

# carta de color desde la madurez comercial hasta la senescencia de las frutas autóctonas de Nariño

**Alba Nelly Madroñero Basante**

Nutricionista-dietista

**Diana Vanessa Mera Pineda**

Nutricionista-dietista

## Introducción

El departamento de Nariño cuenta con ciertas condiciones geográficas y de variedad climática, con una tradición productiva y condiciones ambientales adecuadas, que permiten el desarrollo de una gran producción frutícola (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, FNFH, Asociación Hortofrutícola de Colombia, ASOHOFRUCOL, Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca, SAG, 2006). El departamento dispone de 332.000 hectáreas aptas para frutales, que representan el 4,4 % del área nacional.

La actividad frutícola en Nariño es la principal fuente de trabajo de la población rural, siendo una de las actividades que más ingresos genera para el departamento, permitiendo así, el crecimiento del sector agrícola.

Según Fonfría (citado por Pinzón, Fisher y Corredor, 2007)

la maduración es el conjunto de cambios externos e internos, como el sabor y la textura, que un fruto experimenta cuando completa su crecimiento. En esta fase de desarrollo, el fruto cambia la coloración del pericarpio, disminuye el contenido de almidón, aumenta la concentración de azúcares, reduce el contenido de ácidos, hay pérdida de firmeza y otros cambios físicos y químicos; aumenta su sensibilidad a las condiciones del medio, pierde el control metabólico e inicia su senescencia. (p. 84)

La modificación de estas propiedades hace que la calidad del alimento cambie; por tanto, es importante conocer qué le pasa a éste en cada etapa de maduración y en la senescencia, especialmente en frutas de las cuales la información es casi nula; así pues, el objetivo final es la identificación de la variación de estas propiedades desde

la madurez comercial hasta la senescencia, en siete frutas escogidas como representación de la variedad y la riqueza natural del departamento de Nariño.

La importancia de este estudio se justifica en el interés por las frutas autóctonas de la región ya que, en su mayoría, son desconocidas; de aquí la necesidad de que nuevos estudios enfatizen no solo en sus cambios fisicoquímicos, sino también nutricionales, además de poder plantear una adecuada cadena de producción, llegando a un empoderamiento de los recursos naturales propios.

## Materiales y Método

Tres frutos de cada lote fueron caracterizados fisicoquímicamente cada tres días durante el proceso de maduración, determinando por triplicado los parámetros de firmeza, actividad de agua, sólidos solubles, pH y acidez titulable.

El color de los frutos, tanto enteros como partidos, se determinó por medio del programa Adobe Photoshop C5. A partir de los espectros de reflexión de las muestras se determinó la coordenada del CIE-L\*a\*b\*, donde el componente de luminosidad (L) varía entre 0 y 100 y los componentes a (eje verde-rojo) y el componente b (eje azul-amarillo) pueden estar comprendidos entre +127 y -128.

La firmeza se calculó utilizando un penetrómetro pH, utilizando un pH-metro; sólidos solubles con ayuda de un refractómetro; actividad acuosa por medio del método punto de rocío; % acidez a través de titulación con NaOH y fenolftaleína. Se realizó el análisis estadístico para cada una de las variables; cada una fue examinada a través de medidas descriptivas por medio de ANOVA.

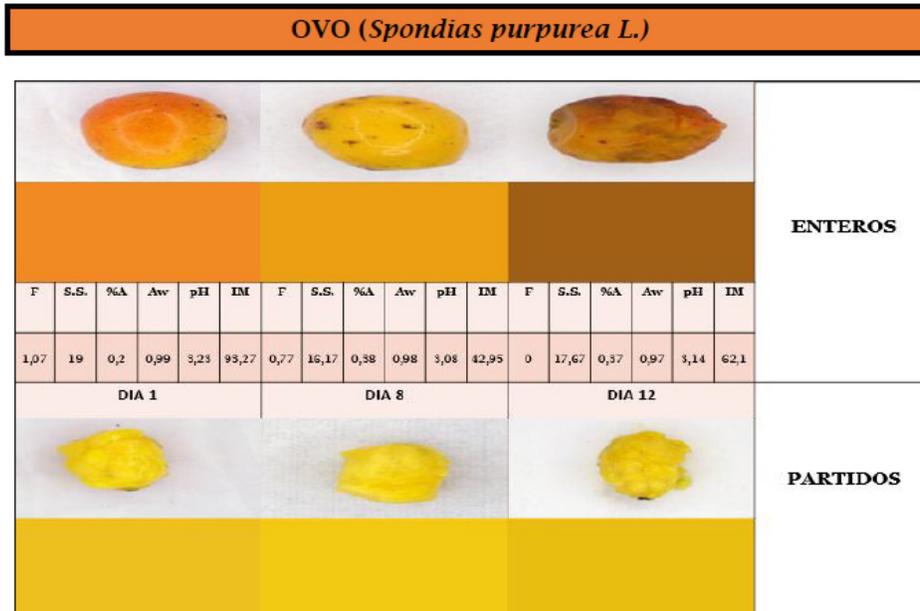


## Resultados

Los resultados demuestran el comportamiento de las variables analizadas durante los días que duró la completa maduración de las frutas hasta llegar a la senescencia.

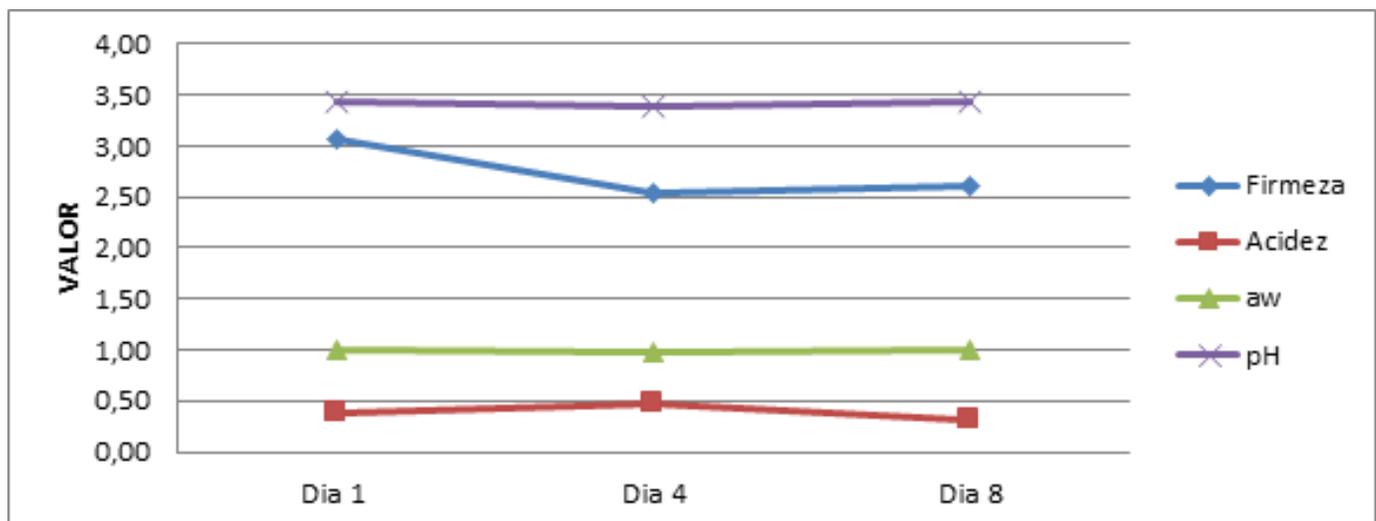
**Figura 1**

Propiedades de firmeza, acidez, Aw, pH, sólidos solubles e IM con relación a la maduración del ovo



**Figura 2**

Propiedades fisicoquímicas vs. Tiempo del ovo

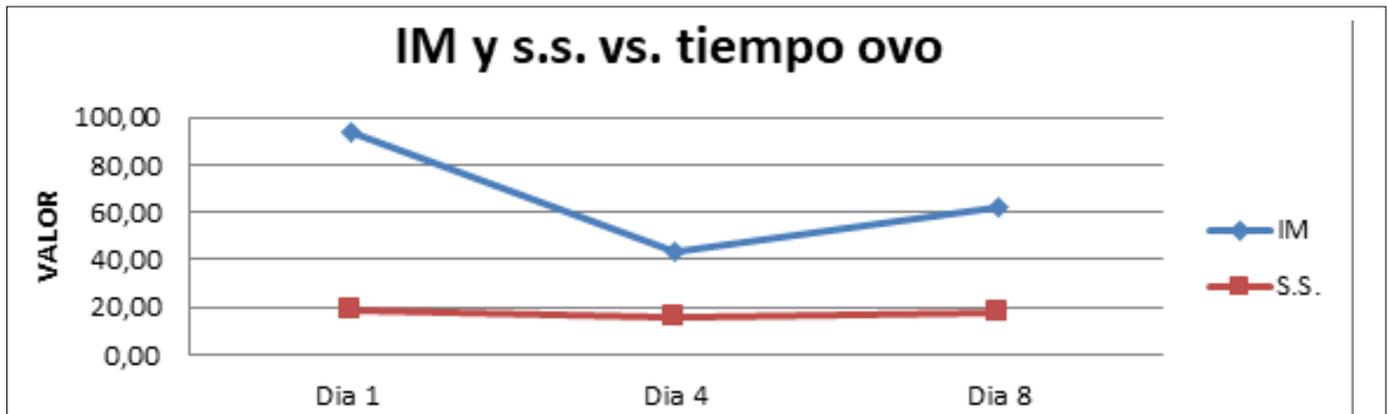


Para el caso del Ovo (*Spondias purpurea* L.), en cuanto a propiedades fisicoquímicas, la literatura reporta un valor de firmeza de 1,2 a 3,4 N, el cual es superior a los valores obtenidos en este estudio: para D1 fue de 1N, pero, a medida que el fruto madura, pierde en gran medida su firmeza, llegando a 0 N en su D8.



Figura 3

Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del ovo



En cuanto al pH, Acevedo y García (2012) encontraron un valor de 3,30 para un fruto en etapa de madurez comercial, el cual se asemeja en gran medida a los valores obtenidos en el D1, dado que se obtuvo un pH de 3,2; éste disminuye de manera casi insignificante, hasta llegar a 3 en su D8. El porcentaje de acidez del presente estudio arrojó un valor de 0,203 % para D1; ya con el tiempo, se observó que éste disminuyó levemente, valores que se asemejan a lo reportado por la Guía Técnica del Cultivo de Jocote (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2005), el cual menciona un valor de 0,210 % para esta propiedad, en su estado de madurez comercial.

En cuanto a la propiedad de actividad de agua, el fruto presentó una tendencia a disminuir, pasando así en D1 0,985 y llegando en D8 a 0,972. Los valores de sólidos solubles que se obtuvo fueron: 19 ° Brix para D1, el cual

disminuyó hasta llegar a 17,6 ° Brix en D8, debido a la transformación del almidón en azúcares, lo que trae como consecuencia, la disminución de la acidez. Esto último se tiene en cuenta desde la parte industrial para la preparación de salsas o productos hechos a base de este fruto. Para el D8 hubo un incremento significativo de los ° Brix, aunque no existe evidencia clara acerca de las sustancias de reserva involucradas en el incremento en contenido de los SST, pues están enmascarados por otros compuestos como ácidos orgánicos, fenoles y pigmentos; es decir, la medición del contenido de ° Bx no necesariamente indica el contenido de azúcares que imparten dulzor en los jugos de frutas (Echeverría, 1999).

Para el caso del índice de madurez, esta fruta inició con un valor de 93,2 para D1, el cual decrece para D4 (24,3) y finaliza con un aumento de la misma D8 (62,2).

Figura 4

Propiedades de firmeza, acidez, Aw, pH, sólidos solubles e IM con respecto al tiempo de maduración de la reinaclaudia



La firmeza de la fruta no presentó un cambio significativo, manteniéndose entre 3,5 y 1,5 N hasta D8, encontrando una disminución significativa desde D12 (menor de 1 N) en las seis réplicas de D12 y D18. Álvarez-Herrera, Rozo-Romero y Reyes (2015) hicieron un estudio con frutos del mismo género, aunque de distinta especie a los del presente, en cuatro estados de madurez tratados con etileno. Los resultados de este documento muestran que la firmeza del fruto alcanzó valores de 5,2 N, aunque estos fueron tratados con etileno exógeno; se resalta que los valores de firmeza obtenidos durante el estudio de la fruta se hallan dentro de los valores aceptables para el consumidor, que son menores de 10 y 20N (Crisosto, Garner, Crisosto y Bowerman, 2004).

En los primeros doce días el pH se mantuvo en niveles relativamente altos, oscilando entre 3 y 3,5; sin embargo, se percibió un pequeño cambio ascendente desde la última réplica de dicho evento que, era el esperado dado que, a medida que desciende la acidez, el pH aumenta. En el trabajo de Hulme (1971) se obtuvo resultados similares, con poca variabilidad: al inicio 3,07 y al finalizar, 3,48.

En la mayoría de los documentos consultados se determinó la acidez mediante el procedimiento estándar (AOAC). No se observa diferencias significativas de los valores, los cuales oscilan entre 0,228 a 0,50. Chitarra y

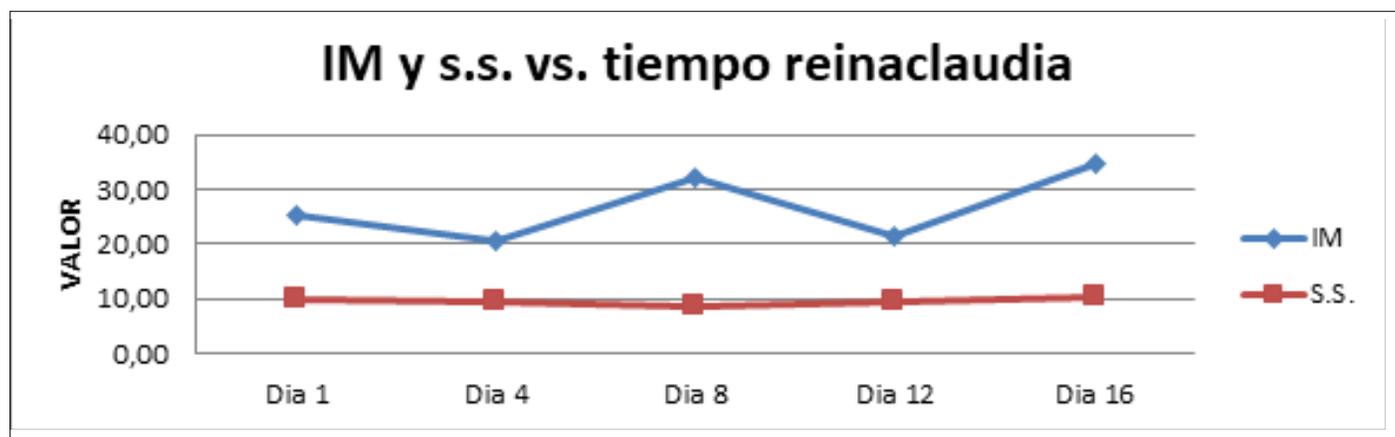
Chitarra (2005) mencionan que, con la maduración, los frutos pierden rápidamente la acidez, pero, en algunos casos, hay un pequeño aumento. Esto puede ser usado en conjunción con la dulzura, como punto de referencia de la madurez. Estos pequeños aumentos muestran que el estudio es compatible con los estudios consultados.

En D18 la acidez titulable disminuye nuevamente, llegando a un valor de 0,232, con lo que se comprueba una vez más la hipótesis de la disminución y el tiempo de maduración. El comportamiento de la actividad de agua de la reinaclaudia durante los 16 días de poscosecha no tiene cambios significativos, estando todos los valores por debajo de 1, con lo que se demuestra que los datos analizados son estadísticamente compatibles, frente a los datos bibliográficos.

En cuanto a sólidos solubles, no hubo diferencias significativas en la mayoría de los días evaluados, evidenciando valores que oscilan entre 11 °Brix como máximo y 7,5 como mínimo, valores similares a los sólidos solubles totales (SST) superiores a 11° Brix presentados por Parra-Coronado (2007), quien concluye que, al finalizar el periodo de almacenamiento de 31 días, al no mostrar alta variabilidad durante la vida poscosecha en las condiciones de almacenamiento evaluadas, este parámetro no debe ser considerado como indicador de la madurez.

**Figura 5**

*Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración de la reinaclaudia*



En comparación con el contenido de sólidos solubles con respecto a las demás frutas evaluadas, se puede decir que éste es bajo, ya que es una de las cinco frutas más bajas en almidón, junto con las cerezas, el pomelo, la pera y la manzana.

Para el caso del índice de madurez en D1, presenta un valor de 22,8 y finaliza para D16 en 34,6; no obstante, en el transcurrir del tiempo hubo variaciones que aumentaron, llegando en D8 con 38,5 o con cierta disminución como en D4 con 19,1.



**Figura 6**

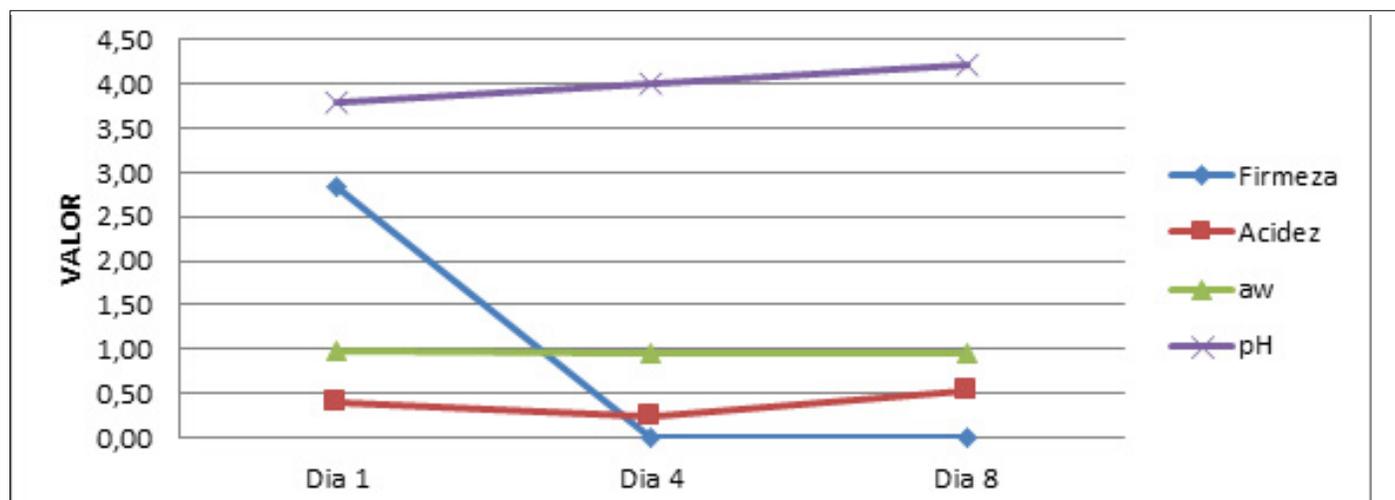
Propiedades de firmeza, acidez, Aw y pH, comportamiento de los sólidos solubles y el IM con relación al tiempo en el mamoncillo

MAMONCILLO ( <i>Melicoccus bijugatus</i> .)																	
															<b>ENTEROS</b>		
F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM
2,83	19,33	0,41	0,97	3,78	67,43	0	21,33	0,21	0,96	4,01	88,99	0	25,67	0,34	0,96	4,22	55,12
<b>DIA 1</b>					<b>DIA 8</b>					<b>DIA 12</b>					<b>PARTIDOS</b>		

En cuanto a la propiedad pH, se observa que tiende a incrementarse levemente, pasando de un D1 de 3,7 a D8 de 4,2; algo similar sucede con el porcentaje de acidez titulable, ya que para D1 inicia con 0,407 % y para D3 0,553 %, lo que representa un aumento leve. No sucede lo mismo con la Aw, pues ésta muestra una disminución, iniciando para D1 con 0,974, hasta llegar a D3 con 0,958.

**Figura 7**

Propiedades fisicoquímicas vs. Tiempo del mamoncillo

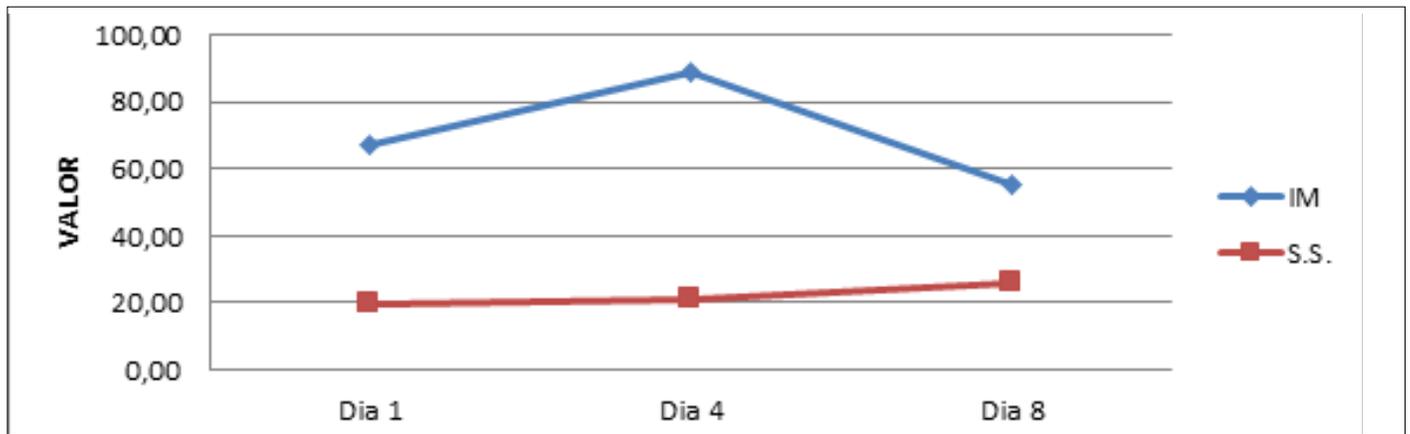


En cuanto a la firmeza, ésta disminuye considerablemente, a medida que transcurre el tiempo, iniciando con un D1 de 2,8 N hasta llegar a su estado de D4 a 0 N.



**Figura 8**

IM y s.s. vs. Tiempo del mamoncillo



Para el caso del índice de madurez, hubo cambios significativos; así entonces, los valores oscilaron entre 67,4 para D1 y 55,2 para D8, resaltando el aumento que hubo para D4 con 88,9. Los sólidos solubles en D1 obtuvieron 19,3 y fueron incrementando hasta llegar a 25,6 en un D8. Los valores calculados en este estudio fueron: sólidos solubles, pH y porcentaje de acidez. La bibliografía reporta: 18, 5ª Brix, 3,01 y 0,99 % respectivamente, para un estado de madurez comercial, los cuales no se alejan en gran medida por los obtenidos experimentalmente, a diferencia del % de acidez.

**Figura 9**

Propiedades de firmeza, acidez, Aw, comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración de la uvilla

UVILLA ( <i>Physalis peruviana</i> )																	
															<b>ENTEROS</b>		
F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM
2,97	15,5	0,59	0,99	3,95	26,94	2,87	15,73	0,84	0,98	4,1	22,15	2,37	15,67	0,35	0,98	4,2	49,28
<b>DIA 1</b>					<b>DIA 8</b>					<b>DIA 12</b>							
															<b>PARTIDOS</b>		

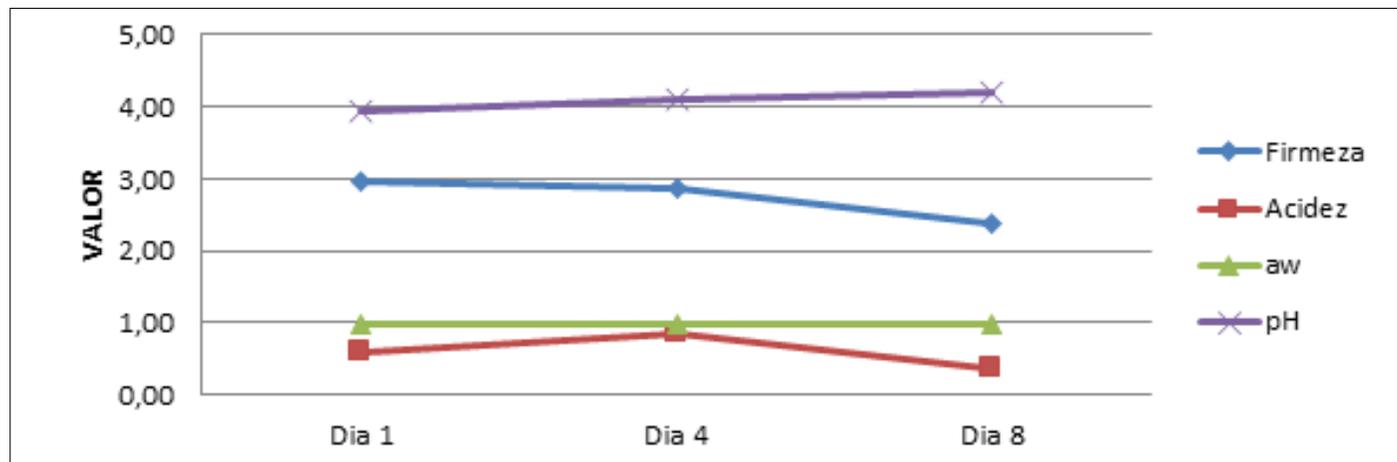
El análisis de las propiedades fisicoquímicas de la uvilla, conocida tradicionalmente como uchuva, indicó que se trata de una fruta de características ácidas, poco viscosa, debido a su poca cantidad de sólidos suspendidos y su gran actividad (Mendoza, Rodríguez y Millán, 2012). Dicha descripción es aplicable para el presente estudio, pues los resultados son similares en gran medida a los hallados para las propiedades pH, sólidos solubles, % de acidez, actividad de agua (Aw), valores como: 3,72, 17,3 °Brix, 1,5 %, 0,998, respectivamente, analizados en un estado de



maduración comercial. Al compararlos con lo obtenido, se aprecia su similitud a lo obtenido en laboratorio; para el caso del pH se obtuvo un valor de 3,95 en D1, aunque, a medida que se hace el seguimiento, este valor aumenta. En cuanto a los sólidos solubles, para D1 el presente estudio arrojó un valor de 15,5, el cual va aumentando levemente con el tiempo.

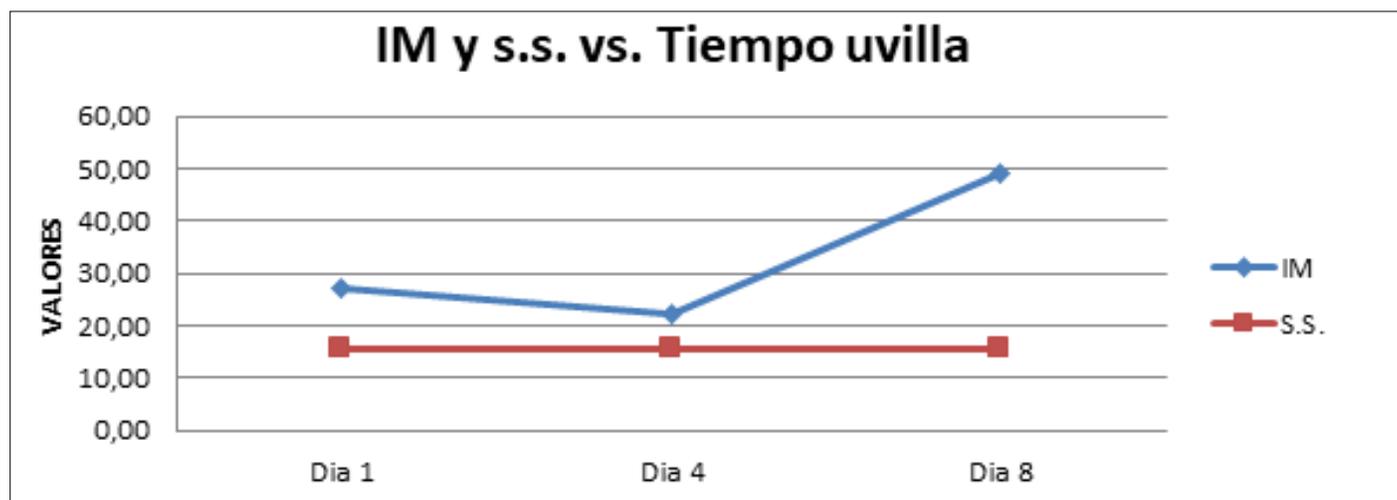
**Figura 10**

*Propiedades físico químicas vs. Tiempo de la uvilla*



**Figura 11**

*Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración de la uvilla*



En cuanto a Aw, se obtuvo un valor inicial de 0,985, el cual disminuye de manera insignificante. Sin embargo, para el caso de la acidez, el valor reportado supera en gran medida al obtenido al menos en un 0,9 %. Novoa, Bojacá, Galviz y Fisher (2006) muestran que los principales ácidos orgánicos en el fruto de uchuva en orden descendente son: el cítrico, málico ascórbico, tartárico y oxálico, siendo el ácido cítrico, el predominante, ya que puede ser hasta 5,3 veces más alto que el ácido málico y 7,9 veces mayor que el ácido oxálico.

Por otra parte, también se determinó la propiedad física de firmeza, hallando valores como 2,96 N, el cual va decreciendo hasta llegar a 2,3N para D8; estos valores guardan similitud con el estudio de Pinzón, Reyes, Herrera, Leguizamo y Joya (2015), pues su investigación arroja un valor de 2,01 N. En cuanto al índice de madurez, se evidencia su aumento a lo largo del tiempo, iniciando para D1 con 26,9 y finalizando con 49,2 para D8.



**Figura 12**

Propiedades de firmeza, acidez, Aw, pH, sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del carambolo

CARAMBOLO ( <i>Averrhoa Carambola L.</i> )																							
																ENTEROS							
																							
F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM	F	S.S.	%A	Aw	pH	IM
4,3	8,07	0,2	0,99	4,26	43,1	4,13	6,83	0,3	0,99	4,03	25	2,73	7,83	0,26	1	3,92	30,55	3,4	7,83	0,38	0,99	4,1	27,03
DIA 1					DIA 4					DIA 8					DIA 12								
																PARTIDOS							
																							

Siller-Cepeda, Muy-Rangel, Báez-Sañudo, García-Estrada y Araiza-Lizarde (2004) realizaron un estudio con el propósito de determinar los cambios físicos, químicos y fisiológicos que ocurren en frutos de carambola y concluyeron que, en los cuatro estados de madurez, la firmeza de los frutos presentó una tendencia a disminuir durante los diez días de almacenamiento, alcanzando a perder hasta un 40 %, en comparación con el valor inicial, evidenciando valores entre 1,5 y 1N.

Cabe mencionar el estudio de Pérez-Tello, Martínez-Tellez, Vargas-Arispuro y González-Aguilar (2009), cuyos frutos cosechados en madurez I (verde) fueron los más firmes, sucediendo lo contrario con los frutos cosechados en estado de madurez IV (naranja), los cuales presentaron patrones similares de pérdida de firmeza, cuando fueron almacenados a 20 °C, reportando un 63 % de disminución de la firmeza, en un periodo de 30 días de almacenamiento. Los valores de firmeza del presente estudio no presentan una variación significativa, manteniéndose entre 3 y 4N, excepto en la réplica 3 de D1, donde se encontró una firmeza de 5 N, y en D8 en la réplica 3, con una firmeza de 1,5N.

La acidez titulable (ATT) se expresa como porcentaje de ácido oxálico por ser el más abundante (03,00 mg); en ambos estudios se realizó las metodologías descritas por la AOAC (utilizando para la titulación, NaOH y fenolftaleína). El porcentaje de ATT no presentó cambios significativos durante el almacenamiento en

ninguno de los cuatro estados de madurez evaluados; los frutos en estado de madurez I (verde) presentaron los valores más altos con 0,8 %, mientras que los frutos maduros (naranja) obtuvieron valores de 0,4 %. El pH reportado por este mismo estudio mostró que, durante el desarrollo, el fruto presentó valores entre 1,7 y 2,71. Sin embargo, dentro de las características físicas y químicas de frutos de carambolo en la región del piedemonte del Meta, se tiene resultados de pH que van desde 2,86 a 3,90; estos valores se asemejan más a los obtenidos en este estudio, que siempre se mantuvieron por encima de 3,5; los valores altos de pH contrastaron con valores bajos de acidez; Cubillos e Isaza (1999) expresan que el pH incrementa durante la maduración de la carambola.

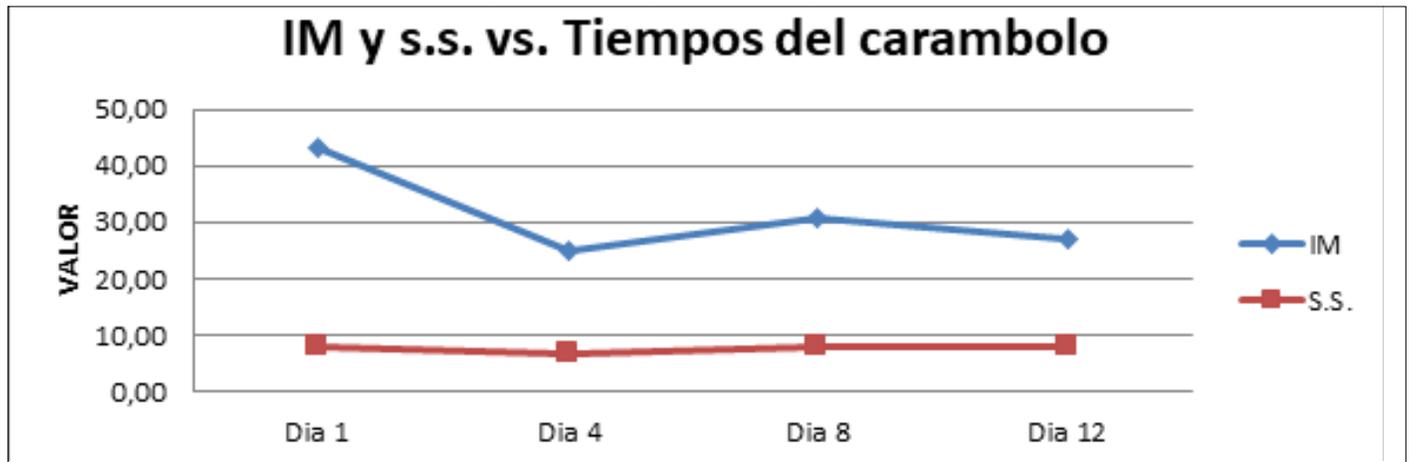
El comportamiento de la actividad de agua estuvo siempre por debajo de 1, teniendo una leve tendencia a aumentar, pasando de 0,994 en la réplica 1 de D1 a 0,999 en la réplica 3 de D12. Los documentos previamente comparados no realizaron tomas de actividad en agua, pero estos resultados contrastan con lo dicho por Beltrán, Velásquez y Giraldo (2010), quienes manifiestan que debería haber un decaimiento debido a que las aguas libres del fruto se convierten en aguas de reacción o ligadas, presentes en las hidrólisis y transpiración, aunque cabe considerar que su investigación se hizo respecto al plátano dominico-hartón.

Oslund y Davenport (1983, citados por Siller-Cepeda et al., 2004) han reportado que los frutos de carambola muestran un patrón de respiración no climatérico.



**Figura 13**

Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del carambolo

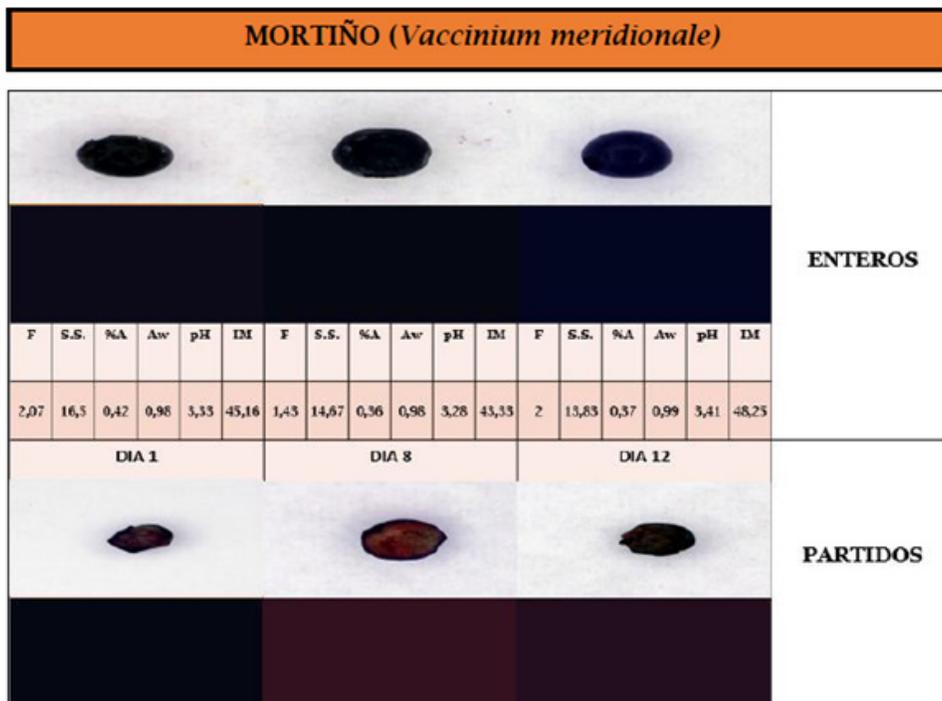


Wan (1984, citado por Siller-Cepeda et al., 2004) ha reportado que la concentración de sólidos solubles totales permanece casi constante durante el almacenamiento. Valores de sólidos solubles totales de 5.7, 5.5, 6.4 y 7.3 han sido reportados en frutos de carambola (Arkin, citado por Siller-Cepeda et al., 2004); para los estados de madurez verde, verde-amarillo, amarillo y naranja (Nakasone y Paul, 1999, citados por Siller-Cepeda et al., 2004); estos valores son similares a los encontrados en este estudio, ya que los sólidos solubles van de valores de 9 °Brix como máximo y, 6 como mínimo, por lo que concuerdan con los datos bibliográficos reportados para un promedio de sólidos solubles del carambolo, que es de 6,86 °Brix.

Por otra parte, el índice de madurez tuvo una disminución a medida que el fruto alcanzaba su estado de senescencia; así pues, inicia para D1 con 43,1 y finaliza para D12 con 27, resaltando aquí que, para D8 hubo un incremento representativo.

**Figura 14**

Propiedades de firmeza, acidez, Aw y pH, comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del mortiño

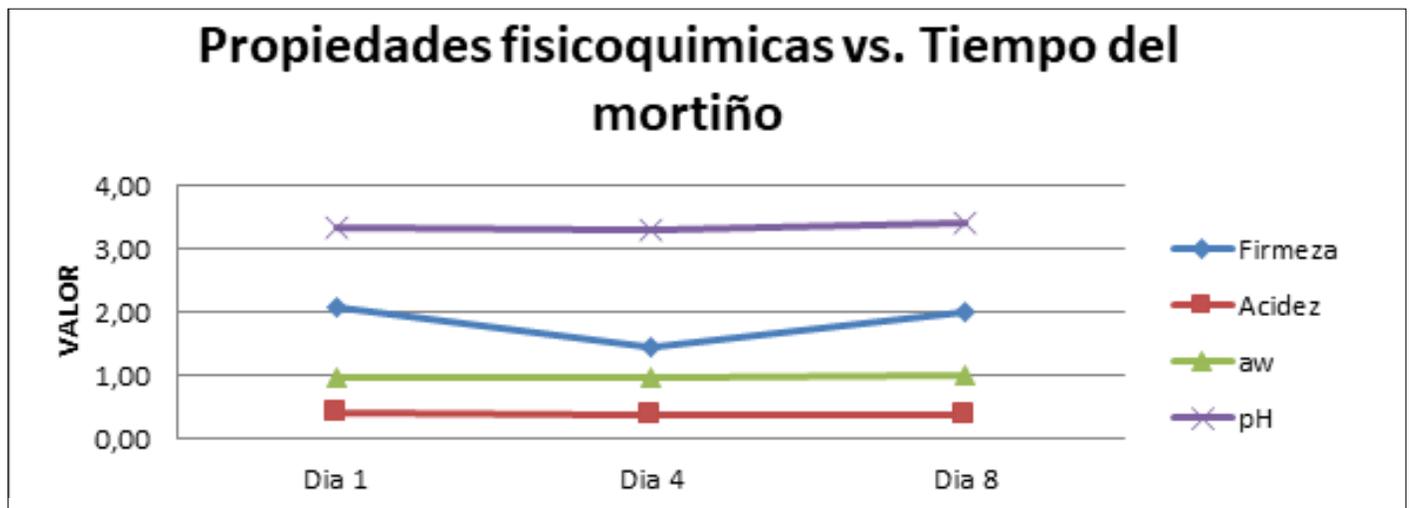


Para el caso de esta fruta se tuvo en cuenta la gran relación que guarda con el trabajo de Buitrago, Rincón, Balaguera y Ligarreto (2015), quienes determinan propiedades como pH, sólidos solubles, índice de madurez y acidez titulable para seis estados de maduración. Al comparar estos resultados con los obtenidos experimentalmente, se observa que, para el caso del pH, el valor va desde 3,4 hasta 3,3, lo que demuestra que disminuye insignificadamente, lo que puede atribuirse al aumento de ácidos orgánicos en el caso del primer estado de maduración. Para la ATT, el valor varía desde 0,25 % a 0,64 %, el cual aumenta levemente, similar al reportado por la literatura.

En cuanto a sólidos solubles, se aprecia una gran diferencia con el estudio en mención, pues se evidencia una disminución de °Brix, iniciando con 18 °Brix y culminando en 12 °Brix. Los SST en el último estado de madurez están dentro de un rango aceptable (Figuroa, Guerrero y Bensch, 2010); frutos con 11 y 12 °Brix reúnen las cualidades organolépticas deseadas. En los frutos maduros, los SST tienen importancia por estar formados por compuestos orgánicos que determinan el sabor, color y, en general, los atributos de calidad (Shoemaker, 1975, citado por Buitrago et al., 2015). La actividad de agua del fruto presentó una tendencia a aumentar levemente, pasando así de D1 0,978 y llegando, para D8, a 0,985.

**Figura 15**

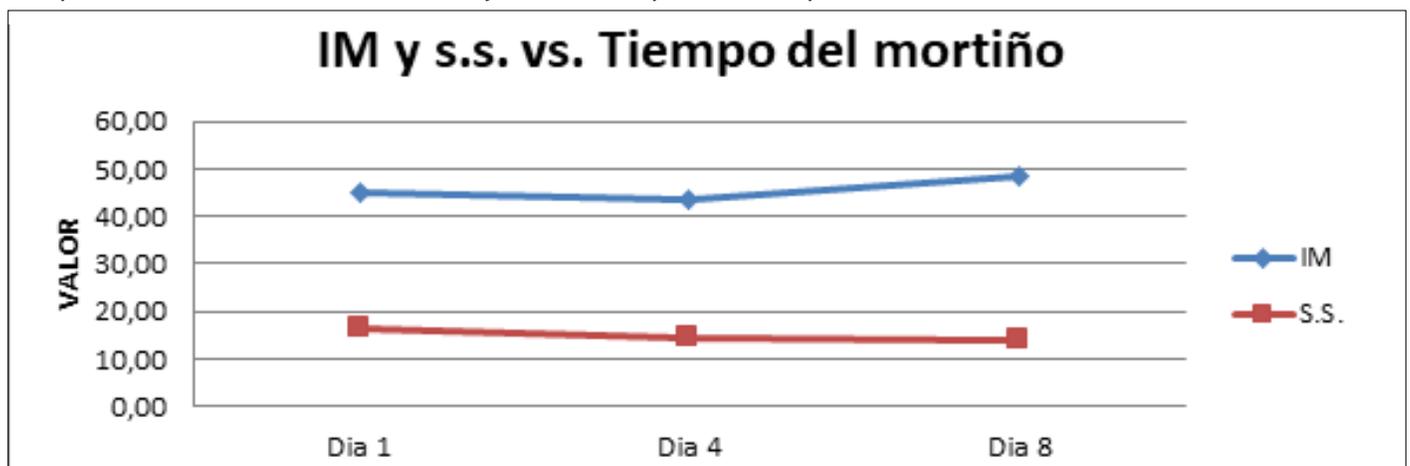
*Propiedades de firmeza, acidez, Aw y pH con relación al tiempo del mortío*



Por otra parte, los valores para la firmeza se asemejan bastante a los reportados; para nuestro estudio, inician con 2,06N y finalizan con 2N. En cuanto a la propiedad índice de madurez, el fruto tuvo un aumento insignificante, pasando así para D1 de 45,1 hasta llegar a D8 con 48,2.

**Figura 16**

*Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del mortío.*



**Figura 17.**

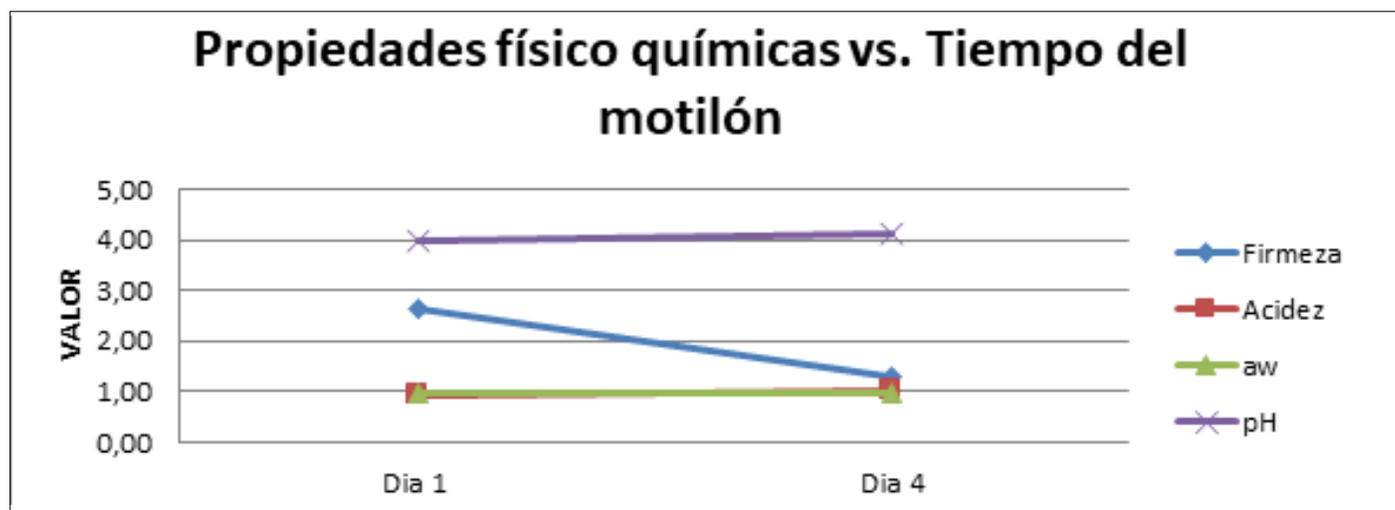
Propiedades de firmeza, acidez, Aw y pH sólidos solubles y el IM con relación al tiempo del motilón

MOTILÓN ( <i>Hyeronima macrocarpa.</i> )		Firmeza	SS	Acidez	Aw	pH	IM
 ENTEROS		2,63	14,93	0,92	0,98	3,96	16,01
 PARTIDOS		1,3	16,67	1,02	0,98	4,11	16,39

Estas especies son promisorias para uso alimenticio y como fuente de pigmentos, aunque hasta el momento no hay estudios químicos publicados. La primera propiedad evaluada, firmeza, disminuye con relación al paso de los días, pasando de valores entre 3N y más en D1, a valores de 1N en D4, lo que concuerda con los datos bibliográficos, donde se espera que ésta disminuya, a causa de la hidrólisis de almidón y pectinas y el proceso degenerativo de la lámina media y la pared celular.

**Figura 18**

Propiedades de firmeza, acidez, Aw y pH con relación al tiempo del motilón



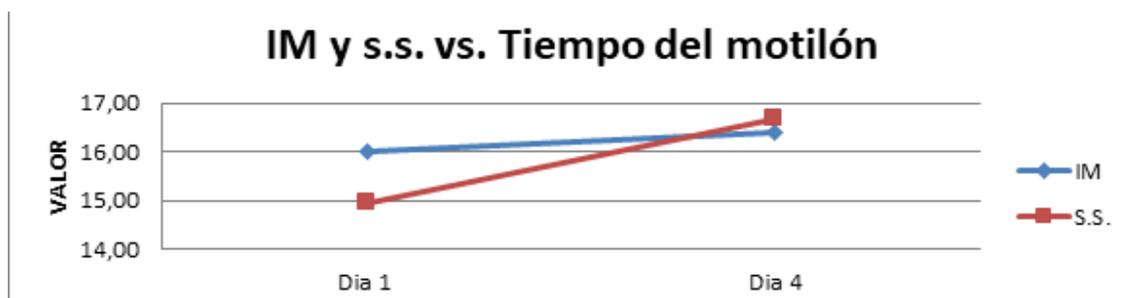
Los porcentajes de acidez no tienen una variación importante, con un porcentaje de acidez máximo de 1,024 y un mínimo 0,768, aunque éste es un parámetro que, generalmente, disminuye en los frutos con la maduración; esto se puede deber a que, para realizar la titulación de esta fruta, se utilizó verde de bromocresol y no la fenolftaleína, ya que el color característico del motilón es similar al cambio que produce la fenolftaleína.

En cuanto a la Aw, no se obtuvo una variación significativa; los valores reportados están dentro de lo estipulado para los alimentos de alta humedad, como frutas y hortalizas frescas, hasta 0,999. Para el caso del pH, se observa cómo el fruto presenta una tendencia al aumento, pasando de valores en D1 (3,9) a D4 (4,1).



**Figura 19**

Comportamiento de los sólidos solubles y el IM con respecto al tiempo de maduración del motilón



Se observa la tendencia al aumento de los sólidos solubles del motilón, que son uno de los parámetros fisicoquímicos de mayor interés en los procesos de maduración, ya que gracias a la hidrólisis de los almidones, ocurrida con ayuda de las amilasas, se comienza a liberar una gran cantidad de moléculas de glucosa que hacen que el fruto aumente en la cantidad de sólidos solubles, lo cual se ve reflejado en el aumento de los grados Brix, provocando que el fruto se vuelva más dulce.

En cuanto al índice de madurez, el fruto presentó un aumento insignificante, pasando para D1 en 16,1 llegando a D4 en 16,3.

**Tabla 1**  
Variación de color

Fruta	Estado de Madurez	L	A	B
Motilón	D1	3,49	0,89	-0,24
	D2	4,22	-0,62	-0,42
Carambolo	D1	87,91	-3,04	82,98
	D2	85,29	0,69	83,16
	D3	85,87	-0,29	80,42
	D4	79,82	9,51	78,93
Reinaclaudia	D1	12,78	18,13	8,82
	D2	20,71	28,33	17,93
	D3	17,16	19,27	12,76
	D4	15,47	14,89	7,31
	D5	5,11	1,36	0,31
Mamoncillo	D1	20,18	-9,33	14,98
	D2	23,93	-10,36	16,18
	D3	18,13	-3,38	11,51
Ovo	D1	67,98	36,04	66,82
	D2	72,27	21,76	73,09
	D3	47,07	23,47	49,13
Uvilla	D1	72,62	22,00	74,16
	D2	75,44	21,78	75,31
	D3	72,22	26,62	74,16
Mortiño	D1	3,69	2,89	-8,36
	D2	1,58	1,22	-6,42
	D3	2,62	4,84	-15,44



Durante la maduración ocurren cambios en el color, que van desde el verde al amarillo, lo que se debe al anabolismo de los pigmentos en los organelos celulares, como las flavonas, las antocianinas y los carotenoides, que proporcionan al fruto los colores secundarios sobre una base de color primario, generalmente verde o amarillo, determinada por la presencia de clorofila o de xantofila (Laguado, Pérez, Alvarado y Marín, 1999).

La Tabla 1 permite observar los valores de color, tomando L como el grado de luminosidad y las coordenadas a y b, las cuales pueden ser positivas o negativas, entonces, L = 0 significa negro; L = 100 significa blanco; a\* es el croma donde los valores positivos corresponden a rojo y los negativos al color verde; b\* es el tono para este componente; los valores positivos corresponden a amarillo y los negativos, a azul. Las frutas con mayor grado de luminosidad fueron: carambolo, uvilla y ovo, pues sus valores de L oscilan entre 47 y 87, seguidos de mamoncillo y reinaclaudia, con valores que van desde 5 hasta 20, mientras que las de menor luminosidad fueron: motilón y mortiño, con valores que van de 1 a 4.

Para el caso de la coordenada a\*, las frutas ovo, uvilla y reinaclaudia mostraron valores positivos, por lo cual tienden a la tonalidad rojiza, con valores que oscilan entre 14 y 28, seguidas del mortiño, con valores 1 y 4,8. Las frutas motilón, carambolo y mamoncillo indicaron tendencia verdosa por sus valores negativos: -10 y -8. En cuanto a la coordenada b\*, las frutas carambolo, ovo y uvilla mostraron una tonalidad amarilla, por sus valores positivos: 49 y 88, seguidas de la reinaclaudia y el mamoncillo, con valores que van desde 7 hasta 17; lo contrario sucede con el mortiño y el motilón dado que, sus valores negativos -15 y -0,2, representan una tonalidad de color azul; los valores negativos -15 y -0,2 representan una tonalidad de color azul.

### Conclusiones

El fenómeno de maduración es un proceso bioquímico natural que se ve reflejado a través del cambio en propiedades como los sólidos solubles, la actividad de agua, el pH, la acidez y el color.

La propiedad física 'firmeza' evaluada en los siete frutos, fue una de las más afectadas por el grado de madurez; siempre tuvo una tendencia descendente, llegando a valores que el penetrómetro no podía marcar.

Otra de las propiedades que se reportó de manera general en los siete frutos fue la Aw que, aunque también presentó una tendencia a disminuir, evidenció cambios

insignificantes, oscilando siempre entre valores de 1 y nunca menores a 0,96, considerando que las frutas son alimentos de alta humedad.

Los sólidos solubles presentaron una tendencia a disminuir durante el tiempo de maduración en las frutas: ovo, reinaclaudia, carambolo, mortiño y motilón, y aumentaron sus valores en el mamoncillo y la uvilla, lo que contrasta con la bibliografía, ya que ésta indica que el comportamiento normal de los sólidos solubles tiende a aumentar, por la generación del azúcar. Los valores de acidez tienden a disminuir, solo con relación al primero y último día de estudio, sin conservar una tendencia específica, ya que hay días de aumento y disminución; esto se presentó en el carambolo, la uvilla, el mortiño, el motilón y la reinaclaudia; el ovo y el mamoncillo tuvieron una leve tendencia al aumento de acidez.

El pH en los frutos de ovo y carambolo disminuye al pasar los días, mientras que en la reinaclaudia, el mamoncillo y la uvilla, sus valores fueron mayores al terminar el estudio.

### Referencias

- Acevedo, I. y García, Ó. (2012). Elaboración y evaluación de ciruela (*Spondias purpurea* L.) en almíbar como rellenos en queso tipo Mozzarella de búfala (*Bubalus bubalis*). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 720-729.
- Álvarez-Herrera, J.G., Rozo-Romero, X. y Reyes, A.J. (2015). Comportamiento poscosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina* Lindl.) en cuatro estados de madurez tratados con etileno. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 46-59. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3745>
- Beltrán D., Velásquez, J.A. y Giraldo, G.A. (2010). Caracterización fisicoquímica de la maduración del plátano dominico-hartón (*MusaAAB Simmonds*). *Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío*, 20, 166-170.
- Buitrago, C.M., Rincón, M.C., Balaguera, H.E. y Ligarreto, G.A. (2015). Tipificación de diferentes estados de madurez del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7521-7531. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>



- Chitarra, M.I. y Chitarra, A.B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio* (2.ª ed.). Universidade Federal de Lavras.
- Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M. y Bowerman, E. (2004). Increasing 'Black amber' plum (*Prunus salicina* Lindl.) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology* 34, 237-244.
- Cubillos, C. e Isaza, H. (1999). *Obtención de un producto glaseado y un producto osmodeshidratado de carambola (Averrhoa carambola L.) en el Piedemonte Caqueteño* (Trabajo de Grado). Universidad de la Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/597/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/597/)
- Echeverría, E. (1999). Sugars unrelated to brix changes in stored citrus fruits. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9037121>
- Figuroa, D., Guerrero, J. y Bensch, E. (2010). Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en poscosecha de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cvs. Berkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006. *Idesia (Arica)*, 28(1), 79-84.
- Hulme, A.C. (1971). *The biochemistry of fruits and their products*. Academic Press.
- Laguado, N., Pérez, E., Alvarado, C. y Marín, M. (1999). Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel, procedentes de dos plantaciones comerciales. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 16, 382-397.
- Mendoza, J.H., Rodríguez, A. y Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 188-196.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola (FNFH), Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFrucol), Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca (SAG). (2006). Diagnóstico y Análisis de los recursos para la fruticultura en Colombia. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YvcH9AFRQDgJ:www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_18\\_DIAGNOSTICO%2520FRUTICOLA%2520NACIONAL.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co&client=firefox-b-d](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YvcH9AFRQDgJ:www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO%2520FRUTICOLA%2520NACIONAL.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co&client=firefox-b-d)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2005). *Guía Técnica del Cultivo de Jocote*. El Salvador.
- Novoa, R.H., Bojacá, M., Galviz, J.A. y Fisher, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*, 24(1), 77-86
- Parra-Coronado, A. (2007). *Técnicas de almacenamiento y conservación de frutas y hortalizas frescas*. UNAL.
- Pérez-Tello, G.O., Martínez-Tellez, M.A., Vargas-Arispuro, I., & González-Aguilar, G.A. (2009). Chilling injury in mamey sapote fruit (*Pouteria sapota*): biochemical and physiological responses. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 42(2), 137-145.
- Pinzón, I., Fisher, G. y Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95.
- Pinzón, E.H., Reyes, A.J., Álvarez-Herrera, J.G., Leguizamo, M.F. y Joya, J.G. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 26-35
- Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D., Báez-Sañudo, M., García-Estrada, R. y Araiza-Lizarde, E. (2004). Calidad en frutos de carambola (*averrhoa carambola* L.) cosechada en cuatro estados de madurez. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(1), 23-29.

