

Evaluación de parámetros de calidad de naranja (*Citrus × sinensis*) en tres estados de madurez

Evaluation of orange (*Citrus × sinensis*) quality parameters at three maturity stages

Joselyn Villares^{1*}, Mariela Cobos¹, Lesly Vásquez¹, Rocio Sarmiento¹, Fanny Maita², Cindy Freire²,
Lascano Alexis², Jermis Alvarado²

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, El Coca / Ecuador

² Green Amazon, Research Center, Nueva Loja, Ecuador

* Correspondencia: joselyn.villares@esPOCH.edu.ec;

Available from: <http://dx.doi.org/10.21931/BJ/2024.01.01.10>

RESUMEN

En la Amazonía ecuatoriana los frutales son parte de la biodiversidad de la chakra y los cítricos es uno de los grupos relevantes dado que tienen un sin número de usos y cuyos excedentes son usados para la comercialización en las ferias locales, por lo que esta investigación busca evaluar naranjas en tres estados de madurez mediante análisis físicos para la determinación del tiempo de cosecha. Se evaluaron los parámetros de calidad de la naranja (*Citrus × síntesis*), en tres estados de madurez (*inicial-medio-completo*), se determinó: peso, morfometría, color, firmeza y sólidos solubles. Las frutas se obtuvieron en el cantón Joya de los Sachas, se recolectaron frutas libres de defectos considerables. Como resultado se obtuvo que la naranja pierde peso a medida que transcurren los días. El diámetro se reduce desde el día 1 al 10 y a partir del día 7 la pérdida de longitud es igual en los tres estados de madurez. La luminosidad es el valor del color que sufre mayores cambios a lo largo del almacenamiento de la fruta. La firmeza disminuye más a partir del día 7. A medida que el estado de madurez avanza mayor será la cantidad de sólidos solubles. El estado de madurez perfecto es el medio, ya que ofrece un equilibrio entre alto contenido de azúcar y un peso y tamaño adecuados, beneficiando tanto al agricultor como al cliente debido a su dulzura.

Palabras clave: cítricos, Amazonía, Ecuador, calidad, frutas, postcosecha

ABSTRACT

In the Ecuadorian Amazon, fruit trees are part of the biodiversity of the chakra, and citrus is one of the relevant groups since they have many uses and their surpluses are used for marketing at local fairs. Hence, this research seeks to evaluate oranges at three stages of maturity through physical analysis to determine the optimal harvest time. The quality parameters of oranges (*Citrus × synthesis*) at three stages of maturity (*initial-medium-complete*) were evaluated, and the following were determined: weight, morphometrics, color, firmness, and soluble solids. The fruits were obtained from Joya de los Sachas and were harvested free of significant defects. As a result, it was found that the orange loses weight as the days go by. The diameter is reduced from day 1 to 10, and from day 7, the loss of length is equal in the three stages of maturity. Brightness is the color value with the most significant changes throughout fruit storage. Firmness decreases more from day 7 onwards. The higher the maturity stage, the higher the amount of soluble solids. The optimum maturity stage is medium, as it balances high sugar content and adequate weight and size, benefiting the farmer and the customer due to its sweetness.

Keywords: citrus, Amazon, Ecuador, quality, fruits, postharvest

INTRODUCCIÓN

El Ecuador cuenta con una superficie del cultivo de 55.953 hectáreas, de las cuales 10.639 hectáreas pertenecen a la provincia de Bolívar y 2.650 hectáreas al cantón Caluma. La naranja Blanca o Valencia ocupa la posición predominante en cuanto a producción en el país, mientras que las variedades más destacadas desde una perspectiva comercial son las siguientes: Valencia convencional, Washington, Naranja lima, Valencia tardía, Naranja agria, Valencia delta y Naranja pomelo ¹. La Producción de naranja se da en zonas cálidas y tropicales, en las provincias de Bolívar, Manabí, Tungurahua, Santo Domingo, Esmeraldas, Guayas y Los Ríos. En la región norte de la Amazonía, los árboles frutales diversifican el sistema productivo agroforestal utilizado por los agricultores llamado "chakra" al generar ingresos y satisfacer las necesidades alimenticias ², además, tienen gran repercusión social y sostenible para el productor ³. Los agricultores han establecido en sus lotes aproximadamente 41 especies de frutales, donde, el cultivo de naranja cuenta con un 76% de presencia en las fincas de la zona ⁴. En la provincia de Orellana, según INEC ⁵, la superficie cosechada fue de 319 hectáreas con una producción de 1317 t y rendimiento 4,13 t/ha.

De acuerdo con ⁶ un fruto pasa por tres etapas fisiológicas importantes: crecimiento, maduración y senescencia, experimentando transformaciones metabólicas de acuerdo con el estado en el que se halle. El control de calidad concentra se centra en la fase de madurez, en la cual se efectúa una valoración sensorial y técnica a fin de reafirmar que las particularidades organolépticas y fisicoquímicas de los productos son las deseadas. Seguidamente, en ⁷ se menciona que los principales parámetros de calidad de las frutas son el peso seco, sólidos solubles, acidez, pH, color, firmeza, tamaño, forma, suavidad y calidad de sabor. Generalmente en la mayoría de las frutas el color es la cualidad externa más fundamental en la delimitación del punto de maduración y de la vida postcosecha, el cual es un factor importante en el momento de la adquisición por parte de los clientes. A su vez, es importante estudiar el comportamiento de los frutos cuando son sometidos a distintos ambientes de almacenaje, golpes provocados en los mismos, simulando el transcurso de la recolección, exportación y conducción en las plantas de empaquetado. Al igual que, la concentración de productos para el control de infecciones o inhibidores de etileno aplicados como 1-MCP (*1-metilciclopropeno*) para establecer las condiciones que permitan mayor vida en anaquel ⁸.

Los requisitos mínimos en todas las categorías, las naranjas deben estar: enteras, sanas, sin resequeidad interna, sin presencia de plagas y enfermedades y sin excedentes de color y sabor. Los criterios de maduración se basan en la coloración y el contenido mínimo de zumo. Por otro lado, las naranjas se clasifican en: Categoría Extra deben ser de calidad superior y sus características deben ser igual a la variedad, Categoría I deben ser de calidad, se podrá permitir defectos leves sin que afecten a la calidad de la fruta, Categoría II estas no pueden clasificarse en superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos de la naranja. Otro tipo de clasificación es por calibres, este se determina por el diámetro máximo de la sección ecuatorial del fruto siendo el máximo el 92-110 y el inferior de 53-60 mm ⁹. Los índices de madurez de 8 o más se relacionan con el color amarillo anaranjado en al menos el 25 % de la superficie del fruto; y que el índice de madurez de 10 o más se relaciona con el color amarillo verdoso en el 25% o más de la superficie del fruto. Las temperaturas óptimas para almacenamiento oscilan entre 3-8°C por hasta 3 meses, dependiendo del cultivar, estado de maduración en la cosecha y área de producción, mientras que la humedad relativa varía entre 90-95%. Dentro de las tasas de respiración a 5°C es de 2-4 ml CO₂ / kg·h y a 20°C es de 11-17 ml CO₂ / kg·h. La tasa de producción de etileno es de < 0,1 µl/kg·h a 20 °C ¹⁰. La firmeza se midió con un penetrometro, su ejecución consistió en penetrar una naranja, se midió la fuerza que opuso la fruta al ser perforada o comprimida a cierta profundidad de deformación. Los grados Brix son una medida de la concentración de azúcar en el jugo de la fruta, siendo

un indicador de su dulzura. En las naranjas Valencia, se busca un nivel de Brix específico; valores más bajos indican inmadurez, mientras que valores excesivamente altos sugieren sobremaduración. La firmeza se refiere a la resistencia de la pulpa al ser presionada y varía según el destino de las naranjas, generalmente entre 4 y 10 libras de fuerza en naranjas frescas. El espacio de color Lab* evalúa la tonalidad, con L* (luminosidad) más alta para naranjas más claras, a* positivo para tonos rojizos y b* positivo para tonalidades amarillas. Se buscó un equilibrio en estos valores para obtener un color naranja brillante y atractivo, aunque el color puede variar según la madurez y la variedad de las naranjas Valencia. Estos parámetros han sido críticos para determinar la calidad de la cosecha y seleccionar las naranjas en su punto óptimo de madurez.

Considerando la importancia de los cítricos en la producción de la chakra el objetivo general de esta investigación es evaluar la naranja en tres estados de madurez (*inicial, intermedia y máxima*) mediante los análisis físicos para la determinación del tiempo de cosecha óptimo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la ciudad de Francisco de Orellana en condiciones climáticas de 26 °C y HR DE 90 %, a una altitud de 255 m.s.n.m.

Las muestras se obtuvieron de una naranja de variedad Valencia que actualmente tiene 15 años de vida, ubicado en el Cantón Joya de los Sachas, parroquia Enokanqui, comunidad Unión Chimboracense. Luego de aplicar una técnica inspección visual en la que se examinó cuidadosamente las naranjas en el árbol antes de cosecharlas. Debían tener un color naranja brillante y uniforme. Evitando cosechar naranjas con manchas. Se sustrajeron las naranjas en tres estados de madurez: 12 en estado completo, 12 en intermedio y 12 en inicial para sus respectivos análisis.

Preparación de las frutas para el análisis

Una vez transcurrido las 24 horas desde su recolección, se inició con el análisis respectivo fueron seleccionadas las frutas que presentaron buen estado, se descartó las que presentaban daños por picaduras de insectos o golpeadas. Luego se lavaron en agua corriente para la remoción de la suciedad superficial, después fueron sumergidas en una solución de hipoclorito a una concentración del 1 % por 15 minutos, después del tiempo de inmersión, se drenó el agua y se colocó sobre papel absorbente y finalmente se las dejó secar al ambiente para sus respectivos análisis¹¹. Los tratamientos permanecieron en cajas de cartón, divididas según su estado de madurez (*inicial, intermedia, completa*), en donde se tomó las respectivas medidas de temperatura y humedad relativa con el instrumento Elitech modelo RC – 4HC, obteniendo temperatura inicial de 20.2°C, intermedia 22.5°C y máxima 29.5°C, así mismo la Hr inicial 42.1%, intermedia 54.8% y máxima 63.9% los cuales fueron monitoreados en todo el proceso del experimento. El tiempo estimado para la recolección de datos en el experimento sobre la calidad de las naranjas Valencia, que incluyó parámetros como grados Brix, firmeza y espacio de color Lab*, dependió de la escala del experimento, la cantidad de muestras requeridas, la disponibilidad de personal y equipo especializado, la frecuencia de muestreo, las condiciones climáticas y el tiempo necesario para la preparación, el registro y el análisis de datos. En general, este proceso duró más de 10 días, ya que implicó la recolección y medición de múltiples muestras de naranjas en diferentes árboles, seguido de un procesamiento y análisis adecuados para obtener resultados precisos y confiables.

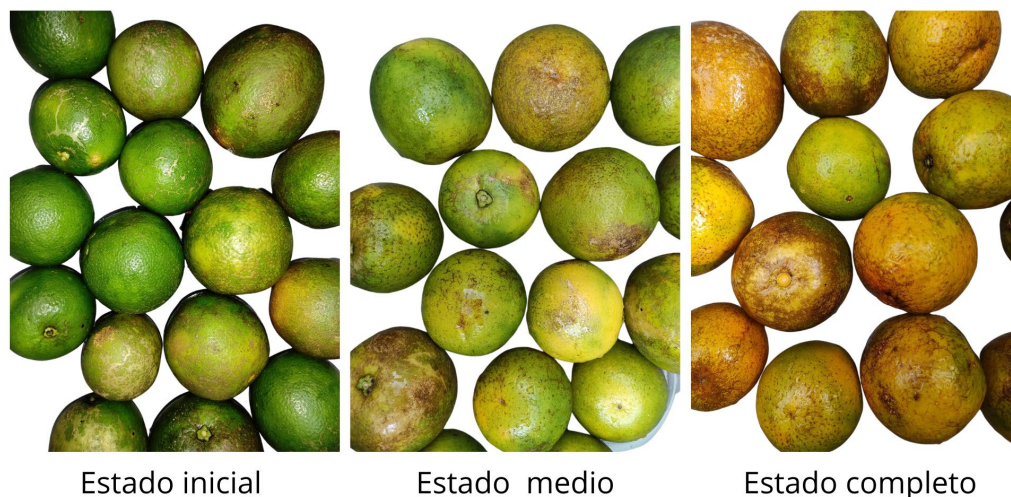


Figura 1. Cosecha de naranjas en distintos estados de madurez.

Variables evaluadas

En el contexto de este análisis, se establecen como factores independientes dos variables: el nivel de madurez (*inicial, medio y completo*) y el momento en el que se recopilan los datos, que incluye los días (1, 3, 7 y 10).

Las variables dependientes evaluadas fueron diámetro, color, peso total y sólidos solubles totales establecidos como °Brix¹². Además, otra variable, es la firmeza, es uno de los métodos físicos químicos que mejor se correlaciona con el estado de maduración de la fruta¹³.

Peso. - El peso de la muestra fue tomado en la balanza BOECO BWL 51 con una precisión de 0,001.

Morfometría. - Se midió el diámetro y longitud de la fruta con un calibrador pie de rey RT005102. Los datos se tomaron, de la parte más ancha de la naranja el diámetro ecuatorial, y la longitud desde la extremidad del pedúnculo hasta el extremo inferior.

Color. Se determinaron los parámetros L*, a*, b* tanto de la cáscara (*en lados contrarios*) como de la pulpa, mediante el colorímetro KONICA MINOLTA SPECTRO PHOTO METER CM-700d. Mediante el sistema de visión artificial con medidas de color que indicaron el estado de madurez de las naranjas.

Firmeza. Se midió la firmeza de la cáscara con un penetrómetro LT Lutro FR-5120, punta número 6. Tomando en cuenta la penetración en el diámetro ecuatorial con una fuerza perpendicular en un punto y su lado opuesto, tanto de la cáscara como de la pulpa.

Sólidos solubles totales. Este parámetro se midió con refractómetro tipo ATAGO Pocket y los resultados se expresaron en °Brix.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño factorial A*B, y el programa Infostat SPSS versión 26.0, se realizó un análisis de ANOVA simple de medias repetidas, seguido de una prueba de comparación de mediana según Tukey, con una significancia de 0,05.

RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la naranja en tres estados de madurez (*inicial, intermedia y máxima*) mediante los análisis físicos para la determinación del tiempo de cosecha óptimo. Para ello, se han considerado dos factores principales: los estados de madurez de la naranja y el tiempo transcurrido desde la recolección. Se evaluó variables morfológicas, como el peso, diámetro y longitud de las naranjas; variables

físicas, como el color y la firmeza de la pulpa; y el contenido de sólidos solubles, que proporciona información sobre el sabor dulce de la fruta. En la Figura 2 se presentan las naranjas al final del tiempo en percha.



Figura 2. Naranjas en estados de madurez fisiológica después de 10 días en percha

Las naranjas en estados de maduración después de 10 días de almacenamiento se refieren al proceso específico del estudio en la que las naranjas fueron sometidas a un período de almacenamiento controlado en el periodo de tiempo mencionado, como parte de la metodología experimental. Durante este período, se monitoreó el proceso de maduración de las naranjas.

Variables morfométricas

Se realizó el análisis de variables morfométricas para proporcionar información sobre el tamaño y la forma de las naranjas en cada estado de madurez y día de análisis. En la Tabla 1 se muestra los resultados del análisis de varianza ejecutado.

Estado de madurez fisiológica	Día de almacenamiento	Peso (g)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Inicial	1	280,94 ± 21,56 ^f	78,82 ± 5,56 ^{Bd}	82,32 ± 2,02 ^d
	3	199,63 ± 9,20 ^{de}	70,98 ± 1,47 ^{Bc}	68,54 ± 0,49 ^c
	7	149,19 ± 6,32 ^{abc}	64,57 ± 1,22 ^{Bb}	60,88 ± 1,85 ^{abc}
	10	134,58 ± 6,98 ^{abc}	64,57 ± 0,99 ^{Ba}	61,15 ± 1,25 ^{abc}
Medio	1	174,01 ± 22,53 ^{bcde}	68,83 ± 3,93 ^{Ad}	67,63 ± 1,98 ^c
	3	167,44 ± 7,44 ^{bcde}	67,49 ± 0,93 ^{Ac}	64,17 ± 1,32 ^{abc}
	7	139,4 ± 1,03 ^{bcd}	62,51 ± 0,00 ^{Ab}	62,44 ± 0,86 ^{abc}
	10	108,78 ± 20,56 ^a	55,24 ± 7,64 ^{Aa}	55,15 ± 5,20 ^a
Completo	1	216,09 ± 27,68 ^e	76,63 ± 2,46 ^{Bd}	68,1 ± 4,86 ^c
	3	180,79 ± 22,92 ^{de}	70,06 ± 3,78 ^{Bc}	65,7 ± 5,07 ^{bc}
	7	158,52 ± 16,08 ^{bcd}	66,82 ± 2,31 ^{Bb}	64,1 ± 3,02 ^{abc}
	10	125,1 ± 12,31 ^{ab}	60,98 ± 1,77 ^{Ba}	58,14 ± 3,68 ^{ab}

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). La letra mayúscula muestra los grupos homogéneos para el estado de madurez mientras que las minúsculas para los días de almacenamiento o los grupos homogéneos de la interacción de los factores cuando esta muestra diferencia significativa

Tabla 1. Análisis de variables morfométricas de la naranja

La firmeza de la cáscara de las naranjas se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. Las naranjas que se cosecharon en el estado inicial tuvieron una gran diferencia respecto a los días después de la cosecha debido a que existió un incremento del

5% de firmeza desde el día 1 al 10, mientras que en los estados de madurez medio y completo no existió mayor variación durante los 10 días de almacenamiento. Esta variación de peso principalmente se debe a la deshidratación del producto debido a su condición higroscópica puesto que la humedad relativa en la que se conservaron fue del 54,8 %¹⁴. El grupo homogéneo abc corresponde a la interacción de los días 7 y 10 con los estados de madurez medio e inicial lo que sugiere que a partir del día 7 la pérdida de peso es similar para todos los estados de madurez.

El diámetro de las naranjas no presentó diferencias significativas para la interacción de los factores en estudio, pero si para cada uno de ellos. El estado de madurez medio muestra naranjas con diámetro menor a las del estado de madurez completo e inicial, sin embargo, esta es una característica que no se puede atribuir completamente al factor en estudio ya que bien podría ser homogenizada con un control de calibre más exhaustivo en el momento de la recolección. Respecto a los días después de la cosecha los resultados indican que las naranjas reducen su diámetro desde el día 1 al día 10, siendo significativo para su comercialización, este comportamiento se presentó para todos los estados de madurez.

La longitud de las naranjas se ve afectada de manera significativa por la combinación de su estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. En el décimo día después de la cosecha, las naranjas en un estado de madurez medio presentaron una longitud inferior, mientras que las naranjas en un estado de madurez inicial, al primer día después de la cosecha, presento una longitud mayor. El grupo homogéneo abc representa la interacción de los días 7 y 10 con los estados de madurez inicial, medio y completo, lo que sugiere que, a partir del séptimo día, la pérdida de longitud es similar en todos los estados de madurez.

Variabes físicas

Se realizo un análisis de variables morfométricas para conocer el color (Tabla 2) y firmeza (Tabla 3) de casaca de la fruta a lo largo de 10 días de almacenamiento.

Estado de Madurez fisiológica	Día	Color de casaca		
		L*	a*	b*
Inicial	1	38,15 ± 1,88 ^a	-5,57 ± 1,34 ^a	21,18 ± 2,41 ^a
	3	41,16 ± 1,49 ^a	-8,09 ± 1,84 ^a	25,15 ± 3,96 ^{ab}
	7	43,6 ± 1,99 ^{ab}	-9,91 ± 0,32 ^a	29,52 ± 2,94 ^{ab}
	10	49,96 ± 1,82 ^{bc}	-4,95 ± 2,45 ^a	34,72 ± 6,76 ^{bc}
Medio	1	54,42 ± 3,53 ^{cde}	-2,16 ± 5,22 ^{ab}	47,49 ± 5,49 ^{de}
	3	53,55 ± 1,46 ^{cd}	-1,74 ± 1,28 ^{ab}	46,36 ± 1,72 ^{cde}
	7	61,89 ± 2,67 ^{fg}	4,94 ± 0,70 ^{bc}	46,36 ± 3,45 ^{ef}
	10	60,95 ± 2,62 ^{efg}	7,84 ± 3,50 ^c	55,75 ± 3,00 ^{def}
Completo	1	57,37 ± 0,60 ^{def}	12,76 ± 1,93 ^{cd}	52,26 ± 1,63 ^{def}
	3	58,41 ± 1,33 ^{defg}	11,05 ± 2,18 ^{cd}	53,01 ± 4,79 ^{def}
	7	52,28 ± 3,30 ^{cd}	10,78 ± 1,58 ^{cd}	44,83 ± 5,98 ^{cd}
	10	64,93 ± 3,82 ^g	18,2 ± 6,03 ^d	61,63 ± 2,24 ^f

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). La letra mayúscula muestra los grupos homogéneos para el estado de madurez mientras que las minúsculas para los días de almacenamiento o los grupos homogéneos de la interacción de los factores cuando esta muestra diferencia significativa.

Tabla 2. Análisis color casaca

El valor L* (-blanco + negro) del color

El valor L del color de las naranjas se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. Los valores L* definen la luminosidad del color de la

cascara, las naranjas en el estado de madurez inicial al día 1 tiene menor luminosidad, mientras que, las naranjas del estado de madurez completo del día 10 presentaron mayor luminosidad.

El valor a^* (-verde + rojo) del color

El valor a del color de las naranjas se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. Estos valores confirman que las naranjas seleccionadas como para el estado de madurez inicial tienen más color verde que aquellas cosechadas y categorizadas como estado de madurez completa que ya presenta presencia de color rojo. Demostrando que la variación de color en naranja definitivamente es un criterio de índice de madurez.

El valor b^* (+amarillo, -azul) del color

El color b de las naranjas se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. Las naranjas en el estado de madurez inicial tienen los valores menores mientras que el estado de madurez medio y completo tiene valores mayores, lo que nos indica que el color amarillo es más predominante conforme el estado de madurez de la fruta es mayor.

Estado de madurez fisiológica	Día	Firmeza de cascara (Kg)
Inicial	1	6,95 ± 1,70 ^{bc}
	3	9,24 ± 2,04 ^{cd}
	7	12,77 ± 0,83 ^e
	10	12,65 ± 0,48 ^e
Medio	1	8,5 ± 0,30 ^{bcd}
	3	10,39 ± 1,76 ^{de}
	7	9,9 ± 1,19 ^{cde}
	10	7,98 ± 0,77 ^{bcd}
Completo	1	5,84 ± 0,57 ^b
	3	7,56 ± 0,69 ^{bcd}
	7	7,74 ± 0,46 ^a
	10	6,79 ± 0,80 ^{bc}

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). Las letras minúsculas indican los grupos homogéneos generados para la interacción de los factores de estudio.

Tabla 3. Análisis firmeza cascara

La firmeza de la cáscara de las naranjas se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días transcurridos después de la recolección. Las naranjas que se cosecharon en el estado inicial tuvieron una gran diferencia respecto a los días después de la cosecha debido a que existió un incremento considerable de firmeza desde el día 1 al 10, mientras que en los estados de madurez medio y completo no existió mayor variación durante el almacenamiento.

Color y firmeza de pulpa

El valor a del color de la pulpa de las naranjas (Tabla 4) se ve afectado significativamente por la interacción del estado de madurez y los días de almacenamiento. Las naranjas en el estado de madurez inicial en el día 10 presentaron valores de a bajos lo que indica que en esta predomina el color verde, mientras las naranjas en estado de madurez medio al día 7 presentaron una pulpa más bien de tonalidad rojiza. El valor a del color de

la pulpa de naranja a lo largo del tiempo disminuye para los estados de madurez inicial e intermedio, sin embargo, para las naranjas en estado de madurez completo no mostró diferencia.

Estado de madurez fisiológica	Día	Color a* de pulpa
Inicial	1	1,92 ± 0,95 ^{abc}
	3	0,8 ± 0,34 ^{abc}
	7	-0,42 ± 0,68 ^{ab}
	10	-0,93 ± 0,89 ^a
Medio	1	2,16 ± 0,50 ^{bc}
	3	1,42 ± 0,19 ^{abc}
	7	3,47 ± 0,52 ^c
	10	-0,47 ± 1,30 ^{ab}
Completo	1	1,07 ± 1,25 ^{abc}
	3	0,77 ± 0,61 ^{abc}
	7	0,79 ± 2,56 ^{abc}
	10	1,25 ± 0,46 ^{abc}

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). Las letras minúsculas indican los grupos homogéneos generados para la interacción de los factores de estudio

Tabla 4. Análisis de color pulpa

En cuanto a la firmeza de pulpa (Tabla 5) sus resultados no son variables, la pulpa de las naranjas en estado de madurez medio, inicial y completo del día 1 al 10 no presenta diferencias significativas, siendo el estado inicial que presentó menor firmeza de pulpa y el estado completo mayor firmeza de pulpa.

Estado de madurez fisiológica	Día	Firmeza de pulpa (Kg)
Inicial	1	0,26 ± 0,04 ^a
	3	0,25 ± 0,08 ^a
	7	0,36 ± 0,01 ^{ab}
	10	0,25 ± 0,04 ^a
Medio	1	0,35 ± 0,07 ^{ab}
	3	0,33 ± 0,16 ^{ab}
	7	0,25 ± 0,01 ^a
	10	0,3 ± 0,03 ^{ab}
Completo	1	0,48 ± 0,15 ^{abc}
	3	0,57 ± 0,10 ^{bc}
	7	0,75 ± 0,15 ^c
	10	0,44 ± 0,13 ^{ab}

Sólidos Solubles (°Brix)

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). Las letras minúsculas indican los grupos homogéneos generados para la interacción de los factores de estudio

Tabla 5. Análisis firmeza de pulpa

Los datos presentados corresponden al contenido de sólidos solubles expresado en grados Brix en función del estado de madurez y el día de análisis de las naranjas.

Estado de madurez fisiológica	Día	Sólidos Solubles (°Brix)
Inicial	1	8,4 ± 0,95 ^A
	3	7,77 ± 0,06 ^A
	7	7,84 ± 1,04 ^A
	10	7,84 ± 0,25 ^A
Medio	1	11,57 ± 1,44 ^B
	3	11,17 ± 1,01 ^B
	7	9,5 ± 0,40 ^B
	10	9,7 ± 2,09 ^B
Completo	1	12,9 ± 2,17 ^B
	3	11,83 ± 1,58 ^B
	7	11,15 ± 0,75 ^B
	10	8,67 ± 2,85 ^B

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (DE) (n = 3). La letra mayúscula muestra los grupos homogéneos para el estado de madurez

Tabla 6. Análisis de Sólidos Solubles

En el análisis de Sólidos solubles (°Brix) se identificó diferencias significativas para el factor estado de madurez. Las naranjas en estado medio y completo de madurez presentaron mayor contenido de sólidos solubles que el estado inicial, lo cual se ajusta a una característica de los frutos no climatéricos que una vez cosechados no incrementan su contenido de azúcares. Si las naranjas se cosechan en un estado de madurez más avanzado, tendrán un mayor contenido de azúcar, pero a medida que pasan los días después de la recolección, ese contenido de grados brix disminuye gradualmente.

DISCUSIÓN

En cuanto al peso las naranjas en estado de madurez inicial al día uno después de la cosecha presentó mayor peso mientras que las naranjas en estado de madurez medio al día 10 después de la cosecha fueron las que presentaron menor peso. La variación fue mayor en el estado de madurez inicial, ya que al día 1 pesa 280,94 g en relación al día 10 en el mismo estado de madurez que presenta un peso de 134,58 g. Según¹⁵ manifiesta lo contrario, en la variable de peso, las naranjas presentaron una variación de 64,6 g en los de color cero hasta 365 g en frutos de color cinco, por lo que existe una mayor variación en su peso, obteniendo un promedio de 179,17 g, lo que posiciona a los frutos en un calibre entre C y D. A esto se suma¹⁶ indicando que el peso promedio encontrado en el limón sutil fue de 25.65 g en estado verde; esto aumentó a 29.55 g en estado pintón y 33.48 g en estado maduro, con una desviación estándar de 0.88; 1.34 y 1.50 respectivamente, con esto se indicó que presenta una diferencia con los resultados del experimento, debido a que la variación del peso de la naranja es superior conforme a las escalas de los días en comparación al del limón sutil donde su variación es pequeña.

Las naranjas conforme van madurando, cambia su tonalidad piel de verde intenso, a verde claro naranja y amarillo. En la investigación de¹⁷ se establece la correlación entre la tonalidad de la piel y la condición de calidad interna en naranjas de ‘Sanguinelli’, expresan resultados en cuanto a color de la cascara como en color de la pulpa mencionando que cuanto menor es la calidad interna de la fruta más intenso será la tonalidad rojiza

de la cascara y pulpa de la naranja. Corroborar con su estudio, que, tanto para medir el color de la cáscara y de la pulpa, es oportuno calcular tal índice a^*/b^* como índice de color. Sin embargo, la coloración de las naranjas es diversa alrededor de su superficie, y según ¹⁸ la parte con más color es la parte del árbol que ve al norte.

Para ¹⁹ el ablandamiento en cítricos está relacionado con la degradación de la pared celular, dependiendo del tiempo transcurrido de la maduración del fruto, presentando una mayor firmeza el primer día de evaluación y por ende mayor resistencia a la penetrabilidad, capacidad que tiende a disminuir con la maduración, difiriendo con los resultados de nuestra investigación donde las naranjas que se cosecharon en el estado inicial a lo largo de los días después de su recolección incrementaron su firmeza, mientras que las de estado de madurez completa presentaron, al día 1 y 7, una menor firmeza. Esto ocurre a que la textura de las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares.

En los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), se presentó relación en cuanto al estado de madurez siendo homogéneo para el estado medio y completo presentando mayor contenido de sólidos solubles que en estado inicial. Según ²⁰ manifiesta que los grados Brix son un índice comercial aproximado ya que los sólidos no son solamente sacarosa. Asimismo, se realizó una prueba de grados Brix para determinar la cantidad de azúcares, demostrando que las naranjas tienen una concentración mayor de azúcar en el jugo.

CONCLUSIONES

La disminución de peso y diámetro ecuatorial de las naranjas es influenciada por los días de almacenamiento más que por el estado de madurez en las que son cosechadas debido a la deshidratación. A partir del día 7 la pérdida de longitud es similar en los tres estados de madurez.

En el color de la fruta la luminosidad es el valor más afectado a lo largo del almacenamiento ya que en todos los estados de madurez conforme pasan los días aparece tonalidades más oscuras. En cuanto a la firmeza de la cáscara está influenciada principalmente por el estado de madurez puesto que las naranjas menos maduras son más firmes.

Los sólidos solubles de la naranja al ser un fruto climatérico dependen exclusivamente del estado de madurez en el que fue cosechada ya que a lo largo del tiempo de almacenamiento este no muestra cambios significativos.

Según los hallazgos del experimento, el estado de madurez óptimo sería el estado medio, ya que ofrece un equilibrio en comparación con los otros estados. En este estado, se encuentra un nivel elevado de azúcar, junto con un peso y tamaño adecuados, lo que beneficia tanto al ingreso del agricultor por su peso de venta como a la satisfacción del cliente debido a su dulzura.

Contribución de los autores: En el caso de los artículos de investigación con varios autores, deberá incluirse un breve párrafo en el que se especifiquen sus contribuciones individuales. Deben utilizarse los siguientes enunciados "Conceptualización, J.V. y R.S.; metodología, F.M., C.F., investigación, L.V., J.V.; curación de datos, M.C. y L.V.; redacción-revisión y edición, R.S. y J.V. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no ha recibido financiación externa

Declaración de consentimiento informado: No aplica

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo brindado por la profesora Maritza Sánchez, considerando que la investigación corresponde a un trabajo de investigación formativa de la asignatura Poscosecha de la Carrera de Agronomía de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Yances Astudillo S. Importancia de la producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón : análisis cultural turístico [Internet] [bachelorThesis]. Quito; 2018 [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7935>
2. Jadán Maza AO. Influence of land use with cocoa crops, chakras and primary forest on diversity, carbon storage and productivity in Sumaco Biosphere Reserve, Ecuador. Influencia del uso de la tierra con cultivos de cacao, chakras y bosque primario, sobre la diversidad, almacenamiento de carbono y productividad en la Reserva de la Biosfera Sumaco, Ecuador [Internet]. 2012 [citado 1 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2395>
3. Vega MEG. Revisión bibliográfica CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Miller), FRUTAL TROPICAL Y SUB-TROPICAL DE VALORES PROMISORIOS. Cultivos Tropicales. 28 de marzo de 2013;34(3):52-63.
4. Tierras YBV, Prado-Beltrán JK, Nicolalde-Cruz JR, Casanoves F, Virginio-Filho E de M, Arroyo WFV. Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Ecuador). Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 22 de agosto de 2018;19(3):485-99.
5. Cifras Agroproductivas [Internet]. [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
6. Evolución de los parámetros de calidad en frutos de pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) durante las fases de crecimiento, maduración y post-cosecha [Internet]. [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/61479>
7. Torres R, Montes EJ, Pérez OA, Andrade RD. Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Información tecnológica. 2013;24(3):51-6.
8. Metodologías de análisis de factores de calidad en frutas tropicales y subtropicales, implementadas por el laboratorio de postcosecha de la Universidad de California en Davis, Estados Unidos [Internet]. [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/4000>
9. Almache Almache MA, Villacres Escudero AE. Evaluación de los parámetros de calidad en dos variedades de naranja, valencia (*Citrus x sinensis*) y naranja agria (*Citrus x aurantium*) para la elaboración de jugo [Internet] [bachelorThesis]. Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2021 [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8160>

10. Urraburu Bordón M. Comportamiento poscosecha y funcional de materiales genéticos de guayabo del país (*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret) y arazá (*Psidium cattleianum* Sab). 2017 [citado 1 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24161/1/Urraburu-Bord%C3%B3nMariana.pdf>
11. Bianchi M, Guarnaschelli A, Milisenda P. Dehidrocongelación de frutas: Estudio de los parámetros de calidad. *Invenio*. 2011;14(26):117-32.
12. Frutas frescas. naranja valenciana. especificaciones. [Internet]. [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/gp-frutas-frescas-naranja-valenciana-especificaciones-ntc4086-1997.html>
13. Brezmes Llecha J. Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de la maduración de la fruta [Internet]. Universitat Politècnica de Catalunya; 2001 [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94188>
14. Zhang J, Zhang J yi, Shan Y xia, Guo C, He L, Zhang L yan, et al. Effect of harvest time on the chemical composition and antioxidant capacity of Gannan navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck 'Newhall') juice. *Journal of Integrative Agriculture*. 1 de enero de 2022;21(1):261-72.
15. Barón RD, Villa AL. Evolución de los parámetros de calidad de naranja valencia producida en el municipio de chimichagua, cesar - colombia. *Temas Agrarios*. 1 de enero de 2013;18(1):66-74.
16. Puente Huera CJ. Determinación de las Características Físicas y Químicas del Limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle) [Internet] [bachelorThesis]. 2011 [citado 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/352>
17. Tarancón P, Cebrián B, Fernández-Serrano P, Besada C. Relación entre la coloración de la piel y la calidad interna de naranjas 'Sanguinelli'. *Estudios físico-químicos y sensoriales. Levante Agrícola*. 2020;(450):33-42.
18. Cruz MÁG, Tovar LG. La presente tesis titulada ECO-INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NARANJA (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ESTUDIO DE CASO: EN PAPANTLA. [citado 1 de octubre de 2023]; Disponible en: http://ritaschwentesi.us.mx/tesis-profesionales/Eco-intensificacion_de_la_produccion_de_naranja.pdf
19. Muramatsu N, Takahara T, Kojima K, Ogata T. Relationship between texture and cell wall polysaccharides of fruit flesh in various species of citrus. *HortScience*. 1996;31(1):114-6.
20. Polo LB, Fernández LJ, Riesco AP, Tello DS, Fathallah O, Calvo RN, et al. CONTENIDO DE VITAMINA C Y AZÚCAR EN ZUMO DE NARANJA Y DERIVADOS INDUSTRIALES. José Manuel Rivero Martín Josefa Jaramillo Romero Fernando Alfonso Cervel Josefa Montero García Ma Elena Montejó González. 2019;22:33-8.

Received: October 9th 2023/ **Accepted:** January 15th 2024 / **Published:** 15 February 2024

Citation: Villares J, Cobos M, Vásquez L, Sarmiento R, Maita F, Freire C, Lascano A, Jermis A. Evaluación de parámetros de calidad de naranja (*Citrus × sinensis*) en tres estados de madurez. Bionatura journal 2024; 1 (1) 10. <http://dx.doi.org/10.21931/BJ/2024.01.01.10>

Additional information Correspondence should be addressed to gabriela.rosero@epoch.edu.ec

Peer review information. Bionatura Journal thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura Journal stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2024 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).