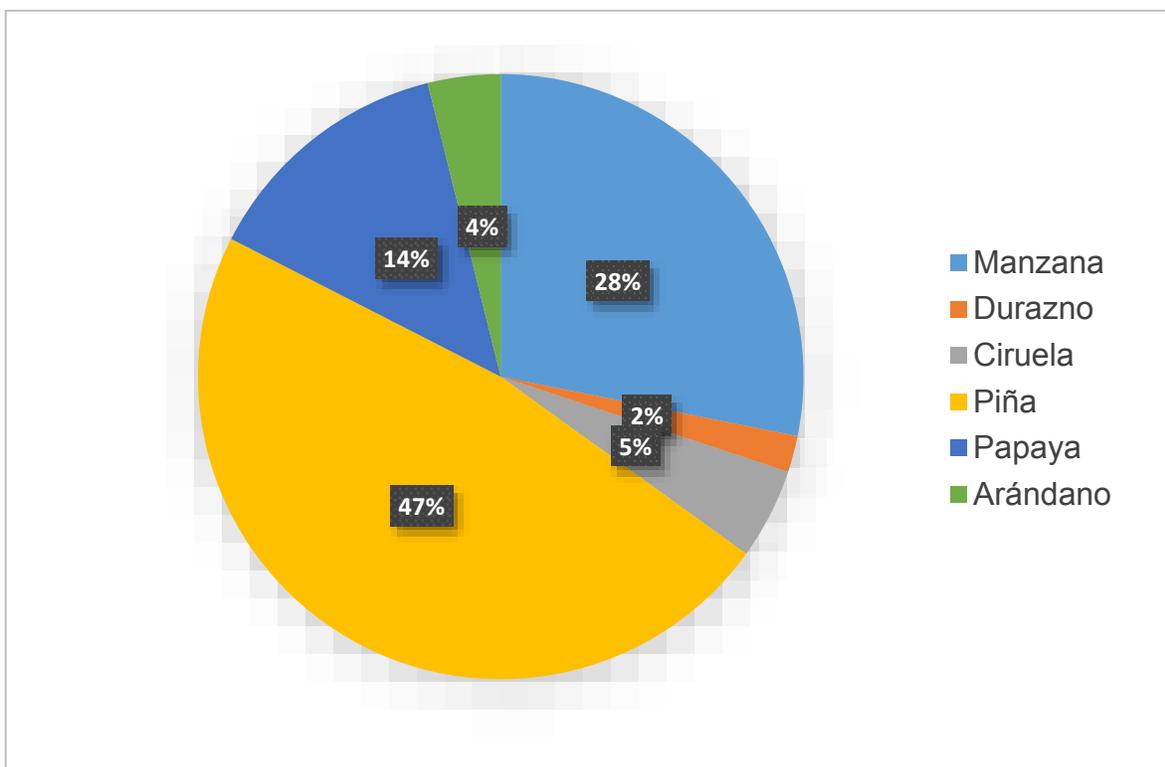


Figura 69. Gráfico de frecuencia de consumo de frutas deshidratadas en la prueba afectiva de Guayaba deshidratada.

Un 93% de la población no habían probado antes guayaba deshidratada, y el 7% que si la había consumido antes, lo hacen como snacks cada 6 meses aproximadamente.

A continuación en la Figura 70, se presenta un gráfico de preferencia de las muestras evaluadas sensorialmente, la más preferida fue Tostifrutas®, y la menos preferida es la muestra deshidratada por iiDEA.

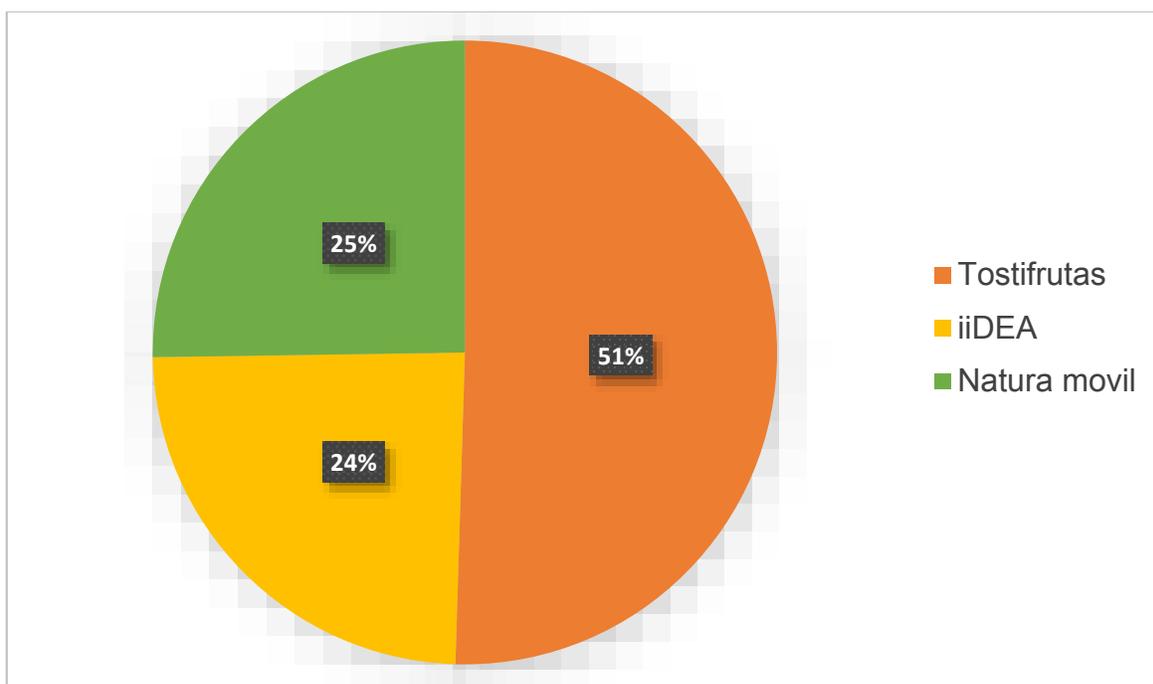


Figura 70. Gráfico de preferencia de frutas deshidratadas en la prueba afectiva de Guayaba deshidratada.

Solo un 35% de las personas, recomendarían la guayaba deshidratada por iiDEA a otra persona, el resto afirma que no lo haría.

En la Figura 71, se puede observar que le cambiarían a la guayaba deshidratada por iiDEA para obtener un mejor nivel de agrado.

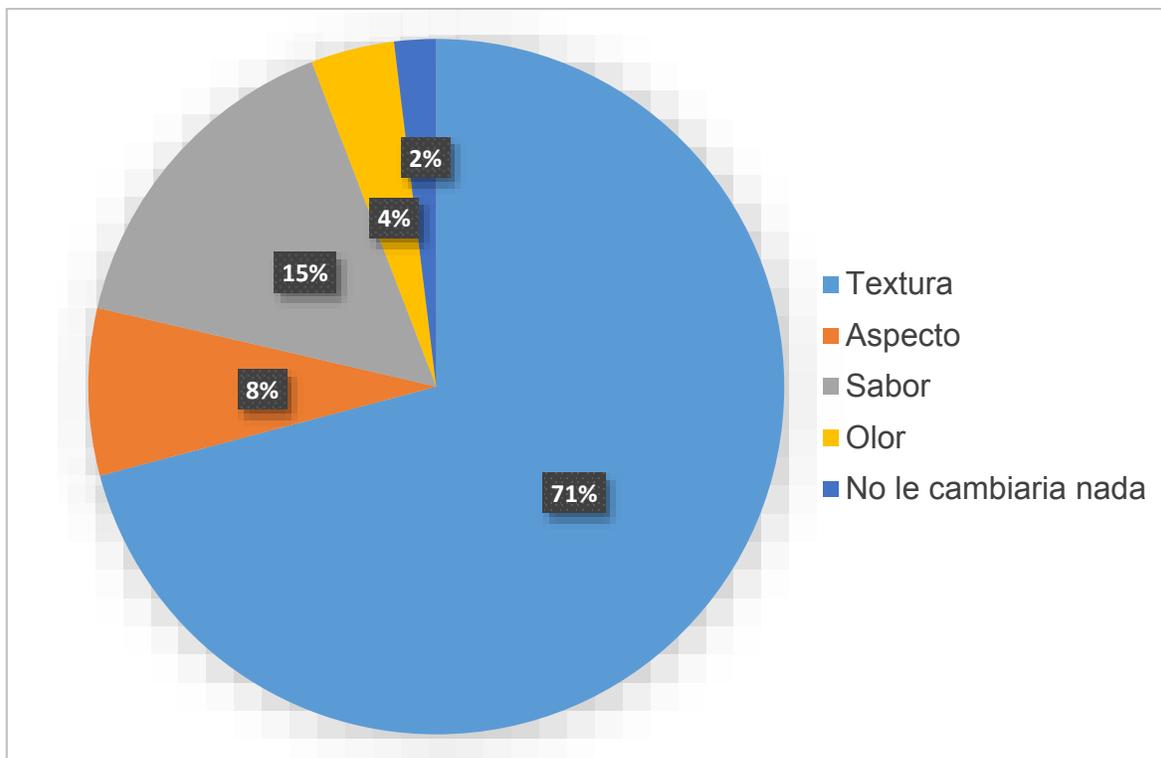


Figura 71. Gráfico de sugerencias para modificar la Guayaba deshidratada por iiDEA.

A los consumidores se les mostró un ejemplo de producto final, teniendo como referencia las muestras comerciales, se presentó un empaque transparente de celofán con 50 g de producto, y se les preguntó cuánto estarían dispuestos a pagar, y un 70% respondió que pagarían entre \$20.00-\$28.00 MXN; 21% pagaría de \$20.00- \$35.00 MXN.

En cuanto a la presentación, un 47 % no le agregaría nada ni la combinaría con otras frutas.

En general del cuestionario que se aplicó, se tiene que la mayor parte de los encuestados ya habían probado frutas deshidratadas, pero no precisamente guayaba, pero la textura no les agrado, por lo que se la modificarían, además de que fueron específicos en decir que las semillas desfavorecen al producto.

En la tabla 20, se muestran los resultados del ANOVA (análisis de varianza), para los atributos de aspecto, olor, sabor, textura y gusto general.

En general la muestra de guayaba deshidratada que gusto más a los consumidores fue de Tostifrutas® con un “ni me gusta; ni me disgusta”.

Tabla 20. Resultados de prueba de nivel de agrado de Guayaba deshidratada.

MUESTRAS	ASPECTO	OLOR	SABOR	TEXTURA	GUSTO GENERAL
liIDEA®	6.16±1.58 b	6.30±1.31 a	5.12±1.70 a	4.10±2.00 a	5.13±1.70 a
Natura móvil®	5.47±1.61 a	6.12±1.50 a	5.53±1.70 ab	4.67±2.10 b	5.33±1.72 ab
Tostifrutas®	5.40±1.71 a	6.42±1.60 a	5.88±1.60 b	5.17±1.98 b	5.70±1.57 b

El valor indica media± desviación estándar de 5 mediciones. Valores con letras diferentes presentan diferencia significativa $p>0.05$

Muestras deshidratadas comerciales= Natura móvil®, Tostifrutas®.

En la Figura 72 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de Aspecto de guayaba deshidratada, en el cual se observa que el componente F1 explica el 53.20% de la variabilidad de las muestras, y el F2 explica el 46.80% de variabilidad, ambos explican un 100 %. Los vectores en rojo representan la intensidad en agrado de cada consumidor, por las muestras.

Los consumidores se encuentran orientados más por la muestra de iiDEA, esto se relaciona con los resultados del ANOVA, que se observan en la tabla 20, donde la media en la prueba de nivel de agrado se ubica en la escala hedónica con el valor de 6.16 ± 1.58 que se refiere a “me gusta poco”.

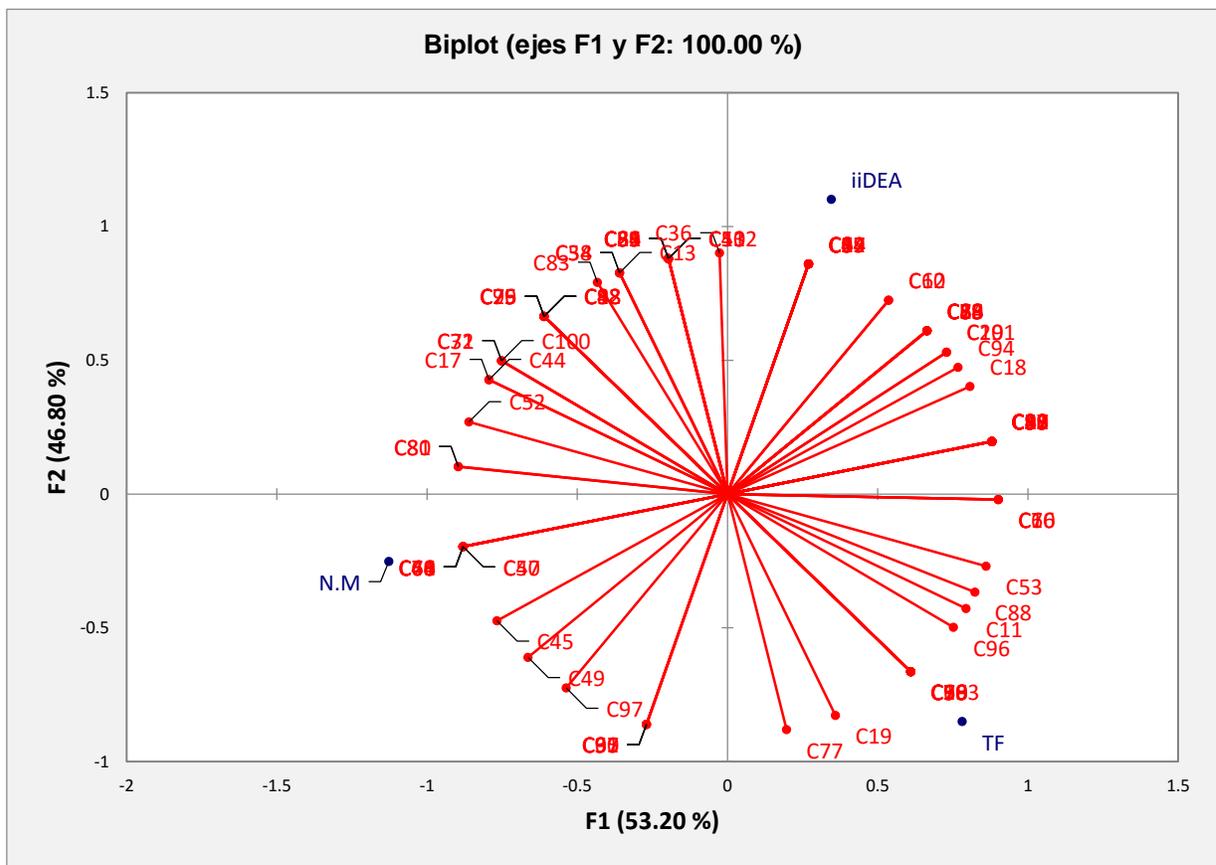


Figura 72. Internal Preference Mapping de ASPECTO de Guayaba deshidratada.

Muestras deshidratadas comerciales: N.M=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 73 se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de olor de guayaba deshidratada, en el biplot se observa que el componente F1 explica el 53.96% de variabilidad y el componente F2 explica el 46.04%; entre los dos explican el 100% de variabilidad de las muestras.

Las muestras gustan de manera semejante a los consumidores, no se aprecia una diferencia en la orientación de los vectores; en la tabla 20, la media de las 3 muestras evaluadas coincide en “me gusta poco”.

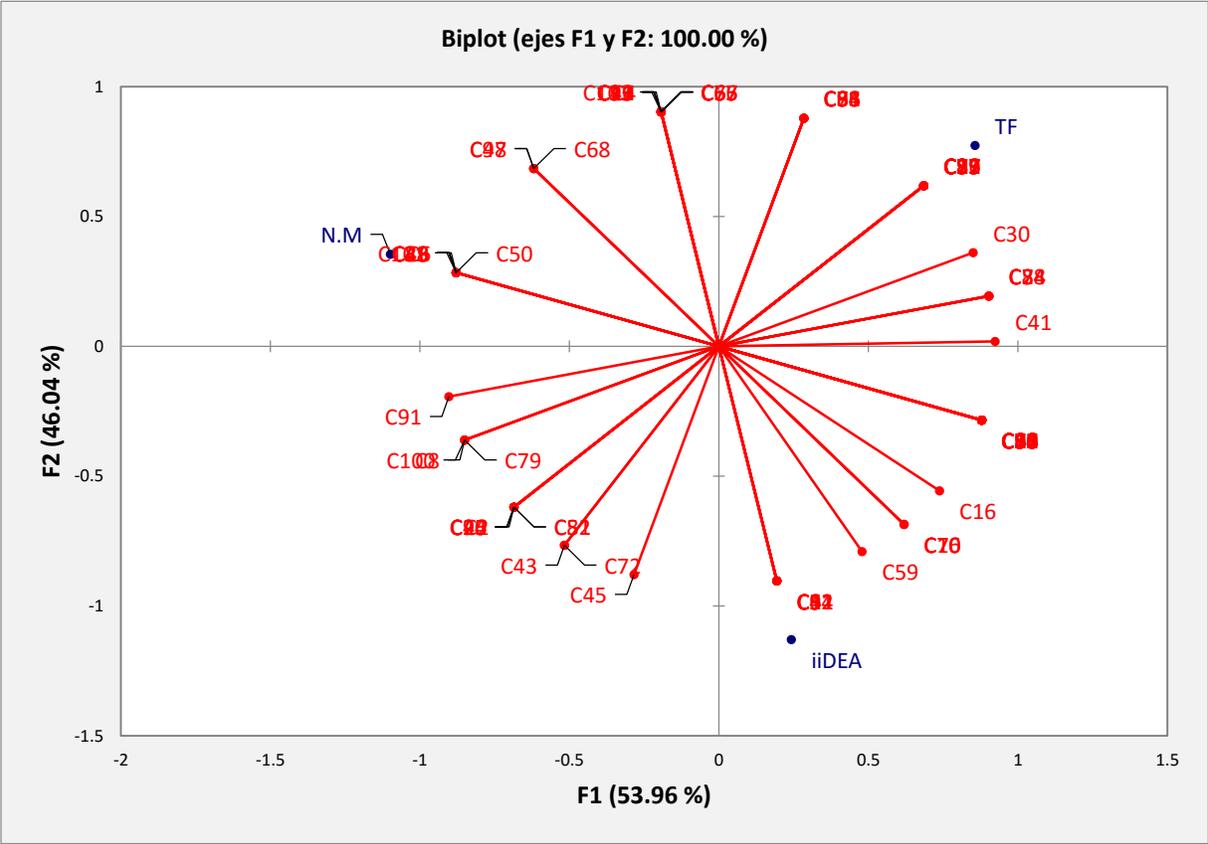


Figura 73. Internal Preference Mapping de OLOR de Guayaba deshidratada.

Muestras deshidratadas comerciales: N.M.=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 74, se observa el grafico del Internal Preference Mapping de Sabor de guayaba deshidratada, donde el componente F1 explica el 54.41% de la variabilidad de las muestras y el F2 explica el 45.59%, ambos explican el 100%, es este caso a la mayor parte de los consumidores les gustó la guayaba deshidratada Tostifrutas®, con la calificación “me gusta poco”, estadísticamente es similar a la muestra de Natura movil®, estos resultados se pueden observar en la tabla 20.

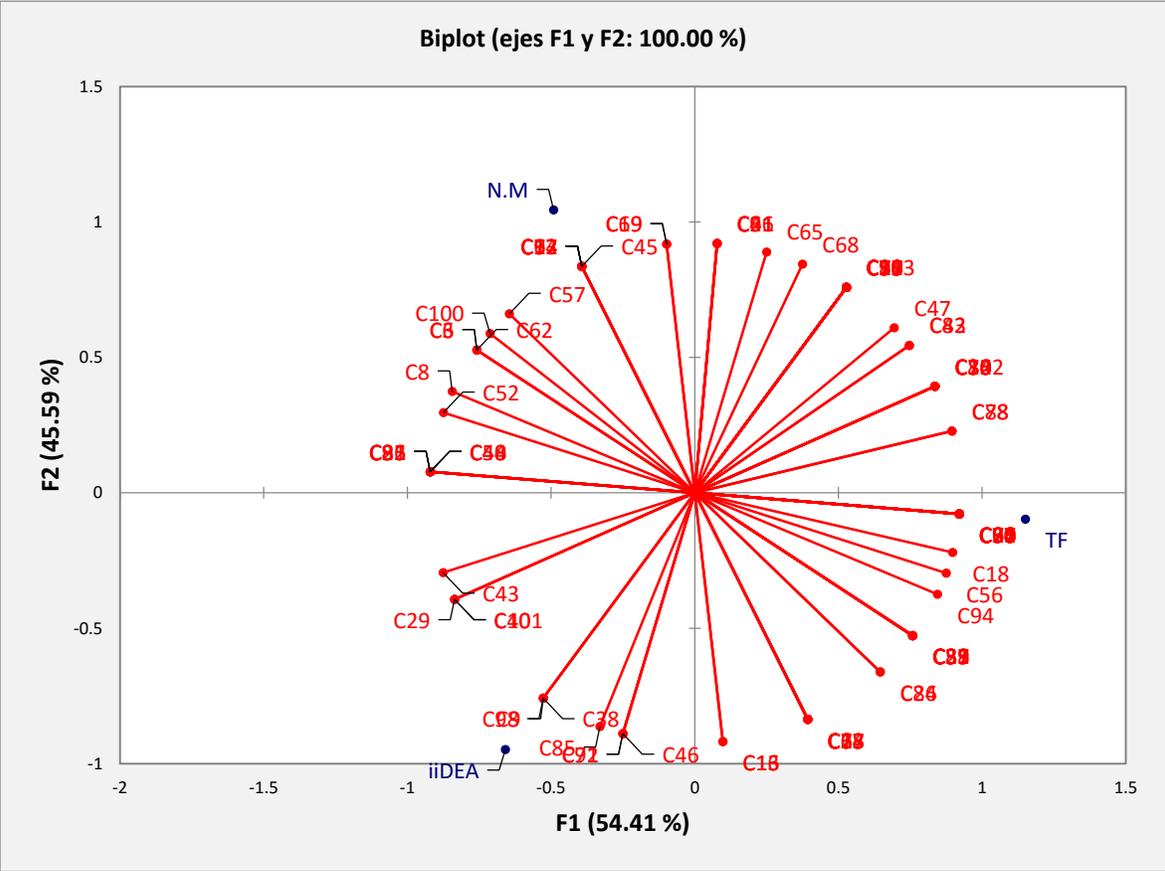


Figura 74. Internal Preference Mapping de SABOR de Guayaba deshidratada.

Muestras deshidratadas comerciales: N.M.=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 75 se observa el Internal Preference Mapping de Textura de guayaba deshidratada, con una variabilidad total de 100%, de donde F1 explica el 63.04 y F2 explica el 36.96%; el mayor número de vectores se encuentra orientados a la muestra de tostifrutas®, por lo que es esta guayaba deshidratada la que gusto más, y la muestra iiDEA® es la que menos gusto de las 3 que se presentaron.

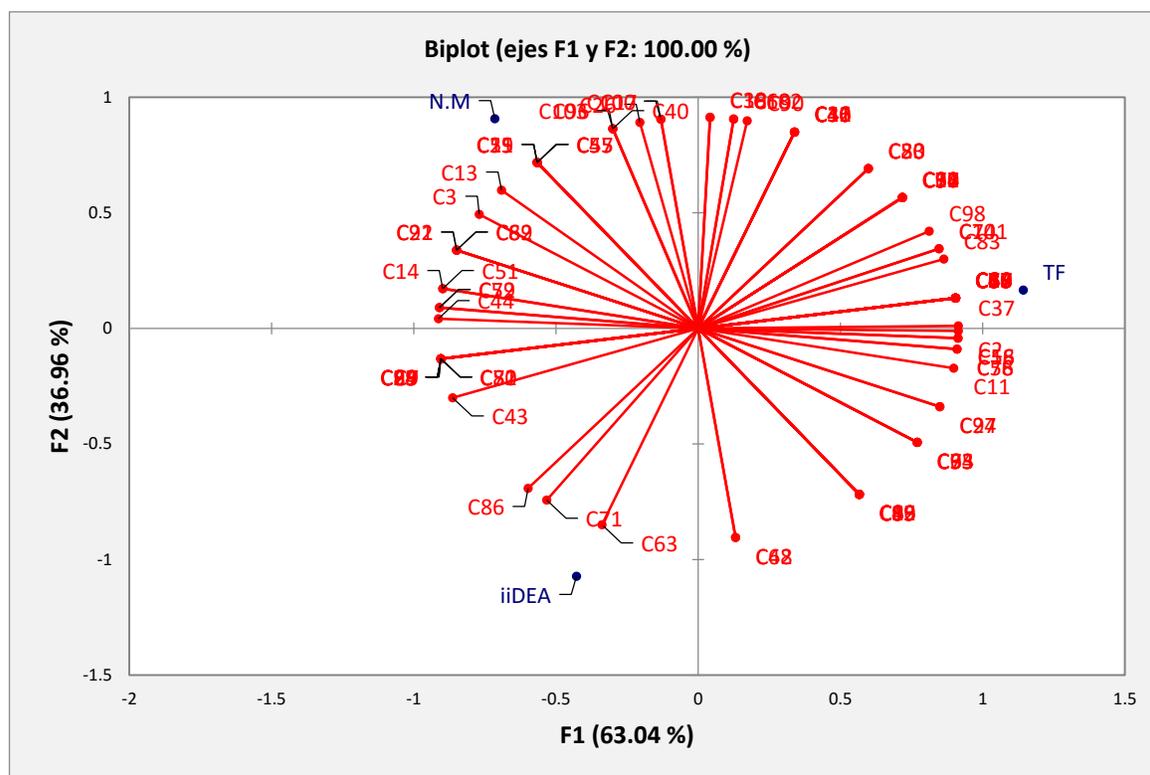


Figura 75. Internal Preference Mapping de TEXTURA de Guayaba deshidratada.

Muestras deshidratadas comerciales: N.M.=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

En la Figura 76, se muestra el biplot del Internal Preference Mapping de Gusto general, con una variabilidad total del 100%, donde la muestra que más gusto fue Tostifrutas®, con una media de 5.70 en la escala hedónica que corresponde a “Me gusta poco”, que se puede observar en la tabla 20.

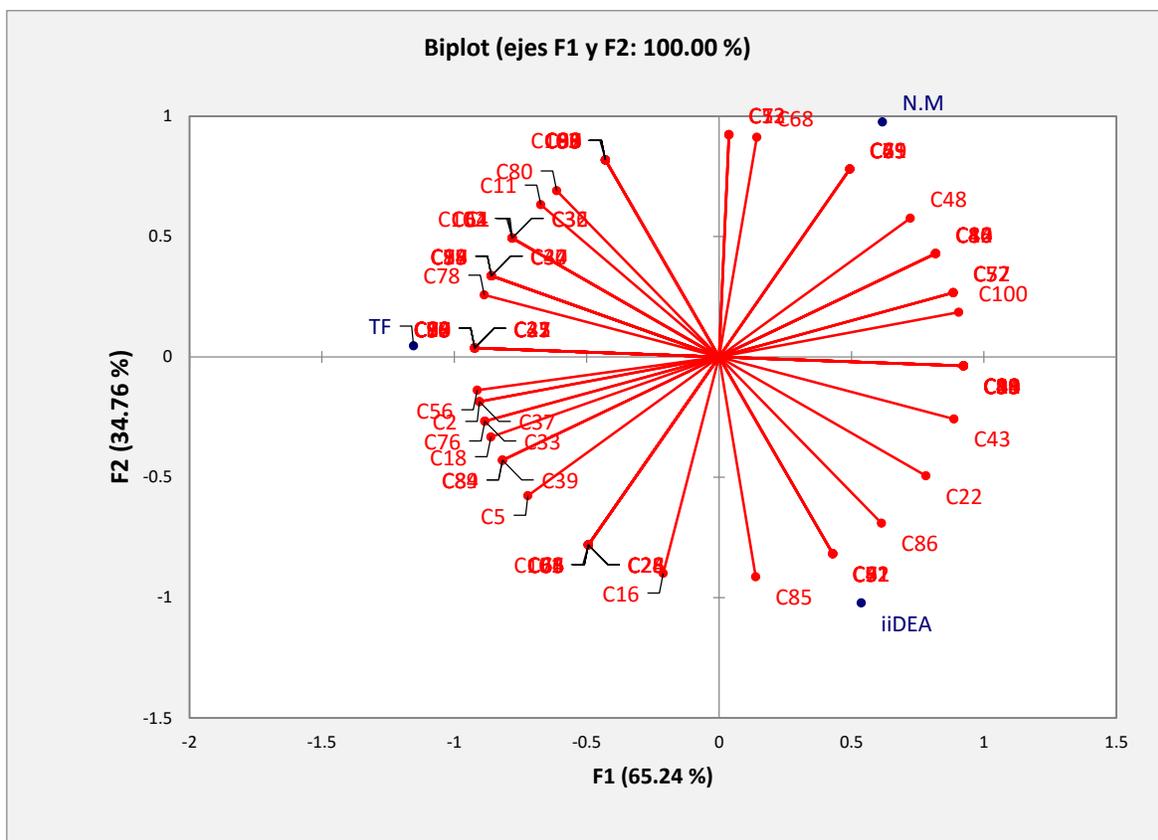


Figura 76. Internal Preference Mapping de GUSTO GENERAL de Guayaba deshidratada.

Muestras deshidratadas comerciales: N.M=Natura móvil® y Tostifrutas=TF®; iiDEA®=Deshidratado con energía geotérmica.

Los consumidores perciben a las frutas como productos con una imagen saludable, especialmente cuando están frescas (Briz et al., 2008)

Entre los motivos para el consumo de frutas se encuentra la salud es un motivo clave que impulsa el consumo de frutas (Rozin, 2006), pero otros motivos y barreras, tales como la percepción de la calidad, el precio y la facilidad de conseguirlas en el mercado (Harker et al., 2003), juegan un papel en la elección de consumir frutas.

Por lo tanto, los frutos secos podrían ser más convenientes para los consumidores, que es una motivación importante para el consumo de frutas. A pesar de que el consumo de frutas frescas se estudia a menudo, se han producido muy pocos estudios sobre el consumo de frutos secos.

En una encuesta y evaluación sensorial realizada por Jesionskowska et al., 2008, evaluaron a 70 consumidores 50% hombres y 50% mujeres de entre 25 y 30 años de Polonia, Países Bajos (Holanda) y Francia, que frecuentemente consumen frutos secos o por lo menos una vez al mes, se les preguntaron hábitos de consumo, preferencia en cuanto a fruta fresca, fruta deshidratada o productos con fruta deshidratada y la percepción de que tanto les gusta la fruta fresca y deshidratada (se utilizó una escala de 5 puntos). También los encuestados se agruparon de acuerdo al nivel sociodemográficos (sexo, edad, zona de la urbanización, y el nivel de educación) que se representaron mejor en la población holandesa por mostrar un alto nivel, el cuestionario que se aplicó fue igual, independientemente del país.

Los resultados muestran que el consumo de frutas frescas en Polonia es bajo en comparación con el consumo de frutos secos, pero en general consumen más fruta que en los Países Bajos. En comparación con estos dos países, los consumidores franceses estaban en algún punto intermedio.

La fruta que más consumen y consideran que es muy saludable fue la manzana, mismo resultado que se obtuvo en este estudio (Figuras 29 y 69)

Las manzanas y las ciruelas frescas lograron mejores resultados en las siguientes percepciones de salubridad en comparación con los frutos secos, siendo

consideradas por parte de los consumidores como más natural, más fácil de digerir, que contiene más vitaminas, y se come en lugar de dulces.

Los frutos secos en general ,tuvieron más altas calificaciones y fueron considerados por parte de los consumidores como que proporcionar energía, proporcionan más proteínas, se pueden comer en lugar de patatas fritas, que contienen azúcar (en comparación con sólo manzanas), y en comparación con ciruelas, siendo llenado, nutritivos y que contiene fibra.

En las percepciones, sin embargo, las manzanas y las ciruelas deshidratadas obtuvieron calificaciones más bajas al ser consideradas que tienen un más corto tiempo de conservación y de ser difíciles de almacenar. Además, las ciruelas se percibe que tiene una tendencia a causar manos pegajosas, como siendo menos fácil de comer, “al momento de salir “, “comer durante el viaje “, “comer en casa “, y “comer mientras estoy viendo la televisión” "en comparación con los frutos secos.

Finalmente, frutas frescas fueron percibidos como menos costoso en comparación con la fruta deshidratada, pero la fruta fresca resulta ser más conveniente por el hecho de que se puede almacenar o bien “guardarlo y comerlo después” y recibió un mayor agrado para los consumidores que trabajan en lugares como oficinas y se preocupan por su salud, por otro lado los encuestados mencionaron que en su país se debe tener un nivel económico para poder adquirir fruta fresca debido al alto costo con que se vende, en cambio en las pruebas afectivas que se realizaron en este proyecto, los participantes pueden adquirir frutas fresca con mayor facilidad.

9. CONCLUSIONES

- ∞ Se verifico que los procedimientos de Operación Estandarizados, que se aplicaron, son adecuados para asegurar la calidad microbiológica del producto final ya que permiten obtener resultados microbiológicos mejores que los obtenidos en productos comerciales en el mercado, cabe recordar que la calidad microbiológica se está evaluando por comparación con productos comerciales puesto que no hay norma.
- ∞ En el perfil sensorial de jitomate fresco se evaluaron 20 atributos característicos, solo por mencionar algunos se encuentran brillo, pulpa, húmedo, masticable, firme, arenoso, olor característico de jitomate, notas a fresco, dulce y ácido.
- ∞ En el perfil sensorial de jitomate deshidratado se evaluaron 22 atributos, solo por mencionar algunos se encuentran color, brillo, contenido de semilla, crujiente, masticable, adhesivo, olor y sabor dulce, notas verdes, flexible, salado.
- ∞ En el perfil sensorial de mango fresco se evaluaron 18 atributos, por mencionar algunos se encuentran fibroso, húmedo, jugoso, intensidad de olor, sabor y olor característico de mango.
- ∞ En el perfil sensorial de mango deshidratado se evaluaron 37 atributos, entre los que se encuentran apariencia homogénea, color, brillo, fibroso, cohesivo, flexible, intensidad de olor, olor característico de mango, sabor a mango fresco, notas verdes.
- ∞ En el perfil sensorial de guayaba fresca se evaluaron 22 atributos, entre los que se encuentran color, cantidad de semilla, corteza homogénea, cohesivo, arenoso, pulposo, ácido, nota verde, olor y sabor característico de guayaba.

- ∞ En el perfil sensorial de guayaba deshidratada se evaluaron 37 atributos de entre los cuales se encuentran presentes color, brillo, cantidad de semilla, arenosa, masticable, adhesiva, nota a fresco, olor y sabor característico de guayaba, resabio metálico.
- ∞ En el análisis instrumental de textura el lote de jitomate deshidratado con energía geotérmica del 09 de octubre de 2015, en la entrada de aire del deshidratador, presenta diferencia estadísticamente significativa con el resto de los lotes deshidratados por iiDEA®; la muestra comercial Sun Dried que declara provenir de un deshidratado solar presenta diferencia estadísticamente significativa con todas las muestra de jitomate deshidratado.
- ∞ En el análisis instrumental de textura de mango deshidratado, los 3 lotes de iiDEA® son estadísticamente diferentes entre sí, pero la muestra iiDEA® 1 es semejante a la muestra comercial Nature Heart®, y la muestra iiDEA®2 es semejante a la muestra comercial Tostifrutas®.
- ∞ En el análisis instrumental de textura de guayaba deshidratada, todas las muestras evaluadas son semejantes y estadísticamente distintas a la muestra de Tostifrutas®.
- ∞ Las frutas deshidratadas con energía de baja geotermia, sensorialmente conservan atributos de la materia fresca, entre los atributos característicos en general para las muestras deshidratadas resaltan notas dulces, adhesivo, textura flexible, olor y sabor característico de cada fruta, brillo, sabor ácido.
- ∞ Los atributos de las muestras de jitomate bola fresco (*Lycopersicum esculentum*), mango (*Mangifera indica L*) y guayaba (*Psidium guajava*), evaluadas sensorialmente, resultan ser diferentes en función del mes en que se cosechan por lo que la época de cosecha resulta ser un factor externo a considerar, a pesar de que las muestras son originarias de la misma región agrícola.

- ∞ La mayor parte la de población mexicana tiene el hábito de consumo de fruta fresca, por la facilidad de poder adquirirla, por tanto conocen poco de las frutas deshidratadas que se comercializan actualmente, y teniendo como referencia el precio de la fruta fresca, pagarían el mínimo por la deshidratada.
- ∞ En la prueba afectiva que se realizó de jitomate deshidratado, la muestra iiDEA® gusto más a los consumidores calificada en escala hedónica con un “me gusta poco” y presentando diferencia estadísticamente significativa con el resto de las muestras evaluadas, para mejorarla con consumidores comentan modificar la textura.
- ∞ En la prueba afectiva que se realizó de mango deshidratado, la muestra iiDEA® y Dried Mango® fueron calificadas en gusto general por parte de los consumidores como “me gusta moderadamente” en escala hedónica, es interesante que las dos muestras tengan el mismo nivel de agrado por parte de los consumidores, ya que la muestra iiDEA® no contiene aditivos y en cambio la muestra Dried Mango® contiene colorantes, conservadores y azúcares.
- ∞ En la prueba afectiva que se realizó de guayaba deshidratada, la muestra que más gusto por parte de los consumidores fue Tostifrutas® calificada con un “ni me gusta ni me disgusta”, valor 5 en escala hedónica de 9 puntos.

10.RECOMENDACIONES

- ∞ Difundir más información acerca de la tecnología para deshidratar con energía geotérmica.
- ∞ Evaluar más fruta fresca, para tener un muestreo más completo.
- ∞ Buscar más marcas de deshidratados en el país y realizar la evaluación para tener un conocimiento más amplio de los productos que actualmente se comercializan y esto ayudara a conocer la competencia directa.
- ∞ Contactar con productores de fruta en el país, y ofrecer la tecnología para deshidratar.
- ∞ Proponer una Norma en México para frutas deshidratadas.
- ∞ Realizar un estudio de mercado que permita identificar la población que se interese en consumir fruta deshidratada.
- ∞ Comercializar las frutas deshidratadas con energía geotérmica.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 📖 Abbott, Judith (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15:207-225.
- 📖 AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación (1997). *Análisis Sensorial, Asociación Española de Normalización y Certificación. Tomo 1: Alimentación. Recopilación de normas UNE, Madrid, España. págs. 253*
- 📖 Agencia de Servicios a la Comunicación y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA, 1996): “Estudios del mercado mundial de la guayaba”, *Revista claridades agropecuarias*. 14: 3-14.
- 📖 Aked, Julia. (2000). *The stability and shelf-life of food. USA: Woodhead Publishing Limited. chapter 11: 249-278.*
- 📖 Alibas, O.I., Akbudak, B. y Akbudak, N. (2007). Microwave drying characteristics of spinach. *Journal of Food Engineering*, 78(2):577–583.
- 📖 Alzamora S M., A López-Malo, M S Tapia. (2000). Overview on minimally processed fruits and vegetables. *Minimally Processed Fruits and Vegetables. Fundamental Aspects and Applications. USA: Aspen Publ. Gaithersburg, 2-9.*
- 📖 Ameny, M. A., Wilson, P. W. (1997). Relationship between hunter color values and b-carotene contents. white-fleshed african sweetpotatoes. *Journal of Science and Food Agriculture* 73:301-306.
- 📖 Andorrá, I., Landi, S., Mas, A., Esteve, B., Guillamón, J. (2010). Effect of fermentation temperature on microbial population evolution using culture-independent and dependent techniques. *Food Research International* 43: 773-779.
- 📖 Anza M, P., Riga, C Garbisu (2006). Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. *Journal of Food Quality*. 29:16-37.
- 📖 Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed: Acribia. Zaragoza, España. págs. 213-214.*

- ☞ Artés, F. (2007). Tratamientos Postrecolección del jitomate fresco. Tendencias e innovaciones. Grupo de post-recolección y refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
- ☞ Ashebir, D., Jezik, K., Weingartemann, H., Gretzmacher, R. (2009) Change in color and other fruit quality characteristics of tomato cultivars after hot-air drying at low final-moisture content. *Journal Food Sciences Nutrition*, 60(7):308-315.
- ☞ Bala, B.K. (1998). Solar drying systems: simulation and optimization. ed. Agrotech Publishing Academy, India.
- ☞ Bala, B.K. (2004). Experimental investigation of the performance of the solar tunnel drier for drying jackfruit for production of dried jackfruit and jackfruit leather. Annual Research report, Department of Farm Power and Machinery, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh.
- ☞ Bala, B.K. y Woods, J.L. (1994). Simulation of the indirect natural convection solar drying of rough rice. *Solar Energy*. 53(3):259–266.
- ☞ Baldwin E A., Goodner, A (2008). Interaction of volatiles, sugars and acids on perception of tomato aroma and flavor descriptors. *Journal Food Science*. 73:S294-S307.
- ☞ Baldwin, E A., Scott, J W., Shewmaker, C K., Schuch, W. (2000). Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanism for control of important aroma components. *Hort Science* 35:1013- 1022.
- ☞ Barbosa L., Lopes P S., Regazzi A J., Facioni S E., Robledo de Almeida Torres G. (2006). Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. *Rev. Bras. Zootec.* 35:1639-1645.
- ☞ Barreiro, J., Sandoval, A. (2006). Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas. Equinoccio, Valle de Sartenejas, Baruta, Venezuela.

- 📖 Beaulieu, J C., Baldwi, E A (2002). Flavor and aroma of fresh-cut fruits and vegetables. Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market. USA: O Lamikanra. Págs. 391-425.
- 📖 Beecher, G., (1998). Food, phytonutrients, and health forum and workshops. USDA, Beltsville, MD.
- 📖 Belitz,H.D y Grosch,W. (1988). Química de los Alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza. España. págs. 605-619.
- 📖 Berset, C., Caniaux, P. (1983). Relationship between color evaluation and chlorophyllian pigment content in dried parsley leaves. *Journal of Food Science* **48**:1854-1857.
- 📖 Besser, R.E., Lett, S.M., Weber,J T., Doyle, M.P., Barrett, T J., Wells J .G., Griffin P.M. (1993). An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from Escherichia coli 0157:H7. Fresh pressed apple cider. *Journal* of the American Medical Association. 269: 2217-2220.
- 📖 Beullens K, P., Meszaros, S ., Vermeir, D., Kirsanov, A ., Legin, S ., Buysens, S. N. (2008). Cap, B M Nicolai, J Lammertyn Analysis of tomato taste using two types of electronic tongues. *Sensors & Actuators B Chemical* 131:10-17.
- 📖 Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.M., Botsoglou, E., Govaris, A. y Papageorgiou, G. (2003). The effects of dietary oregano essential oil and a-tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65:1193–1200.
- 📖 Bourne,M. (2002). Food texture and viscosity.Concept and measurement, 2da edición, Editorial Academic Press, Londres, Inglaterra, págs. 1-32.
- 📖 Brackett, R.E. (2001). Frutas, hortalizas y granos. Microbiología Moderna de los Alimentos. 2ª edición. Acribia, Zaragoza, España, págs. 121-130.
- 📖 Breve historia de la energía geotérmica. 2005 (s.f.). En G. L. Trillo, Guía de la Energía Geotérmica (pág. 26.34). Madrid: La Suma de Todos.
- 📖 Briz, T., Sijtsema, S. J., Jasiulewicz, A., Kyriakidi, A., Dolors Guàrdia, M., Van den Berg, I., et al. (2008). Barriers to fruit consumption: driving forces behind consumer behaviour. *Scripta Horticulturae*, 8, 7-18

- 📖 Buttery, R., Ling, L (1993). Volatiles of tomato fruit and plant parts: relationship and biogenesis. *Bioactive Volatile Compounds from Plants*. Teranish R, Buttery R, Sugisawa H (eds). ACS Books. Washington D.C. págs. 23-34.
- 📖 Calvo, C., Durán, L. (1997). Propiedades físicas II. Ópticas y color. *Temas en Tecnología de Alimentos*. Acribia, México, D.F., México, págs. 261-288.
- 📖 Camargo, C., Silva, M (1977). Análisis de Carbohidratos por cromatografía de gases y su aplicación a un proceso industrial del mango. *Frutas tropicales*. Universidad Nacional, Bogotá,
- 📖 Cañizares-Chacín, Adolfo E., Bonafine, O., Laverde, Dierman. (2006). Manejo postcosecha del cultivo del mango en el oriente de Venezuela. *INIA Divulga*. 9:4346.
- 📖 Cárcel, J.A., García-Pérez, J.V., Riera, E., Mulet, A (2007). Influence of high intensity ultrasound on drying kinetics of persimmon. *Drying Technology*. 25:185-193.
- 📖 Cardello, H., Cardello, L. (1998). Teoría de vitamina C, actividad de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimiento. *Ciencia e Tecnología de alimentos* 18(2), 211-217.
- 📖 Castro, E. y De Hombre, R., (2007). “Parámetros mecánicos y textura de los alimentos “, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química., La Habana, Cuba, págs.1-29;108-129.
- 📖 Cayre, M., Vignolo, G., Garro, O. 2003. Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. *Food Microbiology* 20: 561 566.
- 📖 Centro de Investigación para el mejoramiento de la Agroindustria Panelera y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2000). La agroindustria de la guayaba en la Provincia de Vélez en el Departamento de Santander, Colombia. Barbosa: CIMPA y CORPOICA, págs. 21.

- 📖 Chauhan O P., Raju, P S., Dasgupta, D K., Shylaja, R., Sudhakar, R., Bawa, AS. (2006). Modified/controlled atmosphere storage of minimally processed mango slices (Var. Arka anmol). *American Journal Food Technology* 1:105-116.
- 📖 Chavarri, M; Vegas, A; Zambrano, A Y., Jhonny R. (2004). Transformación de embriones somáticos de mango por biobalística. *Interciencia .Asociación Interciencia Venezuela* 29(5):261 266.
- 📖 Chyau C.; Chen S.; Wu M.(1992). Differences on volatile and non-volatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn.) *Journal Agricultural Food Chemistry* , 40: 846-849.
- 📖 Cienfuegos, Z E., García H S., Mata, M., Tovar, G B. (2004). Aceleración de la maduración de mango 'Kent' refrigerado. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 27:359-366.
- 📖 Cornwell, C.J.; Wrolstad, R.E. (1981). Causes of browning pear juice concentrate during storage. *Journal of Food Science* 46: 515-518.
- 📖 Creced Provincia de Vélez. (2000). La agroindustria de la guayaba en la provincia de Vélez, Departamento de Santander. Subdirección de sistemas de producción. Programa nacional de maquinaria y postcosecha. Documento técnico. Págs.: 15-17.
- 📖 Cueto, M. (2010). Determinación del Efecto Inhibitorio del Aceite Esencial y Diferentes Extractos de Orégano (*Lippia berlandieri schauer*) sobre el Crecimiento de *Fusarium oxysporum* tanto In Vitro como en Plántula de Jitomate. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México D.F., México.
- 📖 Dairou, V., Sieffermann, J.M., (2002). A comparison of 14 jams characterized by Conventional Profile and a Quick method, the Flash Profile. *Sensory and Nutritive Qualities of Food.* Vol. 6 826-834.
- 📖 De Souza B S., O'Hare, T J., Durigan, J F., de Souza,P S .(2005). Impact of atmosphere, organic acids, and calcium on quality of freshcut 'Kensington' mango. *Postharvest Biology and Technology* 42:161-167.

- ☞ Defilippi B.; Manriquez D.; Luengwilai K.; González M. (2009). Aroma volatiles: Biosynthesis and mechanisms of modulation during fruit ripening. *Advances in Botanical research*. Elsevier págs. 17-53.
- ☞ Dehlholm, C., Brockhoff, P. B., Bredie, W. L. (2012). Confidence ellipses: A variation based on parametric bootstrapping applicable on Multiple Factor Analysis results for rapid graphical evaluation. *Food Quality and Preference*, 26, 278–280.
- ☞ Diaz-Maroto, M.C., Gonzalez-Vinas, M.A, Cabezudo, M.D (2003). Evaluation of the effect of drying on aroma of parsley by free choice profiling. *European Food Research and Technology*. 216:227–232.
- ☞ Doymaz, I. (2007). Air-drying characteristics of tomatoes. *Journal of Food Engineering* 78(4):1291–1297.
- ☞ Drake, M. (2008). Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal Dairy Science*, 90: 4925 – 37.
- ☞ Durán, F. (2006). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Grupo Latino Ltda., Cartagena, Colombia.
- ☞ El-Aouar, A.A., Azoubel, M.P., Barbosa, L.J. y Murr, X.E.F. (2006). Influence of osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Food Engineering* 75: 267-274.
- ☞ Eskin, N A. (1979). Aldehydes, alcohols, and esteres: Biogenesis. In: *Plant Pigments, Flavors and Textures. The Chemistry and Biochemistry of Selected Compounds*. España.Academic Press. New York págs: 94-107.
- ☞ FAO y OMS, (2003). “Garantía de la inocuidad y Calidad de los Alimentos: Directrices para el Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de Alimentos”, Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y8705s/y8705s00.htm>, (consultada diciembre, 2015).
- ☞ Faostat, (2008). *fao Statistics, Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome. Disponible en <http://faostat.fao.org>. (consultada diciembre, 2015).

- 📖 Feng, H., Tang, J., Cavalieri, R.P. y Plump, O.A. (2001). Heat and mass transport in microwave drying of porous materials in a spouted bed. *American Institute Chemical Engineers Journal*. 47(7):1499–1511.
- 📖 Fleet, G. (2003). Yeast interactions and wine flavour. *International Journal of Food Microbiology* 86, 11–22.
- 📖 Forsythe, S., Hayes, P. (2002). *Higiene de los Alimentos, Microbiología y HACCP*. 2ª edición. Acribia, Zaragoza, España.
- 📖 Freitas, R T., Gonçalves, T M., Oliveira, A I. (2004). Avaliação de carcaças de suínos da raça Large White utilizando medidas convencionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33:2037-2043.
- 📖 García-Barrón, S. E. (2012). Efecto de la región de procedencia del agave y las condiciones de fermentación sobre el perfil aromático de mezcal. Tesis de Maestría en Procesos Agroindustriales, México.
- 📖 Gil, M I., Aguayo, E., Kader, A A. (2006). Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *J. Agriculture Food Chemistry* 54:4284-4296.
- 📖 Gilbert, R.J., De Louvois, J., Donovan, T., Little, C., Nye, K., Ribeiro, C.D., Richards, J., Roberts, D., Bolton, F.J. (2000). PHLS Advisory Committee for Food and Dairy Products). Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable Disease and Public Health*. 3:163-167.
- 📖 González I. A. (2007). Estudio del aroma de la guayaba (*Psidium guajava* L.) de la hoya del río Suárez por HS-MEFS. Trabajo de grado. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- 📖 González-Aguilar, G A., Wang, C., Buta, J G. (2000). Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging. *Journal Agricultural Food Chemistry* 48:4204-4208.
- 📖 González-Aguilar, G., Celis, J., Sotelo-Mundo, R R., De la Rosa L A., Rodrigo-García, J., Álvarez-Parrilla, E. (2008). Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5 °C. *Journal Food Science and Technology*. 43:91-101.

- 📄 González-Aguilar, G. A., Ruiz-Cruz, S., Cruz-Valenzuela, R., Rodríguez-Félix, A., Wang, C. (2004). Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *Food Sciences Technology Lebensmittel-Wissenschaft and Technologies* 37:369-376.
- 📄 Gower, J. C. (1975). Generalized procrustes analysis. *Psychometrika* 40(1), 33-51.
- 📄 Greenhoff, K. y HJH MacFie. (1999). Cartografía de preferencias en la práctica. En la medición de las preferencias alimentarias. Editores: HJH MacFie y DMH Thomson. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- 📄 Harker, F. R., Gunson, F. A., & Jaeger, S. R. (2003). The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 333-347.
- 📄 Hawaree, N., Chiewchan, N., y Devahastin, S. (2009). Effects of drying temperature and surface characteristics of vegetable on the survival of Salmonella. *Journal of Food Science* 74, E16–22.
- 📄 Hawlader, M.N.A., Uddin, M.S., Ho, J.C. y Teng, A.B.W. (1991). Drying characteristics of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 14(4): 259-268.
- 📄 Heredia, A., Barrera, C. y Andrés, A. (2007). Drying of cherry tomato by a combination of different dehydration techniques. Comparison of kinetics and other related properties. *Journal of Food Engineering*. 80(1):111–118.
- 📄 Hernández, J. (2009). Evaluación de la Calidad Fisicoquímica del Jitomate Margariteño (*Lycopersicon esculentum* variedad España) durante su Almacenamiento Poscosecha a Distintas Condiciones de Conservación. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Boca del Río, Venezuela.
- 📄 Huu-Thuan, B., Makhlof, J. y Ratti, C. (2010). Postharvest ripening characterization of greenhouse tomatoes *International Journal of Food Properties*. 13:830–846.
- 📄 Infante, F., Quilantán J., Rocha, F., Esquinca, H., Castillo, A., Ibarra Núñez, G., Palacio, V. (2011). Mango Ataulfo: Orgullo chiapaneco. *CONABIO. Biodiversitas*, 96:1-5

- 📖 Janjai, S. y Bala, B.K. (2012). Solar Drying Technology. Food Engineering Reviews 4:16–54.
- 📖 Jay, J. (2002). Microbiología Moderna de los Alimentos. 4ª edición. Acribia, Zaragoza.
- 📖 Jesionkowska, K., Sijtsema, S. J., Konopacka, D., & Symoneaux, R. (2009). Dried fruit and its functional properties from a consumer's point of view. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, (Special issue), 85-88. http://www.jhortscib.com/isafruit/isa_pp085_088.pdf ISAFRUIT.
- 📖 Jesionskowska, K., Sijtsema, S., Simoneaux, R., Konopacka, D., & Pqocharski, W. (2008). Preferences and consumption of dried fruit and dried fruit products among Dutch French and Polish consumers. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16, 261-274.
- 📖 Jha SN, Kingsly ARP, Chopra S. (2006). Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. J Food Eng. 2006;72: 73–76.
- 📖 Jiokapa. N.Y., Nuadje, G.B., Raoult-Wack, A-L.y Giroux, F. (2001). Déshydratation imprégnation par immersion de rondelles de mangue (*Mangifera indica*): influence de la température et de la concentration de la solution sur les cinétiques de certains éléments constitutifs du fruit. Fruits, 56:169–177.
- 📖 Kader, A.A.(2002).Guayaba, recomendaciones para mantener la calidad poscosecha, Departament of Pomology, University of California, Davis CA 95616, traducido, por Clara Pelayo, Depto. de Biotecnología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F.
- 📖 Kohli, K., Qadry, J. S., Ali, M. (1987). Protein, amino acids and ascorbic acid in some cultivars of mango. Journal of Science of Food and Agriculture, 39, 247–252.
- 📖 Laguado, N., Marín, M., Arenas de Moreno, L., Araújo, F., Castro de Rincón, C., Rincón, A. (2002). Crecimiento del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) del tipo Criolla Roja. Revista Facultad Agronomía 19 (4): 273–283.

- 📖 Lamúa, M. (2000). *Aplicación del Frío a los Alimentos*. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- 📖 Laroche, C., Fine, F., Gervais, P. (2004). Water activity affects heat resistance of microorganisms in food powders. *International Journal of Food Microbiology* 97(3):307– 315.
- 📖 Lawless, H. T., Heymann H. (1998). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. Ed. Springer, United State of America. Págs.1-12, 341-371.
- 📖 Lee, H. S. (2000). Objective measurement of red grapefruit juice color. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **48**(5), 1507-1511.
- 📖 Lee, H.S., Coates, G. A. (2002). Characterization of color fade during storage of red grapefruit juice concentrates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**, 3988-3991.
- 📖 Lee, JaeHwan and Schwartz, Steven J. (2006). Pigments in plant foods. In *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. Vol 1. (págs. 14-1 - 14-13). Boca Raton, FL, USA: CRC Press - Taylor & Francis Group, LLC.
- 📖 Lin, D S., Leonard, S W., Lederer, C., Traber, M G., Zhao (2006). Retention of fortified vitamin E and sensory quality of fresh-cut pears by vacuum impregnation with honey. *Journal of Food Science*. 71: 553-559.
- 📖 Lizana, A. (1991). Capítulo 6. Aspectos de postcosecha. En: *Memorias curso taller manejo postcosecha de frutas frescas para exportación*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, pág. 216.
- 📖 López-Enríquez, y mercado-silva. (2006). *Cambios fisiológicos y de calidad en guayaba mínimamente procesada*, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- 📖 Lu, Y., Turley, A., Dong, X. y Wu. C. (2011). Reduction of Salmonella entérica on grape tomatoes using microwave heating. *International Journal of Food Microbiology* 145:349–352
- 📖 Maneerat C, Y H., Hiroshi, K H., Sakamoto, K., Osajima, Y. (2002) Application of the porapak q column extraction method for tomato flavor volatile analysis. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 50:3401-3404.

- 📖 Mares, D. (1991). La irrupción del mercado internacional en México. Consideraciones teóricas y un estudio de caso. México: El Colegio de México.
- 📖 Martinez, M. V., & Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 195–200.
- 📖 Martínez-Ferrer, M., Harper, C., Pérez-Muñoz, F., Chaparro, M. (2002) Modified atmosphere packaging of minimally processed mango and pineapple fruits. *Journal Food Science*, 67:3365-3371.
- 📖 Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 177–182.
- 📖 McEvily, A., Iyengar, R., Otwell, W. S. (1992). Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32(3), 253–273.
- 📖 Meilgaard, M., Civille, G V., Carr, B T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press. Boca Raton, FLA, USA. págs.: 199-222.
- 📖 Millard, P.S., Gensheimer, K.F., Addiss, D.G., Sosin, D.M., Beckett, G.A., Houck-Jankoski, A., Hudson A. (1994). An outbreak of cryptosporidiosis from fresh-pressed apple cider. *Journal of the American Medical Association* 272: 1592-1596.
- 📖 Ministério da Saúde Brasil. (1978). Resolução CNNPA nº 12, de 1978 Frutas secas ou dessecadas. Brasil: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Vol. 12-1978, pág.75
- 📖 Ministerio de la Protección Social de Colombia. (2011). Proyecto de resolución Frutas. Bogotá. Pág. 2.
- 📖 Ministerio de Salud Del Perú. (2003). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano de los grupos de alimentos y criterios microbiológicos Vol. 615, pág.24.

- ☞ Mohsenin, NN. (1986). Properties of Plant and Animal Materials, 2ª ed. Gordon & Breach Science Publishers; Vol. 53:25-33.
- ☞ Mónica, I., Shene, C., Scheuermann, E., Bifani, V. (1994). Correlation for pigment content through color determination using tristimulus values in a Green leafy vegetable, swiss chard. Journal Science of Food Agriculture **66**, 527-531.
- ☞ Monsalve, J., Machado, M. (2007). Evaluación de dos metodos de deshidratación del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad manzano. Multiciencias. 7(3):256-265.
- ☞ Monteiro, V.B., Nunes, E E., Vilela, F F., de Oliveira, L C., de Barros, E V., Romaniello, C A. (2004). Avaliacao da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. Revista Brasileira de Fruta, 26:540-543.
- ☞ Moskowitz, H. R. (1983) Product Testing and Sensory Evaluation of Foods. Food & Nutrition Press, Trumbull, Conn., USA. pág: 2430.
- ☞ Mulet, A., Sanjuán, N., Bon. J. y Simal, S. (2000). Drying model for highly porous hemispherical bodies. European Food Research and Technology. 210(2):80-83.
- ☞ Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F., Maccarone, E. (2008). Partial dehydration of cherrytomato at different temperature, and nutritional quality of the products. Food Chemistry, 111(4):887-891.
- ☞ Narain, N., Galvao, M S., Santana, K L., Silveira, J J. (2010). Volatile compounds in tomato-based dried products. Drying Technology. 28:232-239
- ☞ Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico. México. Secretaría de Salud.
- ☞ Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- ☞ Norma Oficial Mexicana. México. Secretaría de Salud. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa. Norma Oficial Mexicana. México.

- ☞ Norma Oficial Mexicana.NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de microorganismos coliformes. NMP. México. Secretaría de Salud.
- ☞ Norma Mexicana NMF-233-1982. Alimentos para humanos. Especies y condimentos. Cebolla deshidratada. Dirección general de normas.
- ☞ Norma Mexicana NMX-F-250-S-1980. Ajo deshidratado. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- ☞ Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365: 3065-3081
- ☞ Pastor, M. V., Costell E., Izquierdo L., Durán, L. (1996). Perfil descriptivo de néctares de melocotón. Evaluación de jueces y de atributos con el análisis de Procrustes generalizado. *Food Science and Technology International*, 2; 219-230.
- ☞ Péneau, S., Brockhoff, P B., Hoehn, E., Escher, F., Nuessli, J. (2007).Relating consumer evaluation of apple freshness to sensory and physico-chemical measurements. *Journal Sensory Studies*, 22:313335.
- ☞ Pérez, A G., Sanz, C.(2008).Formation of fruit flavor. In: *Fruit and Vegetables Flavor*. B Brüker, S G Wyllie (eds). CRC Press. Boca Raton, Boston, New York Washington, D.C. pp: 41-70.
- ☞ Pérez, M., Belmonte, S., Martínez, J. (1998). Estudio microbiológico de los alimentos elaborados en comedores colectivos de alto riesgo. *Revista Española de Salud Pública*. 72(1):67-75.
- ☞ Pesek, C. A., Warthesen, J. J. (1987). Photodegradation of carotenoids in a vegetable juice system. *Journal of Food Science* **52**(3), 744-746.
- ☞ Piggott J R, Schaschke, C J. (2001). Release cells, breath analysis and inmouth analysis in flavor research. *Biomol. Engineer, United State of America*. 17:129-136.
- ☞ Pikal, M.J., Roy, M.L., Shah, S. (1984). Mass and heat transfer in vial freeze-drying of pharmaceuticals: role of the vial. *Journal of pharmaceutical sciences*. 73:1224–1237.

- 📖 Plotto, A J., Bai, J., Narciso, J., Brecht, K., Baldwin, E A. (2006) .Ethanol vapor prior to processing fresh-cut mango storage by decreasing spoilage, but does not always delay ripening. *Postharvest Biology and Technology* 39:134-145.
- 📖 Poubol, J. and Izumi, H. (2005) Shelf life and microbial quality of fresh-cut mango cubes stored in high CO₂ atmospheres. *Journal Food Science* 70:M69-M74.
- 📖 Qüesta, A G., Rodríguez, S C., Generoso, S., Soliba, R M. (2007) El análisis sensorial. Herramienta para evaluar calidad en vegetales mínimamente procesados. In: *Avances Tecnológicos en el Procesado Mínimo Hortofrutícola, Aspectos Nutricionales y Sensoriales*. G A González-Aguilar, J F Ayala-Zavala (eds). Cartagena, Murcia. España. págs: 63-70.
- 📖 Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., Debevere, J. (2004) Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*. 15:259-270.
- 📖 Rahman, M., Shafiur., Perera., Conrad, O. (1999). Drying and food preservation. In *Handbook of food preservation*. New York, NY, USA: Marcel Dekker. págs. 173-216.
- 📖 Rajkumar, P., Kulanthaisami, S., Raghavan, G.S.V., Gariépy, R.Y. y Orsat, V. (2007). Drying Kinetics of Tomato Slices in Vacuum Assisted Solar and Open Sun Drying Methods. *Drying Technology*. 25(7-8):1394-1357.
- 📖 Ramírez-Navas, J. (2012). *Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor*. Cali: Reciteia.
- 📖 Rattanapanone N, Lee, Y., Wu, T., Watada, AE. (2001) Quality and microbial changes of fresh-cut mango cubes held in controlled atmosphere. *Hortscience* 36: 1091-1095.
- 📖 Rencher, A C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. 2da ed. John Wiley & Sons. New York, USA. 708 p.
- 📖 Ribeiro, M. S., Sabaa-Srur, A. U. O. (1999). Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. Rosa comaçúcares. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 19(1),118-122.

- 📖 Rico, D., Martín-Diana, A B., Baratb, J M., Barry-Ryana,C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit vegetables: a review. *Trends Food Science and Technology*. 18:373-386.
- 📖 Rivera-López, J., Vázquez-Ortiz, F A., Ayala-Zavala, J F., Sotelo-Mundo, R R., González-Aguilar, G A. (2005) Cutting shape and storage temperature affect overall quality of fresh-cut papaya cv. 'Maradol'. *Journal Food Science*, 70:482-489.
- 📖 Ronceros, B., Leiva, J., Burgos, E., Pardo, L. (2008). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad del jitomate deshidratado. *Información Tecnológica* 19, 3 -10.
- 📖 Rosenthal, A. (2001). "Textura de los alimentos. Medida y percepción", Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, págs.1-16; 99-145; 251-269.
- 📖 Rozin, P. (2006). The integration of biological, social, cultural and psychological influences on food choice. In R. Shepherd, & M. Raats (Eds.), *The psychology of food choice* (pp. 19-40). Wallingford: CABI.
- 📖 Sacilik, k., keskin, R., Elicin, A.K. (2006). Mathematical modeling of solar tunnel drying of thin layer organic tomato. *Journal of Food Engineering*. 73(3):231–238.
- 📖 Sahin, S y Gülüm, S. (2009). "Propiedades físicas de los alimentos", Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, pp106-113.
- 📖 Salinas-Hernández, R M., Pirovani, M E., Ulín-Montejo, F., G A González-Aguilar (2009) ¿Se puede predecir la vida de anaquel de un alimento? El caso de frutos mínimamente procesados. *Revista de Industrias Alimentarias*, 31:25-34.
- 📖 Salvador, A., Varela, P., Fiszman, S M. (2007) .Consumer acceptability and shelf life of "Flor de invierno" pears (*Pyrus communis* L.) under different storage conditions. *Journal Sensory Studies* 22:243255.
- 📖 Sancho, J., Bota, E., De Castro, J J. (2002) *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Ed. Alfaomega. Zaragoza, España. págs: 119-129.

- ☞ Schiffmann, R. F. (1995). Microwave and dielectric drying. En Handbook of industrial drying. A.S. Mujumdar, New York: USA. págs. 345–372.
- ☞ Sharma, G.P. y Prasad, S. (2001). Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*. 50(2):99-105.
- ☞ Shi, J.X., LeMaguer, M., Kakuda, Y., Liptay, A. y Niekamp, F. (1999). Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International*, 32(1), 15–21.
- ☞ Sieffermann, J.M. (2000). Le profil flash—un outil rapide et innovant d'évaluation sensorielle descriptive, Montpellier, France. Págs 335–340.
- ☞ Sinesio, F., Cammareri, M., Moneta, E., Navez, B., Preparatio, M., Causse, M., Grandillo, S. (2010) Sensory quality of fresh french and dutch market tomatoes: A preference mapping study with italian consumers. *Journal Food Science*, 75:S55-S67
- ☞ Sinuco, D., Steinhaus, M., Osorio C., Schieberle, P. (2000). Changes in Adour-active compounds of two varieties of Colombian guava (*Psidium guajava* L.) during ripening. *Europa Food Researche Technology*.
- ☞ Soares, F. D., Pereira, T., Maio Marques, M. O., Monteiro, A. R. (2007). Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium Guajava*) at different stages of maturity. *Food Chemistry*, 100:15-21.
- ☞ Somogy, M., Determination of blood sugar. *Journal Biology and Chemistry*. (1992). 160(1): 69.
- ☞ Sorrequieta ,A., Ferraro, G., Boggio, S B., Valle, E M. (2010) Free amino acid production during tomato fruit ripening: a focus on L-glutamate. *Amino Acids* ,38:1523-1532.
- ☞ Statgraphics® Plus (2000), versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).
- ☞ Steinhaus, M., Sinuco, D., Polster, J., Osorio, C., Schieberle, P. (2008). Characterization of the aromaactive Compounds in pink guava (*Psidium guajava* L.) by application of the aroma extract dilution analysis. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 56 (11): 4120-4127.

- 📖 Stone, H. y Sidel J. (2004). Sensory Evaluation Practices, 3 ed. Academia San Diego, EUA. Pág. 13-16, 69-87, 201-242.
- 📖 Talcott, S T., Moore, J P., Lounds-Singleton, A J., Percival, S S. (2005). Ripening associated phytochemical changes in mangos (*Mangifera indica*) following thermal quarantine and low temperature storage. *Journal Food Science* 70:337-341.
- 📖 Taylor, A J. (2002) Release and transport of flavors in vivo: ysicochemical, physiological, and perceptual considerations. *Compreh. Food Science. Food Safety United State of America*, 1:45-57.
- 📖 Taylor, A J., Pearson, K S., Hodgson, M D., Landgridge, J P., Linforth R S. (2006) Effect of physiology and physical chemistry on aroma delivery and perception. *Developement. Food Science. United State of America* ,43:17-20.
- 📖 Tikunov, Y., Lommen, A., Ric de Vos, C H., Verhoeven, H A., Bino, R J., Hall, R D., Bovy, A G. (2005). A novel approach for non-targeted data analysis for metabolomics. *Largescale profiling of tomato fruit volatiles. Plant Physiology*. 139:1125-1137.
- 📖 Toor, R.K. y Savage, G.P. (2006). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*. 94(1):90-97.
- 📖 Trigos, Á., Ramírez, K., Salinas, A. (2008). Presencia de hongos fitopatógenos en frutas y hortalizas y su relación en la seguridad alimentaria. *Revista Mexicana de Micología* 28: 125-129.
- 📖 Tsamo, C.V.P., Bilame, A.F., Ndjouenkeu, R. (2006). Air drying behaviour of fresh and osmotically dehydrated onion slices (*Allium cepa*) and tomato fruits (*Lycopersicon esculentum*). *International Journal of Food Properties*.9(4):877-888
- 📖 Turner, I.W. y Jolly, P.G. (1991). Combined microwave and convective drying of a porous material. *Drying Technology*, 9(5):1209–1269.
- 📖 Valero, U C., Ruiz, MA.(2007). Técnicas de medida de la calidad de frutas, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería Rural, en: *Rev. Facultad de Agronomía Medellín*; Vol. 60:4163-78.

- 📖 Velázquez M., O.,Y. Carmona, R. Sanabria, P. Severiano-Pérez, M. Salinas, H. Aviña y E. Pérez. 2015. Evaluación Sensorial y Microbiológica de Jitomate Bola (*Lycopersicum esculentum*), deshidratado en un prototipo de deshidratador de alimentos geotérmico. Memorias del 8° Congreso Internacional Cuccal, sobre Inocuidad, Calidad y Funcionalidad de los Alimentos en la Industria y Servicios de alimentación. pp 354-359. México. Disponible a través de Internet en: <http://someicca.com.mx/memorias/>
- 📖 Villamizar, C. (2000). La Agroindustria de la Guayaba en la Provincia de Vélez Departamento de Santander (Colombia). Cali: CIMPA – Corpoica, 36.
- 📖 Vitti, M C D. (2003) Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. Hortalizas. Brasil. 21:623-626.
- 📖 Vogel, J T., Tieman, D M., Sims, C A., Odabasi, A Z., Clark, D G., Klee, H J. (2010) Carotenoid content impacts flavor acceptability in tomato (*Solanum lycopersicum*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 90:2233-2240.
- 📖 Williams, A. A., & Langron, S. P. (1984). The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35, 558–568.
- 📖 XLSTAT® (2009) para microsoft Excel. Fahmy, T. París Francia.
- 📖 Yilmaz, E. (2001).The chemistry of fresh tomato flavor. Turkish. Journal Agriculture ,25:149-155.
- 📖 Zanoni, B., Peri, C., Nani, R. y Levelli, V. (1998). Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. Journal of Food Engineering. 31(5):395–401.
- 📖 Zelanski, P., Fisher, M.P. (2001). Color. Ediciones AKAL, Madrid, España.
- 📖 Zuluaga, J D., Cortez-Rodríguez M., Rodríguez- Sandoval, E. (2010). Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. Revista de la Facultad de Agronomía (UCV). 25(4):127-135.

12. ANEXOS.

ANEXO 1. PROCESADO DE ALIMENTOS. Limpieza y desinfección.

1. Lavado y desinfección del deshidratador

- 1.1. El lavado y desinfección del deshidratador se debe realizar al menos un día antes de que se deshidrate jitomate o cualquier otra fruta u hortaliza, para que el equipo este seco.
- 1.2. Los utensilios de limpieza que sean destinados únicamente para el sanitizado del equipo, no deberán por ningún motivo ser mezclados o en su caso ser usados para limpiar otra superficie.
- 1.3. Para el lavado y desinfección del deshidratador se debe seguir el siguiente procedimiento:
 - 1.3.1.1. Inclinar el deshidratador para evitar que el agua se estanque en la zona media del deshidratador, por la parte de abajo.
 - 1.3.1.2. Desmontar una puerta y las charolas. Estas se deben colocar sobre las cubetas para que no entren en contacto con el suelo.
 - 1.3.1.3. Tallar todas las superficies internas y externas del equipo con un cepillo limpio y una solución de jabón roma líquido de concentración 20 % v/v. cuando el jabón se ensucie es momento de cambiarlo, las charolas y puertas se deben tallar, evitando que se toque el suelo.
 - 1.3.1.4. Enjuagar con abundante agua para eliminar el jabón, con agua a presión se puede realizar de manera más efectiva.
 - 1.3.1.5. Para desinfectar se debe rociar una solución de hipoclorito al 10 % (v/v) y dejar actuar durante 15 minutos. En el transcurso de los

15 minutos no se debe permitir que las superficies se sequen, el roció debe ser constante.

1.3.1.6. Enjuagar con abundante agua para eliminar el hipoclorito que se usó anteriormente.

1.3.1.7. El equipo debe dejarse escurrir y secar, con ayuda de un jalador se retira la mayor parte de agua posible de las partes exteriores, en la parte de abajo del deshidratador, hay que sacar el agua y limpiar con toallas desechables.

1.3.1.8. Una vez seco el equipo se debe envolver, con polietileno de baja densidad, se realiza el empaquetado.

2. **El lavado de manos** se debe hacer siguiendo el procedimiento establecido en la NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM – 251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

3. Lavado de área de preparación de muestra

- 3.1. El área de lavado debe estar equipada con agua potable, jabón neutro, hipoclorito y toallas desechables.
- 3.2. Primero se debe sanitizar el área de preparación de muestras, las mesas de trabajo y la tarja donde se lavara la materia prima, seguir el siguiente procedimiento:
 - 3.2.1.1. Tallar superficies y tarja con cepillos que serán destinados para solo este uso, el tallado debe ser profundo y en forma de círculos con solución de jabón roma líquido 20 % v/v.
 - 3.2.1.2. Enjuagar con abundante agua, para eliminar todo el jabón antes empleado.
 - 3.2.1.3. Desinfectar rociando una solución de hipoclorito 10 % v/v, y esperar 15 minutos, evitando que la superficie se seque, esto debe ser continuo por los 15 min.
 - 3.2.1.4. Enjuagar con abundante agua para eliminar el hipoclorito que se utilizó anteriormente.
 - 3.2.1.5. Jalar el agua con utensilios, y dejar secar por 15 minutos.

4. Lavado de los utensilios:

- 4.1. Para desinfectar los utensilios , para cortar jitomate, se debe seguir el siguiente procedimiento:
 - 4.1.1.1. Tallar los utensilios para el cortado de jitomate (cuchillos, tenedores, tablas para picar, charolas, tinas, escurridores), con fibra y jabón roma líquido, solución al 10 %.
 - 4.1.1.2. Enjuagar los utensilios a chorro de agua, y colocar en una tina, para sumergirlos en una solución de hipoclorito al 5% durante 5 minutos.

- 4.1.1.3. Drenar el agua.
- 4.1.1.4. Dejar escurrir los utensilios sobre una toalla desechable dentro de la zona desinfectada.
- 4.1.1.5. Los utensilios deben utilizarse hasta que estén completamente secos.

5. Lavado de fruta fresca.

5.1. En una zona previamente desinfectada se debe colocar el jitomate en charolas o tinas destinadas para el lavado del mismo y seguir el procedimiento:

- 5.1.1.1. Enjuague: con las manos limpias, se pasa cada uno de los jitomates, uno por uno a chorro de agua, girándolo para quitar las posibles partículas de tierra, o polvo.
- 5.1.1.2. Remojo: en una solución de jabón roma al 20 %, se remojan los jitomates, el agua debe llegar a cubrirlos perfectamente, los jitomates deben ser sometidos a agitación manual y tallando con las manos cada uno por 3 minutos, especialmente hay que realizarlo en el área de la coronilla.
- 5.1.1.3. Drenado de jabón: se inclina la tina para dejar fluir la solución de jabón a la tarja.
- 5.1.1.4. Enjuague: se realiza bajo chorro de agua para cada uno de los jitomates y se transfieren a un recipiente desinfectado.
- 5.1.1.5. Remojo: los jitomates se remojan en solución de hipoclorito 5 ppm, sumergiéndolos completamente por 15 minutos.
- 5.1.1.6. Secado: una vez transcurrido el tiempo de remojo, con las manos limpias se retiran los jitomates y se colocan en un escurridor para que se sequen.

ANEXO 2: Lista de jueces

Jueces que realizaron la evaluación, edades 22-26 años, estudiantes de la Facultad de Química, UNAM.

1. María Alejandra González Infante
2. Marlene Berenice Nava Nava.
3. Daniela Guadalupe Rojas Hernández.
4. Jessica García Falcón
5. Jimena Geraldine Martínez Ferreira.
6. Marco Antonio Ginez Cruz.
7. Norma Lozano Hernández.
8. Oscar Santelis Morales.
9. Mónica Paola Arámburu Padilla.
10. Rubén López Ramírez.
11. Víctor Martínez De León.
12. Claudia Itzel Urquiza Silva
13. Héctor Richards Granados
14. María del Rosario Ruiz León.
15. Andrea García Valdez.
16. Jazmín Urrieta Vázquez.

ANEXO 3. Lista de atributos para evaluar fruta fresca.

Tabla 21. Tabla de atributos evaluados en jitomate bola fresco.

	Atributo
APARIENCIA	color rojo
	brillante
	húmedo
	pulposo
TEXTURA	firme
	jugoso
	arenoso
	adhesivo
	liso
	masticable
	crujiente
OLOR	característico de jitomate
	dulce
	fresco
	ácido
SABOR	dulce
	fresco
	vegetal
	resabio salado
	ácido

Tabla 22. Tabla de atributos evaluados en mango fresco.

	Atributo
APARIENCIA	Color
	Fibroso
	Homogeneo
	Húmedo
TEXTURA	Firme
	Fibroso
	Masticable
	Cohesivo
	Jugoso
OLOR	Ácido
	Dulce
	Mango
	Intensidad de olor
SABOR	Ácido
	Dulce
	Mango
	Astringencia
	Resabio

Tabla 23. Tabla de atributos evaluados en guayaba fresca.

	Atributo
Apariencia	Color amarillo
	Grosor de la cascara
	Húmedo
	Corteza homogénea
	Brillante
	Cantidad de semilla
	Manchas en la corteza
Textura	Dureza
	Adhesivo
	Masticabilidad
	Cohesividad
	Fibrosidad
	Pulposo
	Arenoso
olor	Característico de guayaba
	Dulce
	Ácido
	Nota verde
Sabor	Dulce
	Guayaba
	Ácido
	Resabio Astringente

ANEXO 4. Lista de atributos para evaluar fruta deshidratada.

Tabla 24. Tabla de atributos evaluados en jitomate bola deshidratado.

	Atributo
APARIENCIA	Contenido de semilla
	Liso
	Color
	Brillo
	Rugoso
	Venitas
TEXTURA	Adhesivo
	Cohesivo
	Crujiente
	Flexible
	Masticable
	Seco
OLOR	Acido
	Jitomate bola
	Dulce
	Fresco
SABOR	Jitomate bola
	Acido
	Resabio salado
	Salado
	Dulce
	Nota verde

Tabla 25. Tabla de atributos evaluados en mango deshidratado.

	Atributo
Apariencia	Color
	Brillo
	Quebradizo
	Ligero
	Fibroso
	Homogéneo
	Traslucido
	Forma Irregular
	Manchas blancas
	Seco
Textura	Gomoso
	Cohesivo
	Adhesivo
	Maleable
	Crujiente
	Chiclosa
	Fibroso
	Sensación Plástica
	Jugoso
	Fracturable
	Granuloso
	Flexible
	Elástico
Olor	Dulce
	Ácido
	Característico de Mango
	Resabio
	Nota verde
	Nota a fermentado
	Agridulce
	Intensidad de sabor
Sabor	Dulce
	Fruta
	Nota verde
	Ácido
	Mango Fresco
	Intensidad de olor

Tabla 26. Tabla de atributos evaluados de guayaba deshidratada.

	Atributo
Apariencia	Color
	Brillo
	Homogéneo
	Grosor de la rebanada
	Seco
	Rugoso
	Cantidad de semilla
	Arenoso
	Tostado
Textura	Crujiente
	Maleable
	Fracturable
	Adhesivo
	Cohesivo
	Masticabilidad
	Dureza
	Arenoso
	Elástico
	Áspero
Fibroso	
Olor	Característico de guayaba
	Dulce
	Ácido
	Horneado
	Fresco (recien cortado)
	Nota a fermentado
Sabor	Característico de guayaba
	Dulce
	Ácido
	Fresco
	Amargo
	Astringente
	Tostado
	Resabio amargo
	Resabio metálico
	Resabio a guayaba
	Intensidad de sabor

ANEXO 5: Escalas de color.

A continuación se presenta la escala de color que se utilizó en el perfil sensorial de mango fresco y deshidratado.

	Verde							Cafe	
									
Matiz	49	47	46	44	42	40	38	36	34
Rojo	174	119	201	211	222	233	223	223	234
Saturación	185	204	199	202	206	209	213	218	222
Verde	217	236	233	233	233	233	222	210	200
Luminosidad	115	122	120	119	118	117	16	115	114
Azul	28	23	22	20	18	16	14	11	9

A continuación se presenta la escala de color que se utilizó en el perfil sensorial de guayaba fresca y deshidratada.

	Verde							Cafe	
									
Matiz	50	49	45	43	41	39	37	36	35
Rojo	173	184	207	221	231	238	245	247	248
Saturación	188	195	191	192	215	219	221	223	227
Verde	222	231	231	234	237	233	227	223	218
Luminosidad	117	120	129	141	118	117	120	120	122
Azul	27	24	43	66	13	11	10	9	12

ANEXO 6: Cuestionario de prueba afectiva



PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO
JITOMATE BOLA DESHIDRATADO.
26OCT15



Bienvenido a esta evaluación sensorial de Jitomate bola deshidratado, por favor conteste las siguientes preguntas:

Nombre (opcional): _____ Edad: _____ Género: **F** **M**

1. ¿Qué consume usted con más frecuencia?
 - a) Fruta fresca
 - b) Fruta deshidratada
 - c) Las dos anteriores
2. Si la pregunta anterior es afirmativa para **fruta deshidratada** ¿Con qué frecuencia las consume?
 - a) Una vez cada 6 meses
 - b) Una vez al mes
 - c) Una vez a la semana
 - d) Cada tercer día
 - e) Diario
 - f) Nunca
3. ¿Qué fruta deshidratada consume con mayor frecuencia?
 - a) Manzana
 - b) Durazno
 - c) Ciruela
 - d) Piña
 - e) Papaya
 - f) Arándanos
 - g) No consumo
 - h) Otro(especificar): _____
4. ¿Alguna vez usted ha consumido **jitomate deshidratado**? SI _____ NO _____
5. Si la pregunta anterior es afirmativa ¿Con qué frecuencia lo consume?
 - a) Una vez cada 6 meses
 - b) Una vez al mes
 - c) Una vez a la semana
 - d) Cada tercer día
 - e) Diario
 - f) Nunca

6. ¿Cómo la consume?

- a) En ensaladas
- b) Aperitivo
- c) Postres
- d) Snacks
- e) No las consumo
- f) Otro (especificar): _____

NIVEL DE AGRADO

INSTRUCCIONES: Frente a usted tiene 4 muestras de jitomate deshidratado, **evalúe las muestras** una a una en forma de **Z** (de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo), comiendo la galleta entre cada muestra y enjugando su boca con agua. Marque con una **X** su nivel de agrado para los siguientes atributos.

ESCALA HEDÓNICA	CÓDIGO: 502				
	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	Gusto en general
Me disgusta extremadamente					
Disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta poco					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta poco					
Me gusta moderadamente					
Gusta mucho					
Me gusta extremadamente					

ESCALA HEDÓNICA	CÓDIGO: 148				
	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	Gusto en general
Me disgusta extremadamente					
Disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta poco					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta poco					
Me gusta moderadamente					
Gusta mucho					
Me gusta extremadamente					

ESCALA HEDÓNICA	CÓDIGO: 663				
	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	Gusto en general
Me disgusta extremadamente					
Disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta poco					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta poco					
Me gusta moderadamente					
Gusta mucho					
Me gusta extremadamente					

ESCALA HEDÓNICA	CÓDIGO: 973				
	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	Gusto en general
Me disgusta extremadamente					
Disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta poco					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me gusta poco					
Me gusta moderadamente					
Gusta mucho					
Me gusta extremadamente					

7. ¿Cuál es la muestra que más le gusto?

- a) 502 b) 148 c)973 d)663

8. ¿Cuál es la muestra que le desagradó más?

- a) 502 b) 148 c)973 d)663

9. ¿Recomendarías la muestra 148?

- a) SI b) NO



10. ¿Qué le modificaría a la muestra 148?

- a) Textura
- b) Apariencia
- c) Sabor
- d) Olor
- e) Otro (especificar): _____

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 50 g de producto? Puedes observar el ejemplo que tenemos.

- f) \$20 - \$28
- g) \$29 - \$35
- h) \$36 - \$45
- i) \$46 - \$55
- j) Más de \$55

12. ¿En qué otra presentación te gustaría consumir “jitomate deshidratado”?

- a) Con chile en polvo
- b) Con azúcar
- c) Con sal
- d) Combinada con otras frutas.
- e) No le cambiaría nada.
- f) Otro (especificar): _____

ANTES DE SALIR, PERMITANOS AGRADECERLE SU VALIOSA AYUDA, Y DARLE UN INCENTIVO ☺

La información proporcionada para este cuestionario, es única y exclusivamente para uso estadístico de evaluación sensorial FQ.

