6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 NÉCTAR DE MANGO

6.1.1 CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DEL NÉCTAR

Se obtuvieron las características fisicoquímicas del puré de mango tales como pH, acidez y Brix, las cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla2. Características fisicoquímicas de puré de mango recién obtenido

Características	Media experimental
° Brix	19.10±0.1
рН	4.97+0.06
•	
% acidez ^a	0.36±0.01

^a Expresada como ácido cítrico.

Así mismo, en la Tabla 3 se presentan los datos reportados por Milacatl (2003) para puré de mango *Ataulfo:*

Tabla 3. Características fisicoquímicas reportadas para puré de mango (Milacaltl, 2003)

Características	Media Reportada
° Brix	20.35±0.49
рН	4.64±0.01
% acidez ^a	0.436±0.01

^a Expresada como ácido cítrico.

Se observa una gran similitud entre los valores obtenidos experimentalmente y los reportados por Milacatl (2003) debido a que se trata de la misma variedad de mango, sin embargo, las diferencias encontradas pueden deberse al grado de madurez en que se encontraban cada uno de los frutos al momento de la caracterización, ya que el grado de madurez del fruto afecta el pH y la acidez del mismo (Milacaltl, 2003).

Para llegar a la relación 55:1 °Brix: acidez deseada y obtener un néctar de mango con un 30% de fruta se formuló un néctar de mango con las características fisicoquímicas que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Características fisicoquímicas de néctar de mango recién obtenido

	Media
Características	experimental
° Brix	12.10±0.00
рН	4.97±0.06
% acidez ^a	0.22±0.00
Acido Ascórbico	
(mg/mL)	0.29±0.04

^a Expresada como ácido cítrico.

En la Tabla 5 se presentan las características fisicoquímicas de néctar de mango obtenidas por Milacatl (2003).

Tabla 5. Características fisicoquímicas reportadas para néctar de mango (Milacaltl, 2003)

	Media
Características	experimental
° Brix	12.9
рН	4.63
% acidez ^a	0.23
Acido Ascórbico	
(mg/mL)	0.18

^a Expresada como ácido cítrico.

Se observa que las características fisicoquímicas son muy similares a excepción del contenido de acido ascórbico, sin embargo, se compararon los datos obtenidos

experimentalmente de la cantidad de ácido ascórbico presente en la muestra de néctar con los reportados en la bibliografía (INNSZ, 1996), y para un néctar de mango con un 30% de fruta, la cantidad de ácido ascórbico presente es de 0.24 mg/mL, que comparada con la obtenida experimentalmente de 0.29 mg/mL, ésta se encuentra dentro del rango reportado en la bibliografía (INNSZ, 1996).

Por último, la Tabla 6 muestra la formulación final del néctar de mango.

Tabla 6. Formulación final del néctar de mango

Ingredientes	Proporción
	•
Pulpa de mango	30.00%
Azúcar	7.00%
Agua	62.85%
Acido cítrico	0.15%

Según la Norma Mexicana para el néctar de mango NMX-F-057-S-1980, "el Néctar de Mango es el producto alimenticio, líquido, pulposo, elaborado con el jugo y pulpa de mangos (*Mangifera índica*) maduros, sanos, limpios, lavados, finamente divididos y tamizados, concentrados o no, congelados o no, adicionados de agua, edulcorantes nutritivos y aditivos alimentarios permitidos envasado en recipientes herméticamente cerrados y sometido a un proceso térmico que asegure su conservación". Además, debe contener mínimo un 40% de pulpa de la fruta, con lo cual, el néctar de mango obtenido para este estudio no cumple con la Norma Mexicana. Sin embargo, dado que la definición de la norma expresa que el néctar debe ser sometido a un proceso térmico para asegurar su conservación, aunque el néctar obtenido en este estudio llegara al 40% de fruta, aún así no cumpliría con la Norma Mexicana.

6.2 EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO SOBRE EL COLOR, RECUENTO DE FLORA NATIVA Y CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN NÉCTAR DE MANGO

6.2.1 EFECTO SOBRE LA FLORA NATIVA EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO

Para conocer el efecto germicida del tratamiento con ultrasonido se expuso el néctar de mango al ultrasonido a una amplitud de 90 micrones durante 30 min, para así, observar la reducción microbiana tanto para mesófilos aerobios como para mohos y levaduras. En la Fig. 4 se muestra la reducción microbiana para mesófilos aerobios con respecto al tiempo de tratamiento.

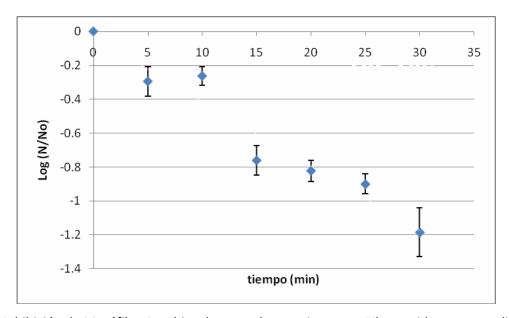


Fig. 4. Inhibición de Mesófilos Aerobios durante el tratamiento con Ultrasonido a una amplitud de 90 micrones y mantenido a una temperatura de 15°C.

Se observa una reducción microbiana de 1.2 ciclos logarítmicos después de 30 min de tratamiento, se esperaba una reducción de este orden debido a que en estudios previos con jugo de naranja se observó una reducción de 1.1 ciclos logarítmicos después de 20 min de tratamiento con ultrasonido y utilizando una amplitud de 108 micrones (García, 2005). En los resultados obtenidos experimentalmente, a los 20 min hay una reducción de tan solo 0.82 ciclos logarítmicos, sin embargo, esto puede deberse a que se trabajó con una amplitud de 90 micrones para afectar en menor las características sensoriales del

néctar de mango y por lo tanto, a dicha amplitud el efecto germicida se vuelve menos eficaz. Algo muy importante es que el No (UFC/mL) es muy bajo (7500 UFC/mL), lo que implica que aunque el tratamiento reduzca el N (UFC/mL) a una cantidad muy pequeña (500 UFC/mL), después de 30 min de tratamiento, la reducción logarítmica se ve afectada directamente debido al No (UFC/mL) que resultó muy pequeño.

En cuanto a la inhibición de mohos y levaduras, no se observó crecimiento alguno de los mismos en el néctar de mango. En estudios previos en tratamientos para néctar de mango tampoco se observó crecimiento alguno en mohos y levaduras (Guerrero-Beltrán y Barbosa Cánovas, 2006), lo cual explica el hecho de que en el presente estudio tampoco ocurriera crecimiento de mohos y levaduras.

6.2.2 EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO EN NÉCTAR DE MANGO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

Se determinó la cantidad de ácido ascórbico presente en el néctar tratado con ultrasonido a una amplitud de 90 micrones y después de ser expuesto por 30 min al mismo, observándose una disminución del 9.33% en el contenido de ácido ascórbico. La gráfica que muestra el cambio en la cantidad de ácido ascórbico tratado con ultrasonido se observa en el Apéndice A. Así mismo, haciendo uso del programa estadístico Statgaphics Plus versión 5.1 (Statistical Gaphics Cop., 1994-2001), no se encontraron diferencias significativas (P>0.05) en la cantidad de ácido ascórbico presente en las muestras de néctar de mango tomadas cada 5 min de tratamiento y a lo largo de los 30 min que duró el mismo (Apéndice B).

Estudios previos reportan una pérdida de contenido de ácido ascórbico del 7.14% después de 20 min de tratamiento ultrasonido a una amplitud de 108 micrones para jugo naranja (García, 2005) y también Tiwari et al., (2008) reportan una pérdida del 5% en el contenido de ácido ascórbico después de 10 min de tratamiento ultrasonido igualmente para jugo de naranja.

Es difícil comparar estas disminuciones debido a que el presente estudio es con néctar de mango y los anteriores son con jugo de naranja, sin embargo para los 3 casos las disminuciones en el contenido de ácido ascórbico resultan aceptables.

6.2.3 EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO EN NÉCTAR DE MANGO SOBRE EL COLOR

Se midieron los parámetros de color L, a y b de la escala de Hunter con el fin de medir el cambio neto de color (ΔE) después de 30 min de tratamiento con ultrasonido a una amplitud de 90 micrones. El ΔE obtenido fue de 0.91, el cual resulta muy pequeño. García (2005) reportó un ΔE para jugo de naranja tratado con ultrasonido por 20 min de 5.72, lo que demuestra que en este estudio el color del néctar de mango fue afectado muy poco por el tratamiento ultrasonido. El Apéndice A muestra la gráfica del cambio a los parámetros L, a y b con respecto al tiempo de tratamiento.

6.3 EFECTO DEL TRATAMIENTO CON LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA SOBRE EL COLOR, RECUENTO DE FLORA NATIVA Y CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN NÉCTAR DE MANGO

6.3.1 EFECTO SOBRE LA FLORA NATIVA EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL TRATAMIENTO CON LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA

Para conocer el efecto germicida del tratamiento con luz ultravioleta de onda corta se expuso el néctar de mango al tratamiento durante 30 min y así, observar la reducción microbiana tanto para mesófilos aerobios como para mohos y levaduras. En la Fig. 5 se muestra la reducción microbiana para mesófilos aerobios con respecto al tiempo de tratamiento.

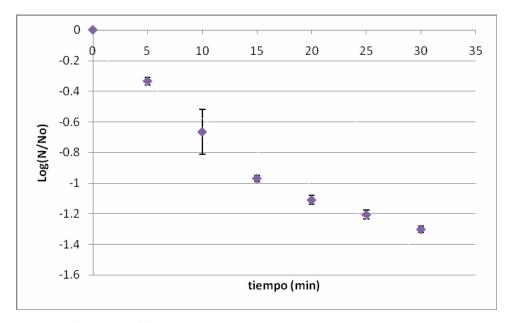


Fig. 5. Inhibición de mesófilos aerobios durante el tratamiento con luz ultravioleta a una intensidad de 1780 μ W/cm², una velocidad de flujo de 6 mL/s y una temperatura de 15°C

Se observa una reducción de 1.3 ciclos logarítmicos para mesófilos aerobios después de 30 min de tratamiento. García (2005) reporta una reducción de 1.2 ciclos logarítmicos después de 20 min de tratamiento usando la misma lámpara que en este estudio pero para jugo de naranja y a una velocidad de flujo de 5 mL/s. Guerrero-Beltrán y Barbosa Cánovas (2006) reportan una reducción de 2.71 ciclos logarítmicos para néctar de mango después 30 min de tratamiento y a una velocidad de flujo de 7.5 mL/s. Lo anterior demuestra que entre mayor sea la velocidad de flujo mayor será la efectividad germicida del tratamiento. También debe tomarse en cuenta que como en el caso del tratamiento con ultrasonido el No (UFC/mL) es muy pequeño (15000 UFC/mL), lo que afecta la reducción de los ciclos logarítmicos, a pesar de haberse después de 30 min de tratamiento un N (UFC/mL) bastante pequeño (750 UFC/mL).

Como en el caso del tratamiento con ultrasonido no se observó crecimiento de mohos y levaduras, como ha ocurrido en estudios previos de tratamientos en néctar de mango (Guerrero-Beltrán y Barbosa Cánovas, 2006).

6.3.2 EFECTO DEL TRATAMIENTO CON LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA EN NÉCTAR DE MANGO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

Se determinó la cantidad de ácido ascórbico presente en el néctar tratado con luz ultravioleta de onda corta después de 30 min y a una velocidad de flujo de 6mL/s, observándose una disminución del 13.31% en el contenido de ácido ascórbico. La gráfica que muestra el cambio en la cantidad de ácido ascórbico tratado con luz ultravioleta de onda corta se encuentra en el Apéndice A. No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) en la cantidad de ácido ascórbico presente en las muestras de néctar de mango después de 20 min de tratamiento entre las muestras tomadas cada 5 min del mismo. Sin embargo, el tratamiento se aplicó durante 30 min (Apéndice B).

García (2005) reportó una pérdida del contenido de ácido ascórbico del 14.29% después de 20 min de tratamiento de luz ultravioleta de onda corta a una velocidad de flujo de 5mL/s en jugo de naranja, lo cual se asemeja a lo obtenido experimentalmente en este estudio. No existen estudios reportados para comparar la pérdida de ácido ascórbico en néctar de mango tratado con luz ultravioleta de onda corta.

6.3.3 EFECTO SOBRE LA FLORA NATIVA EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL TRATAMIENTO CON LUZ ULTRAVIOLETA

Se midieron los parámetros de color L, a y b de la escala de Hunter para evaluar el cambio neto de color (Δ E) después de 30 min de tratamiento de luz ultravioleta de onda corta a una velocidad de 6 mL/s. El Δ E obtenido fue de 0.80, que resulta muy pequeño si se compara con el Δ E reportado por García (2005) de 2.69 para jugo de naranja después de 20 min de tratamiento a una velocidad de 5 mL/s. El hecho de que el color en el presente estudio se viera menos afectado puede deberse a que la temperatura del néctar durante el tratamiento fue de 15 °C, a diferencia del tratamiento realizado por García (2005) que mantuvo el jugo de naranja a 35 °C. El Apéndice A muestra la gráfica del cambio a los parámetros L, a y b con respecto al tiempo de tratamiento.

6.4 EFECTO DEL TRATAMIENTO COMBINADO DE ULTRASONIDO Y LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA SOBRE EL COLOR, RECUENTO DE FLORA NATIVA Y CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN NÉCTAR DE MANGO

6.4.1 EFECTO SOBRE LA FLORA NATIVA EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL TRATAMIENTO COMBINADO

Finalmente, para conocer el efecto germicida del tratamiento combinado de ultrasonido y luz ultravioleta de onda corta, el néctar de mango fue sometido al tratamiento durante 30 min para así observar la reducción microbiana tanto para mesófilos aerobios como mohos y levaduras. En la Fig. 6 se muestra la reducción microbiana para mesófilos aerobios con respecto al tiempo de tratamiento.

Se observa una reducción de 2.17 ciclos logarítmicos para mesófilos aerobios después de 30 min de tratamiento combinado, García en el 2005 reporta una reducción de 1.5 ciclos logarítmicos para jugo de naranja sometido a un tratamiento combinado con ultrasonido a una amplitud de 108 micrones y luz ultravioleta de onda corta a una velocidad de flujo de 5mL/s y después de 20 min de tratamiento. Existe una similitud entre ambos tratamientos si se toma en cuenta que en el presente estudio a los 20 min de tratamiento la reducción logarítmica es de 1.25 ciclos logarítmicos como se observa en la Fig. 6. No existen estudios previos de tratamiento combinado con ultrasonido y luz ultravioleta de onda corta para néctar de mango. Al igual que en el caso del tratamiento con luz ultravioleta y ultrasonido el No (UFC/mL) es muy pequeño (7500 UFC/mL) e influye en que la reducción de ciclos logarítmicos sea menor.

Nuevamente, como en los tratamientos de ultrasonido y de luz ultravioleta de onda corta para néctar de mango no hubo crecimiento de mohos y levaduras.

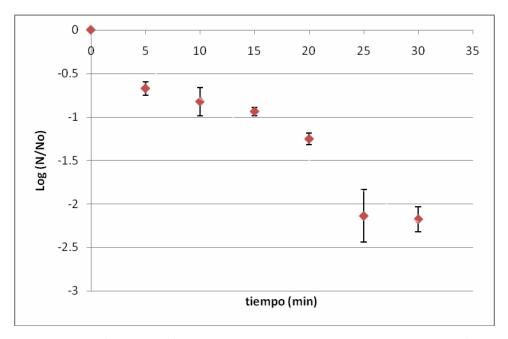


Fig. 6. Inhibición de mesófilos aerobios durante el tratamiento combinado (ultrasonido con una amplitud de 90 micrones y luz ultravioleta con una intensidad de 1780 μ W/cm² y una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

6.4.2 EFECTO DEL TRATAMIENTO COMBINADO DE ULTRASONIDO Y LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA EN NÉCTAR DE MANGO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

Después de 30 min de tratamiento combinado a las condiciones antes mencionadas se observó una disminución del contenido de ácido ascórbico de 9.60%. La gráfica que muestra el cambio en la cantidad de ácido ascórbico con respecto al tiempo se observa en el Apéndice A. No se encontró diferencias significativas (P>0.05) en la cantidad de ácido ascórbico presente en las muestras de néctar tomadas cada 5 min a lo largo de 30 min de tratamiento (Apéndice B). García (2005) reporta una pérdida del 17.83% después de 20 min de tratamiento combinado con ultrasonido con una amplitud de 108 micrones y luz ultravioleta de onda corta a una velocidad de flujo de 5 mL/s. En general si se comparan las pérdidas de ácido ascórbico reportadas por García (2005) con las del presente estudio, este último reporta menos pérdidas lo cual puede deberse a que durante este estudio el néctar se mantuvo a una temperatura de 15 °C a diferencia de García (2005) que mantuvo

el jugo de naranja a una temperatura de 35°C. Lo que demuestra que el incremento de la temperatura afecta las pérdidas de ácido ascórbico.

6.4.3 EFECTO DEL TRATAMIENTO COMBINADO DE ULTRASONIDO Y LUZ ULTRAVIOLETA DE ONDA CORTA EN NÉCTAR DE MANGO SOBRE EL COLOR

Por último, fueron medidos los parámetros de color L, a y b de la escala de Hunter para evaluar el cambio neto de color (Δ E) después de 30 min de tratamiento combinado de ultrasonido y luz ultravioleta de onda corta con las condiciones antes expuestas. El Δ E obtenido fue de 0.49, mientras que García (2005) reportó un Δ E de 3.16 para jugo de naranja después de 20 min de tratamiento combinado de ultrasonido y luz ultravioleta de onda corta. Nuevamente se hace hincapié en las diferencias de temperatura de cada tratamiento que pudo haber influido en que el cambio neto de color fuera mucho menor para este estudio que el reportado por García (2005). El Apéndice A muestra la gráfica del cambio a los parámetros L, a y b con respecto al tiempo de tratamiento combinado.

6.5 EFECTO COMPARATIVO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA FLORA NATIVA, CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y COLOR EN EL NÉCTAR DE MANGO.

6.5.1 EFECTO COMPARATIVO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA FLORA NATIVA.

La Fig. 7. muestra la comparación de los 3 métodos a los cuales fue sometido el néctar de mango por 30 min, y así observar el efecto sobre mesófilos aerobios de cada uno de ellos:

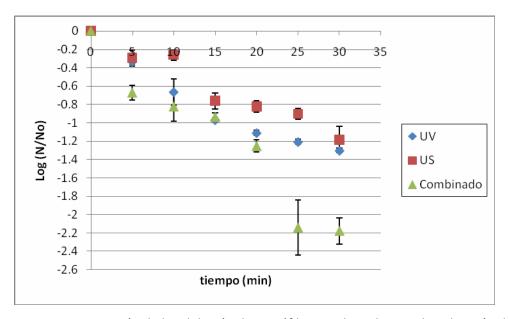


Fig. 7. Comparación de la Inhibición de mesófilos aerobios durante la aplicación de los diferentes tratamientos (ultrasonido con una amplitud de 90 micrones y/o luz ultravioleta con una intensidad de $1780 \, \mu \, \text{W/cm}^2 \, \text{y}$ una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

Se observa que el tratamiento que tuvo un mayor efecto germicida fue el combinado, seguido del tratamiento con luz ultravioleta y finalmente el tratamiento ultrasonido fue el que resultó menos eficaz. El tratamiento combinado alcanzó una reducción del número de microorganismos de 2.17 ciclos logarítmicos, mientras que el tratamiento con ultrasonido y de luz ultravioleta de onda corta no pasaron de una reducción de 1.3 ciclos logarítmicos. El mismo comportamiento fue reportado por García (2005) quien demostró que el tratamiento germicida más eficaz fue el combinado seguido por el de luz ultravioleta y después el ultrasonido. Estos resultados confirman que si se considera la aplicación de los tratamientos de forma individual, no se produciría la misma inhibición del crecimiento microbiano que si se aplican de manera combinada (Alzamora, 1997).

Se ha observado que la cinética de inactivación de microorganismos es de primer orden (Thi Tran y Farid, 2004). Por lo tanto, se realizó una regresión lineal de cada una de las gráficas obtenidas y con la obtención de las ecuaciones de dichas regresiones se tomó el valor de la pendiente para determinar el valor del tiempo de reducción decimal (D), dichas

regresiones tuvieron un coeficiente de correlación del orden de 0.93 (Apéndice A). La Tabla 7 muestra los valores del tiempo de reducción decimal.

Tabla 7. Valores del tiempo de reducción decimal (D) para los 3 tratamientos estudiados para mesófilos aerobios

Tratamiento	D (min)
Ultravioleta	22.98
Ultrasonido	26.32
Combinado	14.14

6.5.2 EFECTO COMPARATIVO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA PÉRDIDA DE LA CANTIDAD DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN NÉCTAR DE MANGO.

La Tabla 8 muestra las pérdidas de ácido ascórbico en néctar de mango después de 30 min de cada uno de los tratamientos a los que se sometió. Se observa que el tratamiento que más afectó las pérdidas de ácido ascórbico en el néctar fue el tratamiento de luz ultravioleta. Así mismo el tratamiento que menos afectó las pérdidas de ácido ascórbico fue el ultrasonido, por lo que habría que estudiarse más a fondo el efecto de las ondas de ultrasonido sobre la estabilidad del ácido ascórbico. Las gráficas comparativas de las pérdidas de ácido ascórbico en néctar de mango con cada uno de los tratamientos con respecto al tiempo se observan en el Apéndice A.

Tabla 8. Pérdida de ácido ascórbico en néctar de mango después de cada uno de los tratamientos estudiados

	Pérdida de ácido
Tratamiento	ascórbico
Ultrasonido	9.33%
Ultravioleta	13.31%
Combinado	9.60%

Cabe mencionar que estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas (P>0.05) en la cantidad de ácido ascórbico presente en el néctar de mango después de 30 min de cada uno de los tratamientos como se observa en la Fig. 8.

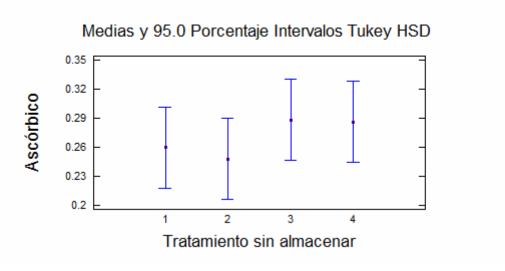


Fig. 8. Análisis estadístico de las pérdidas de ácido ascórbico (mg/ml) en néctar de mango después de 30 min con cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido, 2: Ultravioleta, 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta, 4: Testigo).

6.5.3 EFECTO COMPARATIVO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL COLOR EN NÉCTAR DE MANGO.

La Tabla 9 muestra el cambio neto de color (ΔE) en néctar de mango después de 30 min de cada tratamiento.

Tabla 9. Cambio neto de color (ΔE) en néctar de mango después de 30 min de tratamiento

Tratamiento	ΔΕ
Ultrasonido	0.91
Ultravioleta	0.80
Combinado	0.49

Se observa que el cambio neto de color (ΔE) mayor se obtuvo después del tratamiento con ultrasonido. Sin embargo, para los 3 casos estudiados el ΔE resulta muy pequeño si se compara con lo reportado por García (2005) después de 20 min de cada tratamiento y que se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10. Cambio neto de color (∆E) reportado por García (2005) después de 20 min de cada tratamiento para jugo de naranja

Tratamiento	(∆E)
Ultrasonido	5.72
Ultravioleta	2.69
Combinado	3.16

6.6 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS NÉCTARES DE MANGO TRATADOS Y SIN TRATAR DURANTE EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO EN TÉRMINOS DE EVOLUCIÓN DE FLORA NATIVA, CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y COLOR

6.6.1 EVOLUCIÓN DE LA FLORA NATIVA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

La determinación de la evolución de flora nativa se realizó en néctar de mango recién obtenido (testigo), néctar ultrasonicado (a una amplitud de 90 micrones a 15°C durante 15 y 30 min), néctar tratado con luz ultravioleta (1780 μ W/cm² a 15°C, con una recirculación de 6 mL/s durante 20 y 30 min) y néctar tratado de manera combinada (durante 20 y 30 min).

El néctar una vez tratado fue almacenado en botellas de vidrio esterilizadas y se realizó la medición de flora nativa cada 2 días de almacenamiento en refrigeración a 4°C a lo largo de 12 días. La Fig. 9. muestra el crecimiento de flora nativa para mesófilos aerobios en néctar de mango con respecto al tiempo para cada uno de los tratamientos.

Se observa que en el néctar testigo a partir del octavo día el crecimiento de microorganismos se dio de forma acelerada hasta llegar a las 105,000 UFC/mL a los 12 días. En los néctares sometidos a los tratamientos antes mencionados, el máximo crecimiento de microorganismos se dio con el tratamiento de luz ultravioleta sometido por 20 min en el octavo día de almacenamiento con un crecimiento del orden de 9,166 UFC/mL.

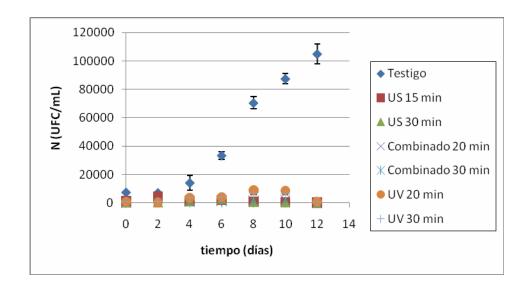


Fig. 9. Crecimiento de la flora nativa para mesófilos aerobios en néctar de mango recién obtenido (testigo), néctar ultrasonicado (US a una amplitud de 90 micrones a 15°C durante 15 y 30 min), néctar tratado con luz ultravioleta (UV 1780 μ W/cm² a 15°C, a 6 mL/s durante 20 y 30 min) y néctar tratado de manera combinada (durante 20 y 30 min).

Durante el almacenamiento de los néctares tanto para el testigo como para los que fueron sometidos a los diferentes tratamientos no se presentó crecimiento de mohos y levaduras como anteriormente se ha expuesto.

En la Tabla 11 se aprecia el crecimiento en el número de microorganismos (mesófilos aerobios) en el néctar de mango testigo con respecto al tiempo en dónde se aprecia que el crecimiento microbiano tuvo un incremento importante al octavo día de almacenamiento.

Tabla 11. Crecimiento de microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango sin tratamiento a lo largo de 12 días de almacenamiento a 4°C

tiempo (días)	N (UFC/mL)
0	7500±0
2	7200±310
4	14000±5050
6	33000±2500
8	70500±4200
10	87000±3500
12	105000±7070

Las Tablas 12 y 13 muestran el crecimiento microbiano de mesófilos aerobios para néctar de mango tratado con ultrasonido a una amplitud de 90 micrones y mantenido a una temperatura de 15°C por 15 y 30 min respectivamente y posteriormente almacenados por 12 días a 4°C. Se observa que el mayor crecimiento microbiano en el néctar ultrasonicado por 15 min se da al segundo día de almacenamiento mientras que en el néctar ultrasonicado por 30 min el mayor crecimiento se dio al sexto día de almacenamiento refrigerado.

Tabla 12. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango ultrasonicado por 15 min a una amplitud de 90 micrones y mantenido a una temperatura de 15°C y almacenado durante 12 días a una temperatura de 4°C

tiempo (días)	N (UFC/mL)
0	1300±270
2	4600±78
4	1400±140
6	1900±70
8	840±130
10	580±23
12	310±3

Tabla 13. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango ultrasonicado por 30 min a una amplitud de 90 micrones y mantenido a una temperatura de 15°C y almacenado durante 12 días a una temperatura de 4°C

tiempo (días)	N (UFC/mL)
0	510±160
2	620±25
4	1300±200
6	2900±70
8	800±50
10	650±70
12	5±0

Las tablas 12 y 13 muestran el crecimiento microbiano de mesófilos aerobios para néctar de mango tratado con ultrasonido a una amplitud de 90 micrones y mantenido a una temperatura de 15°C por 15 y 30 min respectivamente y almacenados por 12 días a 4°C. Se observa que el mayor crecimiento microbiano en el néctar ultrasonicado por 15 min se da al segundo día de almacenamiento mientras que en el néctar ultrasonicado por 30 min el mayor crecimiento se dio al sexto día de almacenamiento refrigerado.

En las Tablas 14 y 15 se aprecia el crecimiento microbiano de mesófilos aerobios para néctar de mango tratado con luz ultravioleta de onda corta a una intensidad de 1780 μ W/cm² a 15°C y a una velocidad de flujo de 6 mL/s durante 20 y 30 min respectivamente y almacenados por 12 días a 4°C. Se observa en el néctar tratado por 20 min con luz ultravioleta que el crecimiento microbiano se vio acelerado al octavo día, mientras que en el néctar tratado por 30 min el crecimiento acelerado se dio al cuarto día.

Tabla 14. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango tratado con luz ultravioleta (1780 μ W/cm² mantenido a 15°C y a una velocidad de flujo de 6 mL/s) por 20 min y almacenado durante 12 días a 4°C

tiempo (días)	N (UFC/mL)
0	1200±78
2	530±64
4	3600±140
6	4200±350
8	9200±150
10	8900±840
12	1100±57

Tabla 15. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango tratado con luz ultravioleta (1780 μ W/cm² mantenido a 15°C y a una velocidad de flujo de 6 mL/s) por 30 min y almacenado durante 12 días a 4°C

tiempo (días)	N (UFC/mL)
0	750±39
2	930±75
4	3600±150
6	3900±100
8	6600±990
10	6200±240
12	602±36

Las Tablas 16 y 17 muestran el crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango sometido a un tratamiento combinado de ultrasonido y luz ultravioleta con las condiciones antes expuestas y posteriormente almacenado por 12 días a 4°C.

Tabla 16. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango sometido a tratamiento combinado (luz ultravioleta 1780 μ W/cm², a una velocidad de flujo de 6 mL/s y ultrasonido a una amplitud de 90 micrones) mantenido a 15°C por 20 min y almacenado

durante 12 días a 4°C

tiempo (días)	N (UFCL/mL)
0	430±64
2	780±45
4	830±120
6	1700±0
8	1600±70
10	1900±140
12	200±0

Tabla 17. Crecimiento microbiano de mesófilos aerobios en néctar de mango sometido a tratamiento combinado (luz ultravioleta 1780 μ W/cm², a una velocidad de flujo de 6 mL/s y ultrasonido a una amplitud de 90 micrones) mantenido a 15°C por 30 min y almacenado

durante 12 días a 4°C

tiempo (días)	N (UFCL/mL)
0	52±18
2	840±130
4	1300±170
6	1300±0
8	1800±140
10	2200±210
12	10±0

En la Tabla 16 se observa un crecimiento uniforme a lo largo de los 12 días de almacenamiento en el tratamiento combinado sometido por 20 min; en la Tabla 17 correspondiente al tratamiento combinado sometido por 30 min, se observa de igual manera un crecimiento microbiano periódico a lo largo de los 12 días de almacenamiento. En los tres tratamientos, tanto combinado, ultrasonido y ultravioleta a dos diferentes tiempos, se observó una disminución en la flora nativa entre el octavo y doceavo día, dependiendo del tratamiento, lo cual puede deberse a una disminución gradual de los nutrientes, aunque no se han encontrado datos reportados acerca de este comportamiento en néctar de mango sometido a estos tratamientos para poder realizar comparaciones.

6.6.2 PÉRDIDA EN LA CANTIDAD DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Durante el almacenamiento de los néctares sometidos a los diferentes tratamientos, se midió la cantidad de ácido ascórbico en los mismos y así evaluar las pérdidas de ácido ascórbico en cada tratamiento después de 12 días de almacenamiento a 4°C. En la Tabla 18 se observan las pérdidas en la cantidad de ácido ascórbico en néctar de mango para cada tratamiento.

Se observan pérdidas importantes en el contenido de ácido ascórbico presente en todos los néctares de mango incluyendo al néctar testigo. Lo anterior puede deberse en primera instancia, a que durante el almacenamiento en refrigeración los néctares fueron guardados en recipientes de vidrio transparentes, expuestos a la luz visible, lo cual pudo haber afectado las pérdidas de ácido ascórbico durante el almacenamiento. Otro aspecto importante es que el espacio de cabeza de las botellas fue muy grande y por ello la presencia de oxígeno también pudo haber causado que las pérdidas de ácido ascórbico durante el almacenamiento fueran mayores.

Tabla 18. Pérdidas en la cantidad de ácido ascórbico (mg/mL) en néctar de mango para cada tratamiento después de 12 días de almacenamiento a 4°C

	Pérdida	de	ácido
Tratamiento	ascórbico)	
Testigo	50).19%	
Ultrasonido 15 min	55	5.56%	
Ultrasonido 30 min	49	.71%	
Ultravioleta 20 min	50).89%	
Ultravioleta 30 min	54	1.24%	
Combinado 20 min	51	00%	
Combinado 30 min	68	3.39%	

Las Fig. 10. y 11. muestran el cambio en la cantidad de ácido ascórbico presente en néctar de mango para cada tratamiento con respecto al tiempo de almacenamiento.

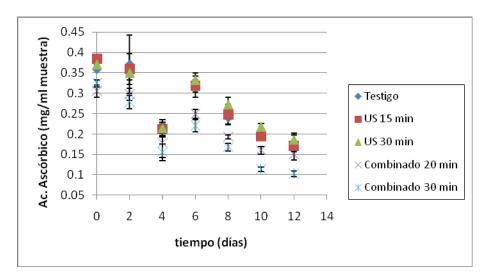


Fig. 10. Comparación de las pérdidas de ácido ascórbico (mg/mL) en néctar de mango para los tratamientos ultrasonido (US) y combinado sometidos a 2 diferentes tiempos y almacenados por 12 días a 4°C

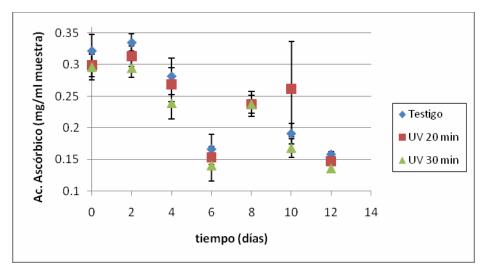


Fig. 11. Comparación de las pérdidas de ácido ascórbico (mg/mL)en néctar de mango para el tratamiento con luz ultravioleta (UV) sometidos a 2 diferentes tiempos y almacenados por 12 días a 4°C

Se presenta una gráfica (Fig. 10) para comparar los tratamientos combinados y ultrasonido contra el testigo y otra gráfica (Fig. 11) para comparar el tratamiento con luz ultravioleta contra el testigo, con respecto a las pérdidas de ácido ascórbico en el néctar, debido a que

el tratamiento ultravioleta se aplicó en un día diferente al resto de los tratamientos y con un néctar de mango diferente, y por lo tanto, pudo haber una variación en la cantidad de ácido ascórbico encontrada en cada néctar y que afectaría la comparación de los tratamientos.

Se analizaron las pérdidas de ácido ascórbico en néctar de mango después de someterse por 30 min a cada uno de los tratamientos tanto ultrasonido, con luz ultravioleta y combinado y después de un almacenamiento de 12 días a 4°C. No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre el tratamiento con ultrasonido y el testigo, no obstante si hubo diferencias significativas (P≤0.05) en los tratamientos con luz ultravioleta y combinado como se aprecia en la Fig. 12. Este comportamiento puede deberse a que el néctar que es sometido a la luz ultravioleta tanto en el tratamiento individual como combinado, se ve más afectado que el néctar sometido al tratamiento ultrasonido.

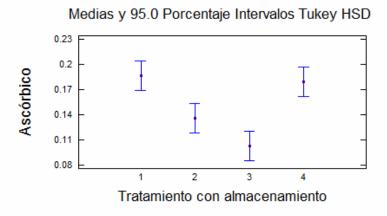


Fig. 12. Análisis estadístico de las pérdidas en la cantidad de ácido ascórbico (mg/mL) en néctar de mango para cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido; 2: Ultravioleta; 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta; 4: Testigo) después de someterse por 30 min a cada uno de ellos y posteriormente almacenándose durante 12 días a 4°C

6.6.3 EVALUACIÓN DEL CAMBIO DE COLOR EN NÉCTAR DE MANGO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Se determinó el cambio neto de color (ΔE) en néctar de mango sometido a cada uno de los tratamientos a 2 diferentes tiempos y almacenado durante 12 días a 4°C, la Tabla 19 muestra el valor de ΔE obtenido para cada tratamiento.

Como se observa, el mayor ΔE fue para el néctar de mango sometido a tratamiento combinado por 30 min con valor de 1.17. Sin embargo, estos valores son muy pequeños, incluso después de 12 días de almacenamiento. Por lo que se concluye que ninguno de los tratamientos afectó el color del néctar de mango durante el almacenamiento refrigerado. El Apéndice B muestra los resultados del análisis estadístico de los parámetros L, a y b en el néctar de mango sometido a cada tratamiento a dos diferentes tiempos y almacenado durante 12 días a 4°C, donde se observan diferencias significativas (P≤0.05) de cada uno de los parámetros de color a lo largo de los días de almacenamiento, lo cual puede deberse a que la luz visible a la que fueron expuestos los néctares durante el almacenamiento a 4°C a lo largo de 12 días afectó el color de todos los néctares sometidos a los diferentes tratamientos estudiados, igualmente al néctar testigo.

Tabla 19. Cambio neto de color (ΔE) en néctar de mango sometido a diferentes tratamientos a dos diferentes tiempos y almacenado durante 12 días a 4°C

Tratamiento	ΔE
Testigo	0.53
Ultrasonido 15 min	1.01
Ultrasonido 30 min	0.74
Ultravioleta 20 min	0.87
Ultravioleta 30 min	0.95
Combinado 20 min	1.04
Combinado 30 min	1.17

6.7 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizaron evaluaciones de color, sabor, consistencia y aceptabilidad general del néctar de mango sin tratamiento, tratado con ultrasonido, con luz ultravioleta y con el método

combinado, estos tres últimos por 30 min y bajo las condiciones antes mencionadas. Todos los néctares sometidos a la evaluación tenían un día en refrigeración después de haberse obtenido y ser sometidos a los tratamientos. Se empleó una prueba de preferencia con escala hedónica en la cual se asigna mayor puntuación (9) a "me gusta muchísimo" y la menor puntuación (0) a "me disgusta muchísimo" (Apéndice C). Esta evaluación se aplicó con 15 jueces no entrenados.

Las Figuras 13 a 16 muestran los resultados de la evaluación sensorial para las características de sabor, color, consistencia y aceptabilidad general, respectivamente. Como puede observarse, a excepción de la consistencia, tanto el sabor, color y aceptabilidad general en los néctares de mango tratados con los tres tratamientos estudiados, alcanzaron la puntuación de 6 que equivale a "me gusta poco" y algunas veces alcanzando la puntuación de 7 que equivale a "me gusta moderadamente". Se debe mencionar que el néctar de mango testigo tampoco sobrepasó la puntuación de 7 equivalente a "me gusta moderadamente", por lo que puede considerarse que el panel de jueces no entrenados no distinguió el néctar de mango testigo con el néctar sometido a los diferentes tratamientos estudiados. Con lo que puede concluirse que los resultados de la evaluación sensorial del néctar de mango sometido a los tres diferentes tratamientos estudiados fueron aceptables. No obstante conviene estudiar más a fondo el efecto de los tres tratamientos estudiados sobre la consistencia del néctar de mango.

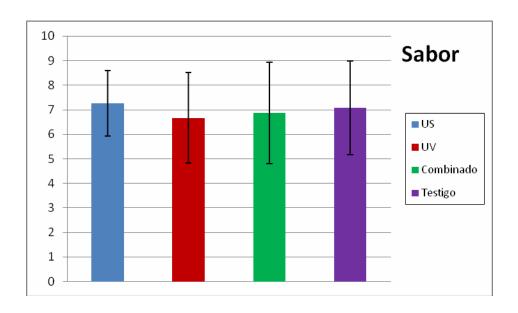


Fig. 13. Evaluación del sabor de los diferentes néctares de mango después de 30 min de cada tratamiento (ultrasonido (US) con una amplitud de 90 micrones y/o luz ultravioleta (UV) con una intensidad de $1780 \,\mu$ W/cm² y una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

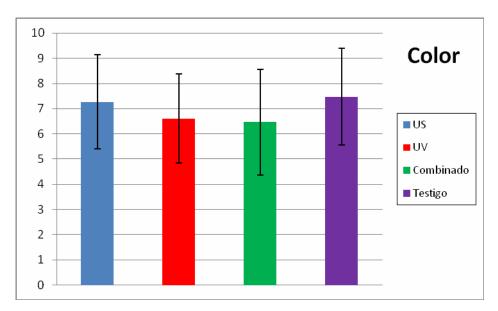


Fig. 14. Evaluación del color de los diferentes néctares de mango después de 30 min de cada tratamiento (ultrasonido (US) con una amplitud de 90 micrones y/o luz ultravioleta (UV) con una intensidad de 1780 μ W/cm² y una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

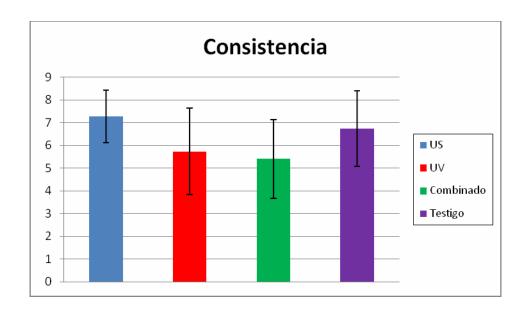


Fig. 15. Evaluación de la consistencia de los diferentes néctares de mango después de 30 min de cada tratamiento (ultrasonido (US) con una amplitud de 90 micrones y/o luz ultravioleta (UV) con una intensidad de 1780 μ W/cm² y una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

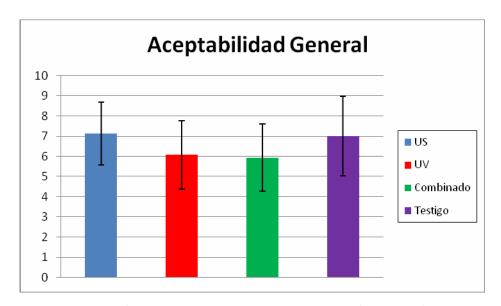


Fig. 16. Evaluación de la aceptabilidad general de los diferentes néctares de mango después de 30 min de cada tratamiento (ultrasonido (US) con una amplitud de 90 micrones y/o luz ultravioleta (UV) con una intensidad de 1780 μ W/cm² y una velocidad de flujo de 6 mL/s a una temperatura de 15 °C).

Se observa que para las cuatro características evaluadas en el análisis sensorial, el néctar testigo fue el más aceptado, seguido del néctar sometido al tratamiento ultrasonido, siendo el néctar sometido al tratamiento combinado el menos aceptado por los jueces. Se puede concluir que el néctar sometido a la luz ultravioleta ya sea de manera individual o combinada afecta más las características sensoriales del néctar de mango.

A excepción de la consistencia, no se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre los néctares sometidos a los tres tratamientos estudiados y el néctar testigo. Las gráficas arrojadas por el análisis estadístico de la evaluación sensorial se aprecian en las Figuras 17 a 20 para las características de sabor, color, consistencia y aceptabilidad general respectivamente.

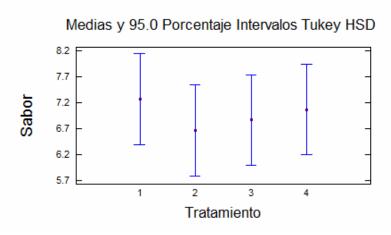


Fig. 17. Análisis estadístico de la evaluación sensorial en el sabor del néctar de mango para cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido; 2: Ultravioleta; 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta; 4: Testigo) después de someterse por 30 min a cada uno de ellos.

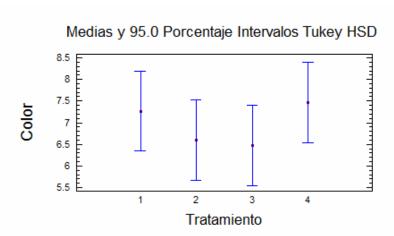


Fig. 18. Análisis estadístico de la evaluación sensorial en el color del néctar de mango para cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido; 2: Ultravioleta; 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta; 4: Testigo) después de someterse por 30 min a cada uno de ellos.

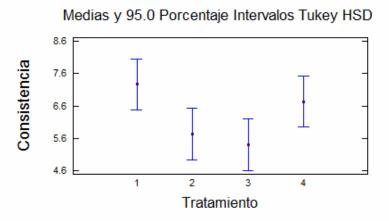


Fig. 19. Análisis estadístico de la evaluación sensorial en la consistencia del néctar de mango para cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido; 2: Ultravioleta; 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta; 4: Testigo) después de someterse por 30 min a cada uno de ellos.

Se observaron diferencias significativas (P≤0.05) en la consistencia del néctar debido a un cambio en la viscosidad provocado por el tratamiento ultrasonido ya sea de manera individual o combinada. Por lo cual se midió la viscosidad de los néctares sometidos por 20 min al tratamiento con ultrasonido y combinado y se comparó con un néctar testigo a fin de conocer el cambio en la viscosidad después de cada tratamiento, con un viscosímetro (Brookfield, DV-I, Stoughton, Ma.). La medición de viscosidad se realizó con muestras de 300 mL del néctar a 12°C. En la Tabla 20 se reportan los valores de viscosidad obtenidos experimentalmente.

Tabla 20. Viscosidad del néctar de mango tratado con ultrasonido y de manera combinada (ultrasonido y ultravioleta) por 20 min

Tratamiento	Viscosidad (cps)
Testigo	62.53±0.50
Ultrasonido 20 min	161.06±4.38
Combinado (ultrasonido y	
ultravioleta) 20 min	161.46±3.86

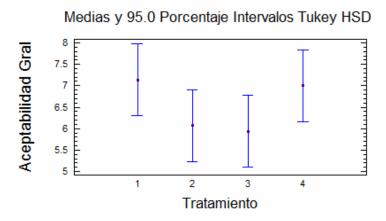


Fig. 20. Análisis estadístico de la evaluación sensorial en la aceptabilidad general del néctar de mango para cada uno de los tratamientos (1: Ultrasonido; 2: Ultravioleta; 3: Combinación de ultrasonido y ultravioleta; 4: Testigo) después de someterse por 30 min a cada uno de ellos.

Como se observa en la Figura 20, no se encontraron diferencias significativas (P>0.05), en la aceptabilidad general entre los néctares de mango evaluados y sometidos a los tres tratamientos estudiados y, así mismo, comparándose con el néctar de mango testigo. Con lo cual, puede concluirse que ninguno de los tres tratamientos estudiados afectaron las características sensoriales del néctar de mango.