

CONVENIO INIFAP-NATIONAL MANGO BOARD

**VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA DE UNIDADES CALOR PARA DETERMINAR EL
MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA EN LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE
MANGO PARA EXPORTACIÓN**

Mayo 1, 2017 – Abril 30, 2019



DR. JORGE A. OSUNA GARCIA

INVESTIGADOR POSTCOSECHA E INOCUIDAD. INIFAP-C.E. SANTIAGO IXCUINTLA

SANTIAGO IXCUINTLA NAYARIT. JUNIO, 2019

RESUMEN EJECUTIVO

La determinación del momento óptimo de cosecha es quizás uno de los factores que más impactan en la vida postcosecha de los frutos de mango, ya que si se cosechan frutos inmaduros éstos nunca alcanzan el grado de madurez requerido. Por otro lado, los frutos de mango que maduran en el árbol son los que tienen el mejor sabor, color y aroma, pero son demasiado susceptibles al ataque de patógenos y poco resistentes al transporte. Cuando los frutos son cosechados en su madurez fisiológica, sus características de color, sabor, firmeza y resistencia al transporte serán mejores. Es evidente que la determinación del momento óptimo de madurez y el mantenimiento de sus propiedades sensoriales durante las diferentes etapas posteriores a la recolección (manipulación, comercialización y distribución) es imprescindible para satisfacer las necesidades del consumidor, lo cual permitirá ofrecerle frutos vivamente coloreados, perfumados y con la textura adecuada.

Los objetivos de este trabajo fueron validar el uso de la tecnología de acumulación de Unidades Calor en las variedades de mango 'Ataulfo', 'Tommy Atkins', 'Kent' y 'Keitt'; incrementar los calibres de fruto en comparación a la cosecha tradicional; aumentar en al menos 2 ton el rendimiento por hectárea y lograr un mayor contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) a madurez de consumo.

Durante el 2017-2018 se establecieron ensayos en huertos comerciales de las variedades Tommy Atkins y Kent (2017) así como de Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt (2018) en los Municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla, Nayarit y los Municipios de Rosario y Escuinapa en el Sur de Sinaloa. Para cuantificar la acumulación de Unidades Calor (UC), se instalaron Hobos a principios de cada año para dar seguimiento a floración, amarre y desarrollo de fruto desde flor plena hasta madurez óptima de cosecha. Los Hobos se programaron para registrar temperatura y humedad relativa (HR) cada 30 min. En cada huerto se seleccionaron 10 árboles representativos, en los cuales se marcaron al menos 40 panículas (10 en cada punto cardinal) cuando estuvieron en floración plena del flujo principal de floración y una vez amarrado el fruto, se etiquetaron individualmente para monitorear crecimiento y desarrollo de fruto cada tres semanas hasta alcanzar el momento óptimo de cosecha. Las variables analizadas fueron materia seca, pérdida de peso, color externo, firmeza y color de pulpa, sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) y relación $^{\circ}\text{Bx}/\text{acidez}$. A los frutos se les midió longitud, diámetro, peso y calibre, así como calidad inicial al momento de la cosecha, al término de simulación de traslado refrigerado (siete días a 12 ± 1 $^{\circ}\text{C}$; 90 ± 5 % HR) y a consumo (después de 7-12 días de simulación de mercadeo a 22 ± 2 $^{\circ}\text{C}$; 75 ± 10 % HR). Los datos se analizaron mediante el programa estadístico del SAS.

Se corroboró que las UC requeridas para el momento óptimo de cosecha de las variedades de mango Ataulfo y Tommy Atkins fue de 1,600 UC, para Kent de 1,800 UC y para Keitt de 2,100 a 2,200 UC. Si no se cosecha anticipadamente y se permite que las variedades lleguen a su óptimo de cosecha, se incrementarán tamaño y/o calibre de fruto, así como volumen de rendimiento. Además, se logra mayor satisfacción al comprador ya que los frutos llegan a consumo con mayor contenido de sólidos solubles totales y mejor relación $^{\circ}\text{Bx}/\text{Acidez}$.

ANTECEDENTES

La determinación del momento óptimo de cosecha es quizás uno de los factores que más impactan en la vida postcosecha de los frutos de mango, ya que si se cosechan frutos inmaduros éstos nunca alcanzan el grado de madurez requerido. Por otro lado, los frutos de mango que maduran en el árbol son los que tienen el mejor sabor, color y aroma, pero son demasiado susceptibles al ataque de patógenos y poco resistentes al transporte. Cuando los frutos son cosechados en su madurez fisiológica, sus características de color, sabor, firmeza y resistencia al transporte serán mejores (Osuna-García, 2006). Es evidente que la determinación del momento óptimo de madurez y el mantenimiento de sus propiedades sensoriales durante las diferentes etapas posteriores a la recolección (manipulación, comercialización y distribución) es imprescindible para satisfacer las necesidades del consumidor, lo cual permitirá ofrecerle frutos vivamente coloreados, perfumados y con la textura adecuada (Medlicott et al., 1988).

Existen índices de madurez que se basan en el contenido de azúcares, acidez, color de la cáscara o pulpa, gravedad específica, días de floración a cosecha y acumulación de Unidades Calor, entre otros. Las Unidades Calor (UC) o grados-día se definen como el tiempo requerido para completar una fase fenológica en particular basado en la acumulación de unidades calor a partir de una temperatura base (Muñoz et al., 1986; Ruiz-Corral et al., 1992; Pérez de Azkue y Puche, 2003). La precisión de la predicción de UC requeridas está en función de la determinación de la temperatura base (Higley et al., 1986), o bien, el uso de temperaturas cardinales que en mango se reportan entre 10 y 35 °C (Benachio y Avilán, 1982). Además, algunos autores señalan que el éxito de los grados-día dependen de una relación estrecha entre radiación y temperatura; fotoperiodo y temperatura y de cultivares adaptados a fotoperiodos locales (Hodges y Doraiswamy, 1979). El mango crece y se desarrolla entre los 10 y 43 °C con un óptimo de 25 a 28 °C. Cuando la temperatura desciende por debajo de los 10 °C, el crecimiento del árbol es muy lento y su floración muy baja (Mederos, 1998), por lo que por definición se deduce como temperatura base la de 10 °C, la cual fue utilizada por Guzmán-Estrada et al. (1996) en mango Manila, aunque algunos autores reportan 12 °C (Ometto, 1981) o inclusive 17.9 °C (Burondkar et al., 2000). Mosqueda-Vázquez et al. (1993) determinaron los grados-día y temperatura base requeridos para elongación de inflorescencia y

desarrollo de frutos en mango Manila concluyendo que se requirieron 434.7 grados-día con una temperatura base de 12 °C para elongación de inflorescencia y 2292.7 grados-día para completar desarrollo de fruto. En Venezuela, estudios preliminares en mango reportan diferencias en las unidades térmicas requeridas por la variedad Haden en comparación a otras variedades (Cumare y Avilán, 1994) así como diferentes requerimientos para las variedades Springfels, Haden y Edward en condiciones de manejo de alta densidad (Azkue et al., 2000).

En Mexico, esta tecnología se generó en el 2005, año en el que se seleccionaron tres huertos en los estratos de 0-150 msnm, 151-300 msnm y 301-450 msnm. Para el 2006, se validó la información en dos huertos ubicados en Santiago Ixcuintla (19 msnm) y en La Cofradía (137 msnm). Para el 2007 se demostró la tecnología en dos huertos comerciales de 'Ataulfo' ubicados a los 22 msnm (Crucero de Estación Nanchi, Mpio. de Santiago Ixcuintla) y 137 msnm (La Cofradía, Mpio. de San Blas).

El mayor impacto de la acumulación de UC hasta el momento de la cosecha fue en el calibre del fruto. Se observó que a mayor acumulación de UC mayor calibre de fruto, sobre todo en aquellos cosechados alrededor de las 1,600 UC, los cuales alcanzaron en 'Ataulfo' más del 50 % de frutos mayores a tamaño 18 con pesos unitarios de 251 a 420 g. Cabe resaltar la importancia de cosechar calibres más grandes ya que para la temporada 2006 el precio de venta por caja de 10 libras al bróker fue de 1.98 dólares para los calibres 18 en tanto que los calibres 16, 14 y 12 alcanzaron un precio de 2.97, 4.12 y 5.03 dólares, respectivamente. Además, se observó que los frutos cosechados a 1,600 UC pesaron de 30 a 50 g más que aquellos cosechados alrededor de 1,250 UC, lo que permite un incremento en rendimiento de 1.2 a 2.0 ton/ha. Por otro lado, fue notorio que al momento de cosecha, conforme se incrementaban las UCA se incrementaba el color de pulpa, el cual, con la mayor cantidad de UCA, varió de 2.3 a 3.0, que según la tabla de madurez de EMEX, A. C. (1998) indica estado de madurez desde mínimo aceptable hasta sazón, lo cual implica menor riesgo de rechazo en empaque por fruta tierna y que finalmente esto se reflejó también en mejor calidad ya que se observó que a mayor cantidad de UCA se alcanzó un mayor contenido de sólidos solubles totales (°Bx) a madurez de consumo.

De acuerdo a las experiencias obtenidas, el momento óptimo de cosecha para mango 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins' en Nayarit se ubica entre las 1,500 y 1,600 UCA, en tanto que para 'Kent' es de 1,800 UCA y en 'Keitt' se estima sea de 2,000 UCA. Para conocer este momento, la información de temperaturas que está siendo captada por los Hobos puede monitorearse a intervalo semanal a partir de los 100-110 días en que se determinó el momento "cero" y cuando se llegue al menos a las 1,500 UCA es el momento de programar la cosecha en 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins', en 'Kent' cuando se llegue a 1,700 UCA y en 'Keitt' cuando se llegue a 1,800 UC.

OBJETIVOS

- Validar el uso de la tecnología de acumulación de Unidades Calor en las variedades de mango 'Ataulfo', 'Tommy Atkins', 'Kent' y 'Keitt'.
- Incrementar los calibres de fruto en comparación a la cosecha tradicional.
- Aumentar en al menos 2 ton el rendimiento por hectárea.
- Lograr un mayor contenido de sólidos solubles totales (°Bx) a madurez de consumo.

METODOLOGÍA

- **Variedades:** 'Tommy Atkins' y 'Kent' (2017). 'Ataulfo' 'Tommy Atkins', 'Kent' y 'Keitt' (2018).
- **Ubicación:** Huertos comerciales de las cuatro variedades en los Municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla, Nayarit y los Municipios de Rosario y Escuinapa en el Sur de Sinaloa.
- **Acumulación de UC:** Los HOBOS se instalaron a principios de enero de cada año para dar seguimiento a floración, amarre y desarrollo de fruto desde flor plena (panículas con al menos 50% de flores en antesis y es considerado el 'momento cero' o el inicio de acumulación de UC), hasta madurez óptima de cosecha. Los HOBOS se programaron para registrar temperatura y HR cada 30 min. La acumulación de UC se calculó considerando temperatura base 10 °C (Guzmán-Estrada et al., 1996; Ruiz-Corral et al., 1999). En cada huerto se seleccionaron 10 árboles representativos, en los cuales se marcaron al menos 40 panículas (10 en

cada punto cardinal) cuando estuvieron en floración plena del flujo principal de floración (el que se da en la segunda quincena de Enero y normalmente cubre 60-70 % de la copa del árbol) y una vez amarrado el fruto, se etiquetaron individualmente para seguir crecimiento y desarrollo de fruto cada tres semanas hasta alcanzar el momento óptimo de cosecha.

- **Variables a medir:** A los frutos se les midió longitud, diámetro, peso y calibre, así como calidad inicial al momento de la cosecha, al término de simulación de traslado refrigerado (siete días a 12 ± 1 °C; 90 ± 5 % HR) y a consumo (después de 7-12 días de simulación de mercadeo a 22 ± 2 °C; 75 ± 10 % HR). Las variables analizadas fueron: Materia seca, pérdida de peso, color externo, firmeza y color de pulpa, sólidos solubles totales (°Bx) y relación °Bx/acidez. Los datos se analizaron mediante ANOVA del SAS.

Descripción de variables analizadas

- **Materia Seca.** Mediante horno de microondas acorde a Brecht et al. (2011). Cinco g de pulpa obtenida con un pelador y colocadas en cajas de Petri fueron secadas por 4 a 7 min hasta obtener peso constante. Los valores se expresaron en porcentaje.
- **Pérdida de peso.** Mediante báscula portátil digital con capacidad de 2,200 g y aproximación de 0.01 g (Ohaus corp Florham Park, NJ). Veinte frutos fueron pesados periódicamente desde el inicio hasta el final del experimento. La diferencia en peso con respecto al peso inicial fue expresada como porcentaje de pérdida de peso.
- **Color de Cáscara.** Con un colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta) con iluminación estándar C, se midieron los parámetros de espacio de color 'L' 'a' & 'b'. Los datos se expresaron con el valor 'a', que en Ataulfo fue el mejor descriptor de color externo de verde intenso a amarillo-naranja.
- **Firmeza.** Los datos fueron tomados con un penetrómetro Chatillón Modelo DFE-050 (Ametek Instruments, Largo, FL), adaptado con punzón cilíndrico de 8 mm de diámetro y se expresaron en Libras fuerza (Lbs-f).

- **Color de pulpa.** Se empleó un colorímetro portátil CR-400 marca Konica Minolta, utilizando el iluminante C y reportando el ángulo de tono (hue).
- **Sólidos solubles totales (SST).** Se utilizó un refractómetro digital con compensador de temperatura marca ATAGO modelo PAL-1 calibrado con agua destilada (AOAC, 1990).
- **Relación °Bx/Acidez.** Se obtiene de dividir el valor de SST sobre la acidez. El valor mínimo debe ser ≥ 35.0 .

RESULTADOS 2017

Se establecieron las validaciones de 'Kent' y 'Tommy Atkins' tanto en Nayarit como en el sur de Sinaloa. En cada huerto a principios del mes de marzo se marcaron seis árboles en flor plena. En cada árbol se marcaron 40 panículas, para posteriormente cuando el fruto tuvo un tamaño de 3-5 cm de longitud, etiquetarlos individualmente para dar seguimiento a crecimiento y desarrollo, para finalmente cosechar a 1,650 y 1,800 UC para 'Kent' y a 1,450 y 1,600 UC para 'Tommy Atkins'.

Resultados en 'Kent'

En la Figura 1 se observa el crecimiento y desarrollo de los frutos cultivados en Nayarit y cosechados a 1,650 UC el 14 de junio, en tanto que los sazones se cosecharon a 1,800 UC. Se observó que los frutos en el primer estadio de madurez alcanzaron un máximo de 116.5 mm de longitud y 84.1 mm de diámetro, en tanto que los sazones llegaron a 115.2 mm de longitud y 85.5 mm de diámetro observándose que prácticamente no se detectaron diferencias en ambas UC. Esta tendencia se corroboró también para los frutos cosechados en Sinaloa, aunque los tamaños finales fueron menores ya que tuvieron condiciones más limitadas de disponibilidad de agua. Los frutos cosechados a 1,650 UC, alcanzaron un máximo de 105.5 mm de longitud y 72.8.3 mm de diámetro, en tanto que cosechados a 1,800 UC llegaron a 105.4 mm de longitud y 72.6 mm de diámetro (Figura 2).

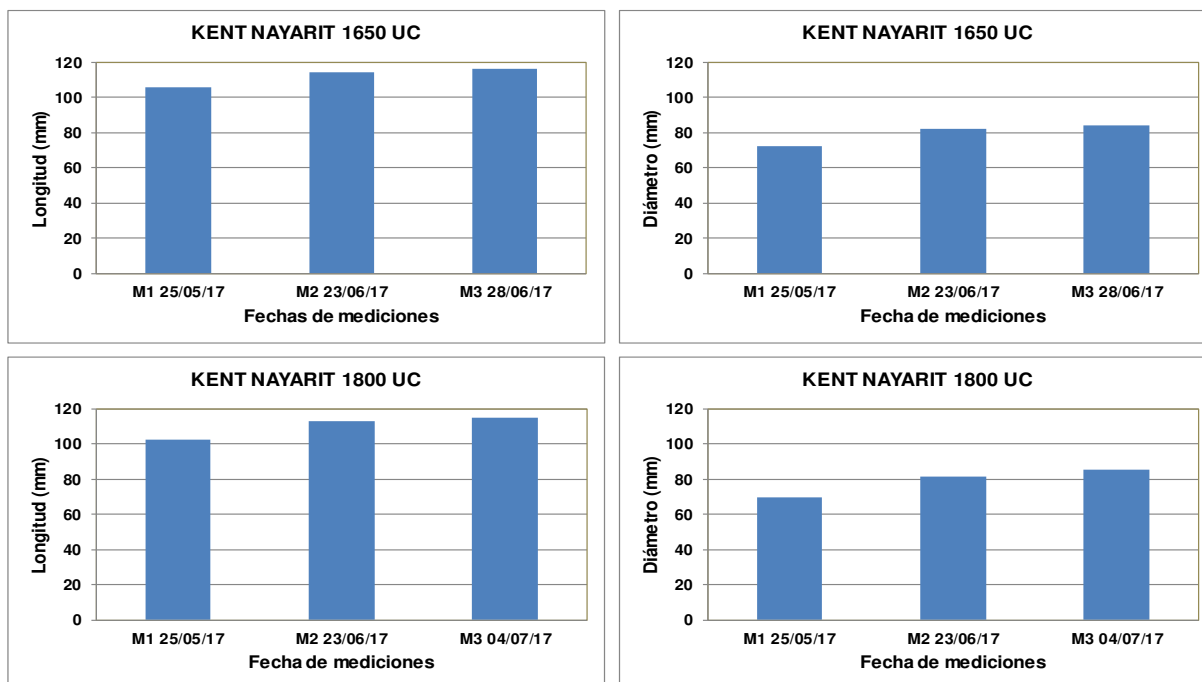


Figura 1. Longitud y diámetro de frutos (mm) de 'Kent' a 1,650 y 1,800 UC en Nayarit. Temporada 2017.

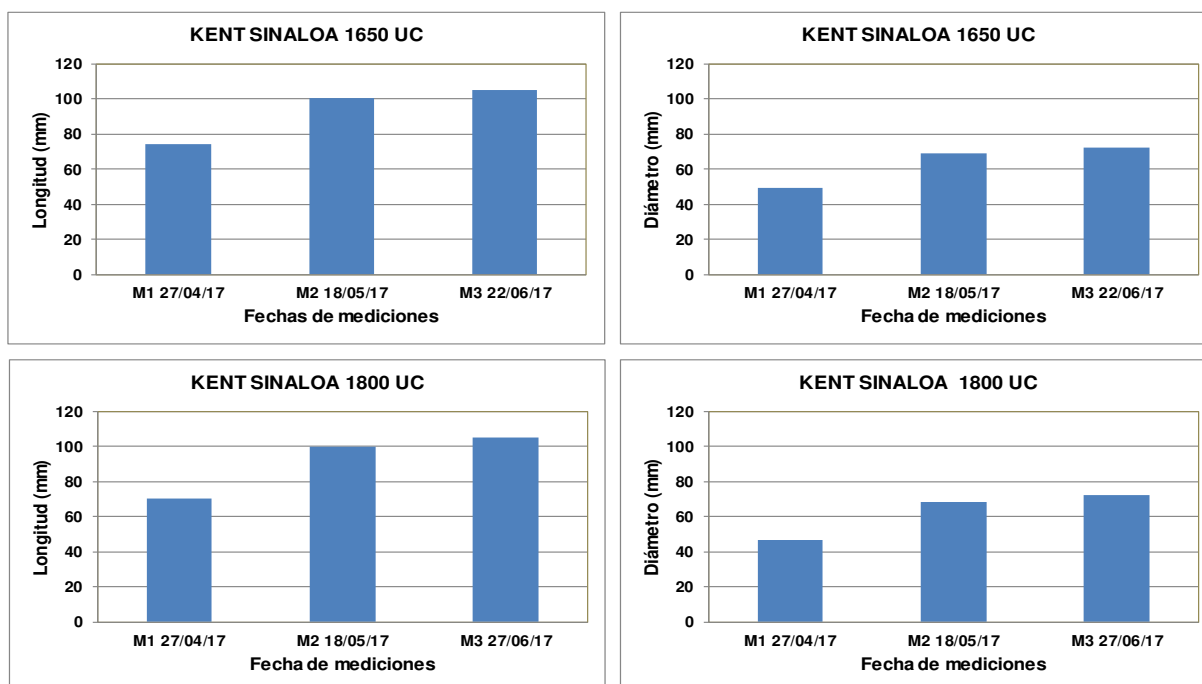


Figura 2. Longitud y diámetro de frutos (mm) de 'Kent' a 1,650 y 1,800 UC en Sinaloa. Temporada 2017.

Los resultados a cosecha describen a la perfección como el peso y el calibre (número de frutos que caben en una caja de 10 libras) son afectados por la acumulación de UC. La Figura 3A ilustra el peso promedio del fruto a la cosecha en Nayarit; los cosechados a 1,650 UC promediaron 500 g, mientras que los cosechados a 1,800 UC promediaron 600 g. Los 100 g de diferencia representan 3 ton/ha adicionales al rendimiento. Esta misma tendencia se observó en los frutos de 'Kent' cosechados en Sinaloa (Figura 3B). Aquéllos a 1,650 UC promediaron 390 g y los cosechados a 1,800 UC promediaron 480 g, lo que representa 2.7 ton/ha adicionales. Por otro lado, el efecto de la acumulación de UC es más notorio y significativo en los calibres de los frutos (números mayores significan frutos pequeños y a la inversa, números menores significan frutos más grandes). En Nayarit (Figura 3C), los frutos cosechados a 1,650 UC presentaron el 85% de frutos con calibres 9 y 10, en tanto que los cosechados a 1,800 UC presentaron 95% de calibres 7 y 8. Algo similar ocurrió en los frutos cosechados en Sinaloa, aunque éstos fueron más pequeños porque la disponibilidad de agua de riego fue insuficiente. En la Figura 3D se observa que los frutos cosechados a 1,650 UC tuvieron 85% de calibres 12 y 14's, en tanto que los cosechados a 1,800 UC mostraron 95% de frutos con calibres 9, 10 y 12's. Aquí se demuestra la importancia de cosechar los frutos a una mayor acumulación de UC, sólo 150 UC de diferencia (7 a 10 días), significan diferencias espectaculares en peso, calibre, volumen de rendimiento, vida de anaquel y sabor al consumo.

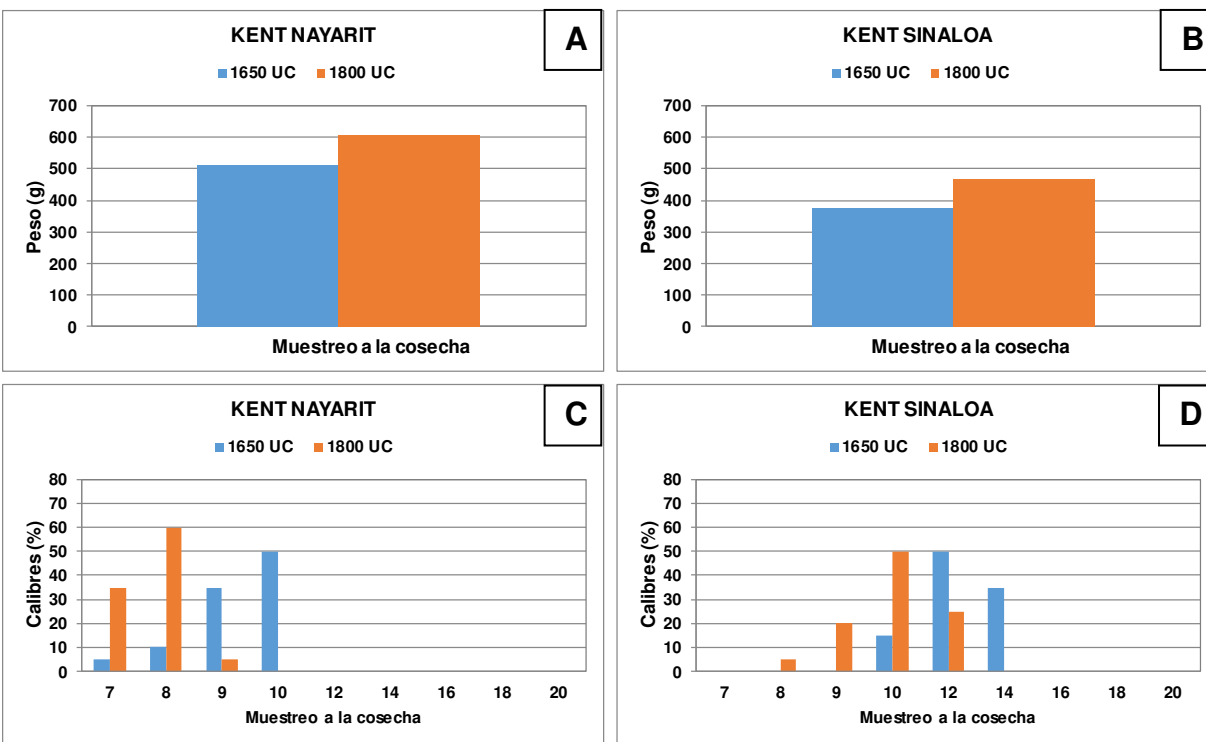


Figura 3. Peso promedio (g) y calibre de frutos de 'Kent' a 1,650 y 1,800 UC en Nayarit y Sinaloa. Temporada 2017.

La apariencia externa e interna de frutos de 'Kent' a la cosecha y a consumo se presentan en las Figuras 4 y 5. Los frutos de Nayarit se manifestaron como con el mínimo de madurez a cosecha a 1,650 UC, en tanto que los de 1,800 UC se mostraron como frutos sazones con buena apariencia externa e interna. En cambio, los frutos de Sinaloa cosechados a 1,650 UC se manifestaron como tiernos ya que no maduraron adecuadamente, en tanto que los de 1,800 UC se comportaron como frutos con el mínimo de madurez a cosecha ya que desarrollaron buena apariencia externa e interna.



Figura 4. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de la variedad 'Kent' cosechados a 1,650 UC (A) o a 1,800 UC (B). Las Palmas, Nayarit. Temporada 2017.



Figura 5. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de la variedad 'Kent' cosechados a 1,650 UC (a) o a 1,800 UC (b). Escuinapa, Sinaloa. Temporada 2017.

Resultados en ‘Tommy Atkins’

Desafortunadamente los árboles marcados y frutos etiquetados en esta variedad, en ambas localidades, fueron cosechados anticipadamente por los productores cooperantes sin habernos avisado previamente. El argumento que esgrimieron fue que, por mucha demanda en el mercado, las empacadoras les pidieron tamaños que pareciesen sazones y todo lo que parecía cumplirlo se cosechó.

En la temporada 2018 se establecieron los lotes de validación de las cuatro variedades (Ataulfo, Kent, Keitt y Tommy Atkins), tanto en Nayarit como en el sur de Sinaloa.

RESULTADOS 2018

Se establecieron las validaciones de las cuatro variedades (Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt) tanto en Nayarit como en el sur de Sinaloa (Cuadro 1). Se anotan las etapas claves de colocación de Hobos, momentos cero y las fechas de acumulación de UC a cosecha1 (mínimo indispensable) y cosecha2 (sazón).

Cuadro 1. Ubicación de Hobos en huertos de Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt de Nayarit y Sur de Sinaloa con sus respectivas UC acumuladas.

Estado	Variedad	Lugar	Fechas			
			Instalación	Momento Cero	UCA1	UCA2
Nayarit	Ataulfo	Las Palmas	Dic, 2017	4 Marzo, 18	1,460 (060618)	1,594 (130618)
	Tommy A.	El zopilote	Feb, 2018	05 Feb, 18	1,470 (210518)	1,612 (290518)
	Kent	Rigoberto	Dic, 2017	27 Feb, 18	1,563 (140618)	1,901 (030718)
	Keitt	Las Palmas	Dic, 2017	03 Feb, 18	1,881 (140618)	2,225 (030718)
Sinaloa	Ataulfo	Díazteca	Dic, 2017	03 Feb, 18	1,496 (110618)	1,627 (180618)
	Tommy A.	Tasajal	Dic, 2017	21 Feb, 18	1,400 (020618)	1,581 (110618)
	Kent	Tasajal	Dic, 2017	02 Feb, 18	1,661 (041618)	1,805 (110618)
	Keitt	Tasajal	Dic, 2017	02 Feb, 18	1,843 (110618)	2,259 (040718)

A continuación, se ilustra el proceso desde instalación de Hobos en diciembre de 2017, pasando por identificación de árboles, marcado de panículas en plena floración, etiquetado de frutos y medición del crecimiento y desarrollo de fruto cada tres semanas.

1. Instalación de Hobos



2. Marcación de árboles



3. Marcación de panículas en 'flor plena' y 'momento cero' (extrema derecha).



4. Etiquetado y medición inicial de frutos



5. Segunda medición de crecimiento y desarrollo



6. Tercera medición de crecimiento y desarrollo



I. Resultados de crecimiento y desarrollo de fruto

a. Ataulfo

En la Figura 6 se observa el crecimiento y desarrollo de los frutos de 'Ataulfo' cultivados en Nayarit y cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,460 UC el 6 de junio, en tanto que los sazones se cosecharon a 1,594 UC el 13 de junio. Se observó que los frutos en el primer estadio de madurez alcanzaron un máximo de 118.5 mm de longitud y 65.1 mm de diámetro, en tanto que los sazones llegaron a 119.7 mm de longitud y 67.1 mm de diámetro manifestándose la tendencia que a mayor acumulación de UC, mayor tamaño. Esta tendencia se corroboró también para los frutos de 'Ataulfo' cosechados en Sinaloa, aunque los tamaños finales fueron menores ya que tuvieron condiciones más limitadas de disponibilidad de agua. Los frutos cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,496 UC, alcanzaron un máximo de 95.4 mm de longitud y 52.4 mm de diámetro, en tanto que los sazones, cosechados a 1,627 UC llegaron a 101.3 mm de longitud y 56.9 mm de diámetro (Figura 7).

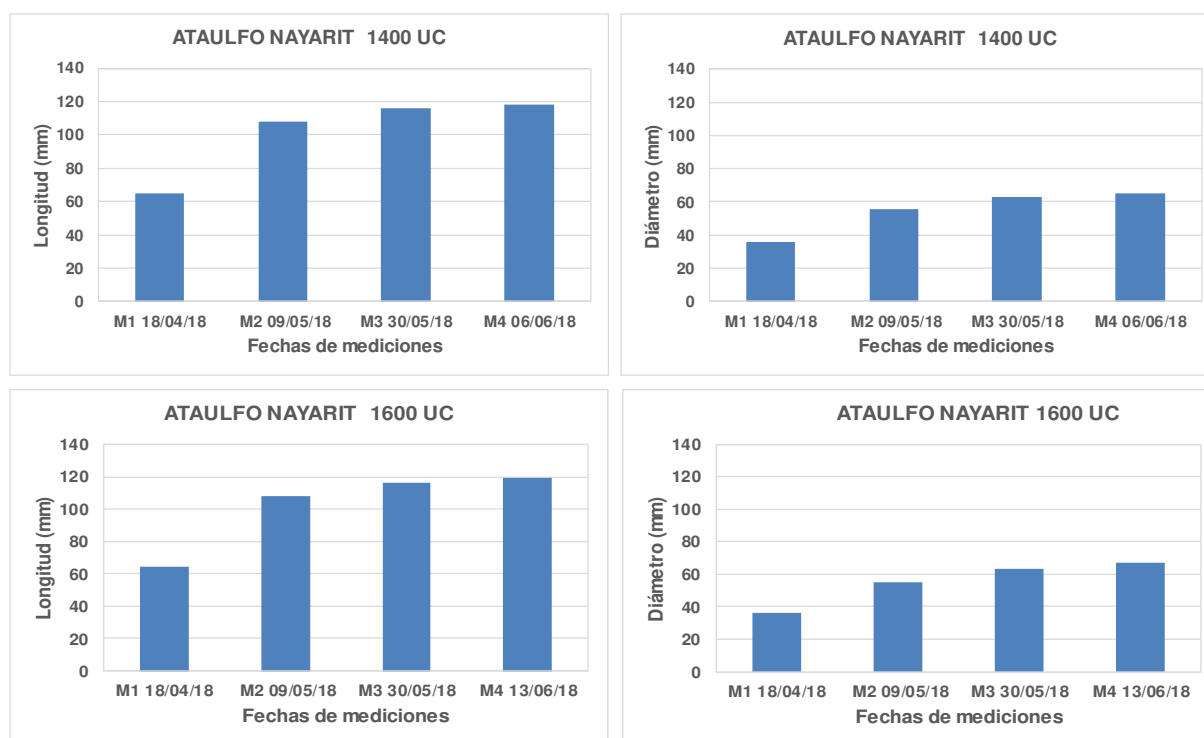


Figura 6. Crecimiento y desarrollo de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Nayarit a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

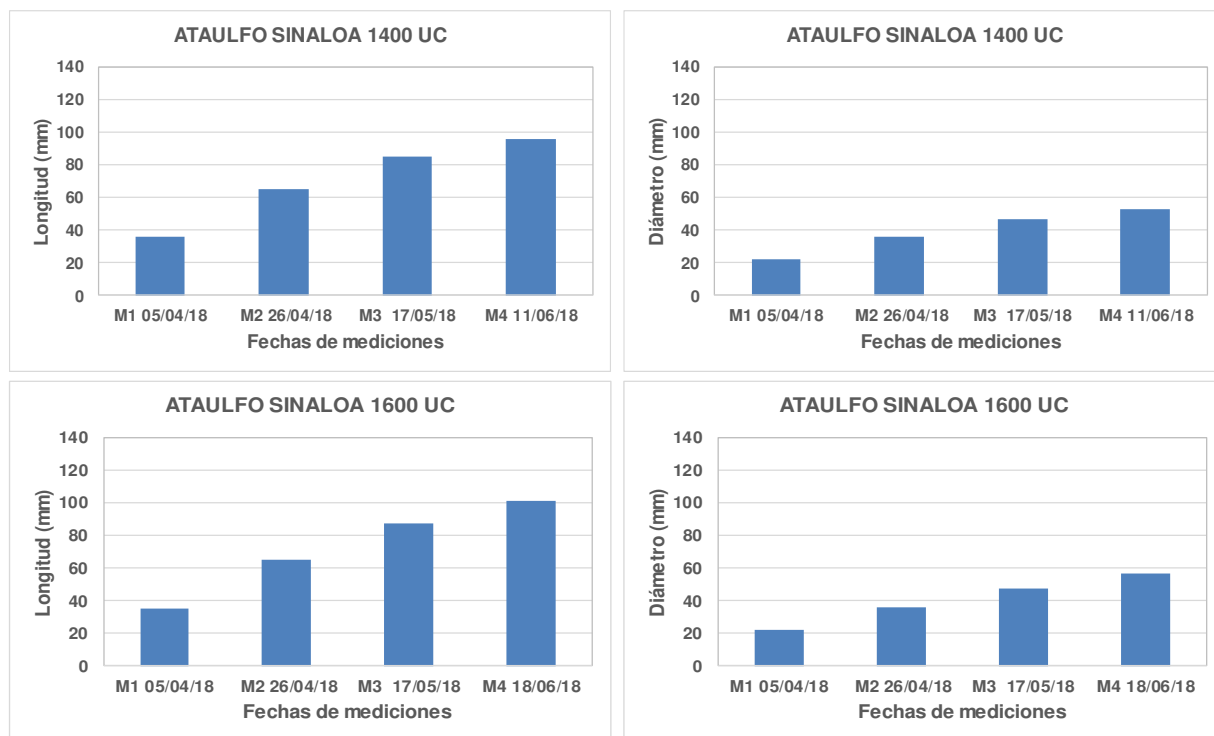


Figura 7. Crecimiento y desarrollo de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Sinaloa a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

Los resultados a cosecha describen como el peso y el calibre son afectados por la acumulación de UC. La Figura 8A ilustra el peso promedio del fruto de 'Ataulfo' a la cosecha en Nayarit; los cosechados a 1,400 UC promediaron 317.0 g, mientras que los cosechados a 1,600 UC promediaron 355.8 g. Los 38.8 g de diferencia representan 1.55 ton/ha adicionales al rendimiento. Esta misma tendencia se observó en los frutos de 'Ataulfo' cosechados en Sinaloa. Aquéllos a 1,400 UC promediaron 176.3 g y los cosechados a 1,600 UC promediaron 212.9 g, lo que representa 1.46 ton/ha adicionales. Por otro lado, el efecto de la acumulación de UC es más notorio y significativo en los calibres de los frutos (números mayores significan frutos pequeños y a la inversa, números menores significan frutos más grandes). En Nayarit (Figura 8C), los frutos cosechados a 1,400 UC presentaron el 84% de frutos con calibres 12, 14 y 16's, en tanto que los cosechados a 1,600 UC presentaron 80% de calibres 10, 12 y 14's. Algo similar, pero más marcado, ocurrió en los frutos cosechados en Sinaloa, ya que éstos fueron más pequeños porque la disponibilidad de agua de riego fue insuficiente. En la Figura 8D se

observa que los frutos cosechados a 1,400 UC tuvieron 88% de calibres 22, 24 y 26's, en tanto que los cosechados a 1,600 UC mostraron 86% de frutos con calibres 18, 20, 22 y 24's. Aquí se demuestra la importancia de cosechar los frutos a una mayor acumulación de UC, sólo 200 UC de diferencia (7 a 10 días), significan diferencias espectaculares en peso, calibre, volumen de rendimiento, vida de anaquel y sabor al consumo.

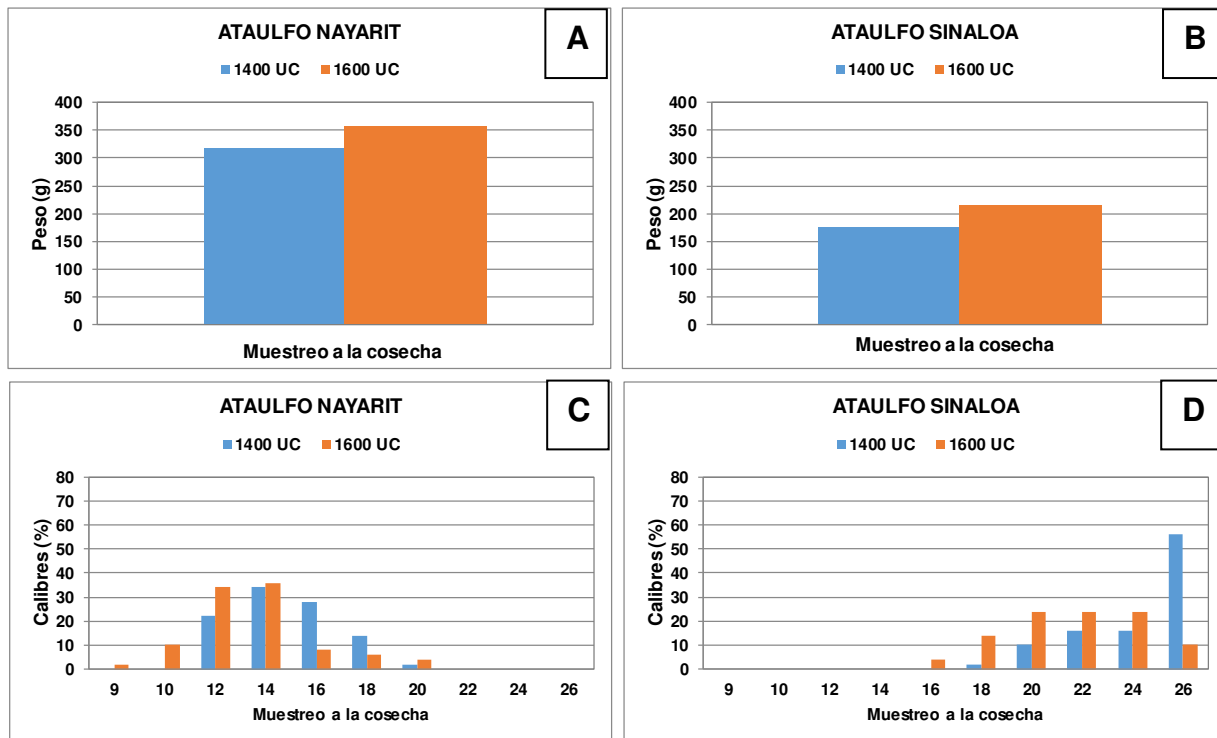


Figura 8. Peso promedio (g) y calibre de frutos de 'Ataulfo' en Nayarit y Sinaloa.

b. Tommy Atkins

En lo concerniente a la variedad Tommy Atkins, En la Figura 9 se observa el crecimiento y desarrollo de los frutos cultivados en Nayarit y cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,470 UC el 21 de mayo, en tanto que los sazones se cosecharon a 1,612 UC el 29 de mayo. Se observó que los frutos en el primer estadio de madurez alcanzaron un máximo de 94.6 mm de longitud y 66.9 mm de diámetro, en tanto que los sazones llegaron a 96.1 mm de longitud y 68.2 mm de diámetro manifestándose la tendencia que a mayor acumulación de UC, mayor tamaño. Esta tendencia se corroboró

también para los frutos cosechados en Sinaloa, aunque los tamaños finales fueron ligeramente superiores alcanzando en madurez mínimo indispensable a 1,400 UC, un máximo de 97.7 mm de longitud y 72.4 mm de diámetro, en tanto que los sazones, cosechados a 1,581 UC llegaron a 99.9 mm de longitud y 74.5 mm de diámetro (Figura 10).

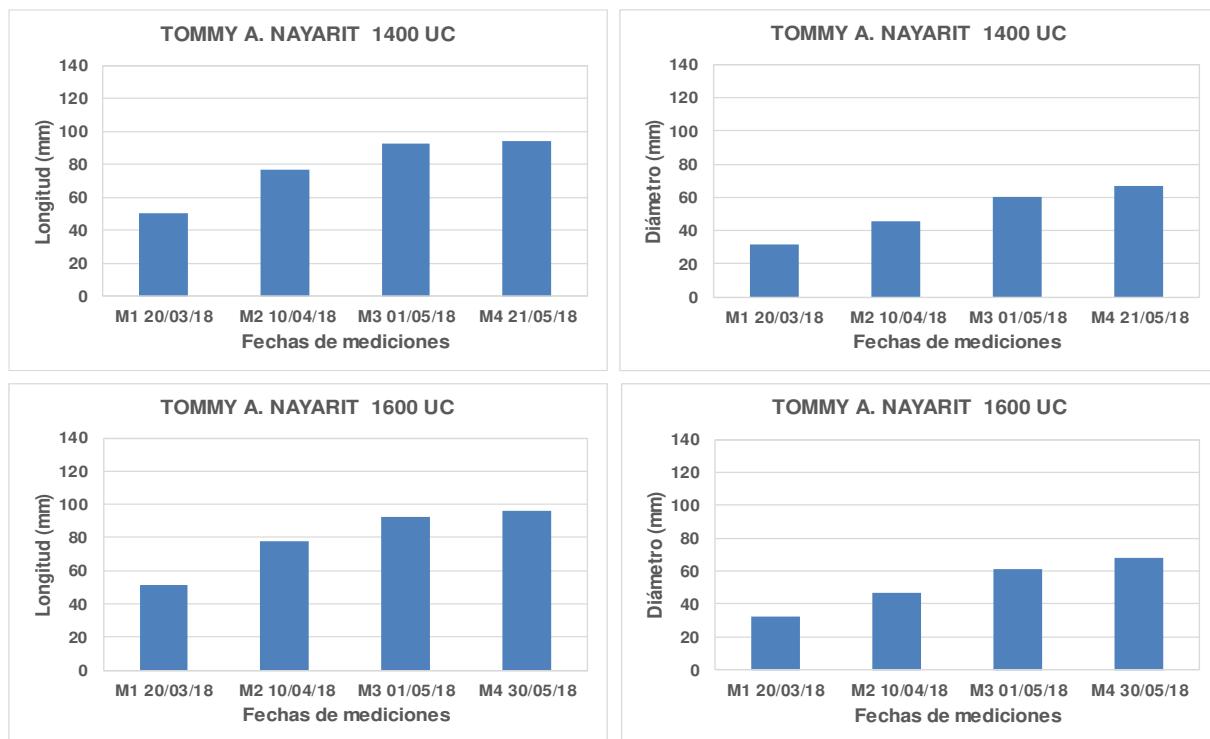


Figura 9. Crecimiento y desarrollo de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados en Nayarit a dos estadíos de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

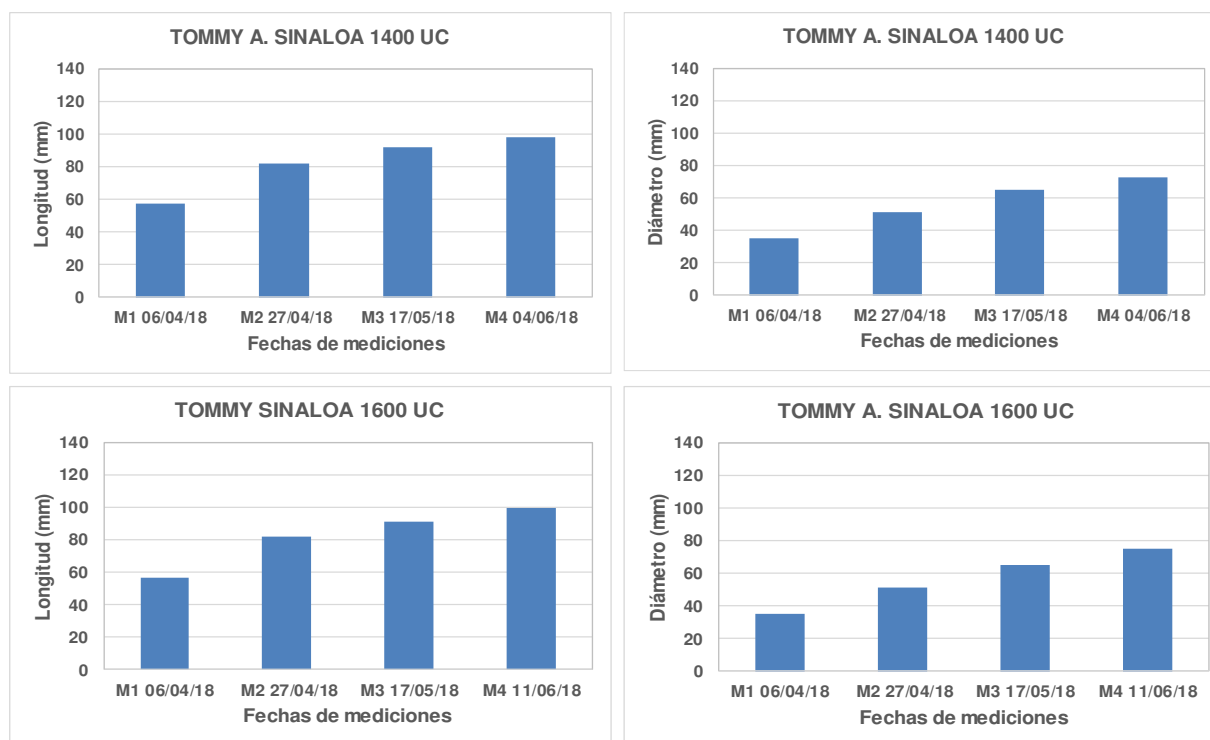


Figura 10. Crecimiento y desarrollo de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados en Sinaloa a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

Los resultados a cosecha describen como el peso y el calibre son afectados por la acumulación de UC. La Figura 11A ilustra el peso promedio del fruto de ‘Tommy Atkins’ a la cosecha en Nayarit; los cosechados a 1,400 UC promediaron 305.3 g, mientras que los cosechados a 1,600 UC promediaron 325.6 g. Los 20.3 g de diferencia representan 0.81 ton/ha adicionales al rendimiento. Esta misma tendencia se observó en los frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados en Sinaloa, aunque en esta ocasión los frutos fueron más grandes porque contaron con riego. Aquéllos a 1,400 UC promediaron 327.8 g y los cosechados a 1,600 UC promediaron 358.4 g, lo que representa 1.22 ton/ha adicionales. Por otro lado, el efecto de la acumulación de UC es más notorio y significativo en los calibres de los frutos (números mayores significan frutos pequeños y a la inversa, números menores significan frutos más grandes). En Nayarit (Figura 11C), los frutos cosechados a 1,400 UC presentaron el 84% de frutos con calibres 14, 16 y 18’s, en tanto que los cosechados a 1,600 UC presentaron 92% de calibres 12, 14 y 16’s. Algo similar,

pero más marcado, ocurrió en los frutos cosechados en Sinaloa, ya que éstos fueron más grandes porque hubo disponibilidad de agua de riego. En la Figura 11D se observa que los frutos cosechados a 1,400 UC tuvieron 92% de calibres 12 a 18's, en tanto que los cosechados a 1,600 UC mostraron 90% de frutos con calibres 12 y 14's. Aquí se demuestra la importancia de cosechar los frutos a una mayor acumulación de UC, sólo 200 UC de diferencia (7 a 10 días), significan diferencias espectaculares en peso, calibre, volumen de rendimiento, vida de anaquel y sabor al consumo.

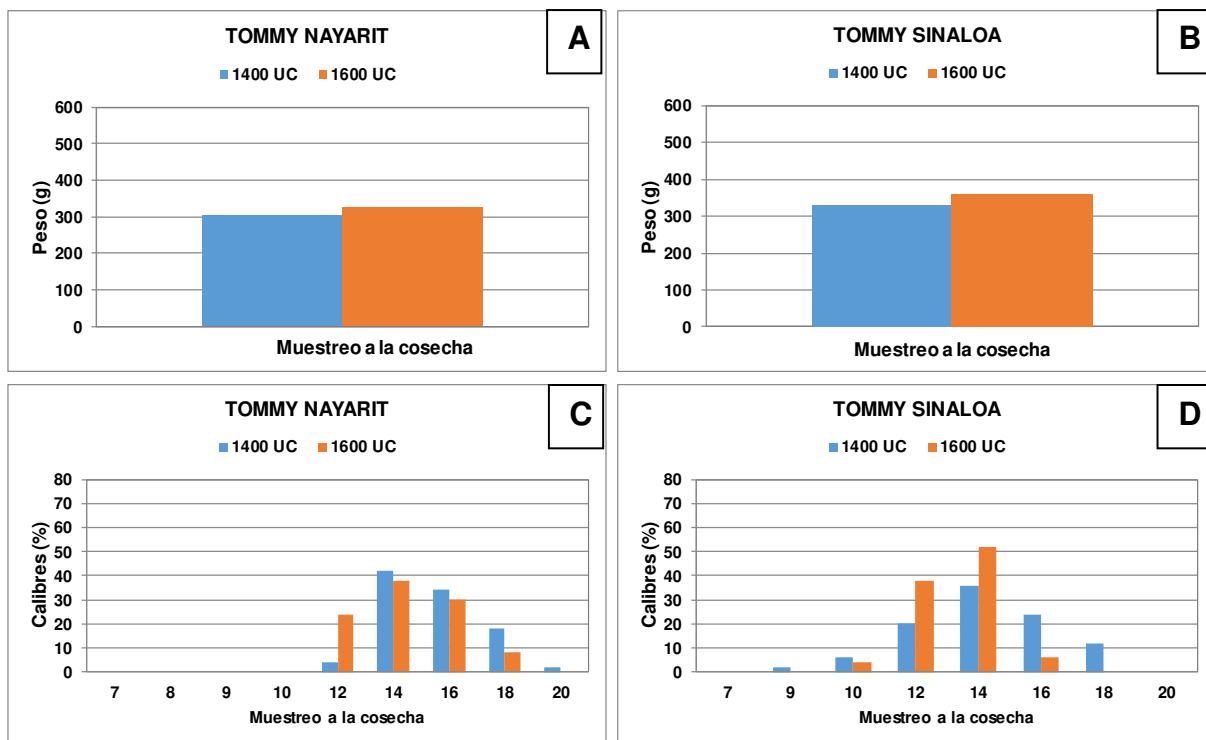


Figura 11. Peso promedio (g) y calibre de frutos de 'Tommy Atkins' en Nayarit y Sinaloa.

c. Kent

En lo concerniente a la variedad Kent, en la Figura 12 se observa el crecimiento y desarrollo de los frutos cultivados en Nayarit y cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,563 UC el 14 de junio, en tanto que los sazones se cosecharon a 1,901 UC el 3 de julio. Se observó que los frutos en el primer estadio de madurez alcanzaron un máximo de 111.6 mm de longitud y 77.4 mm de diámetro, en tanto que los sazones llegaron a 113.7 mm de longitud y 79.7 mm de diámetro manifestándose la tendencia que a mayor acumulación de UC, mayor tamaño. Esta tendencia se corroboró también para los frutos cosechados en Sinaloa, aunque los tamaños finales fueron menores ya que tuvieron condiciones más limitadas de disponibilidad de agua. Los frutos cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,661 UC, alcanzaron un máximo de 100.9 mm de longitud y 74.3 mm de diámetro, en tanto que los sazones, cosechados a 1,805 UC llegaron a 107.1 mm de longitud y 77.3 mm de diámetro (Figura 13).

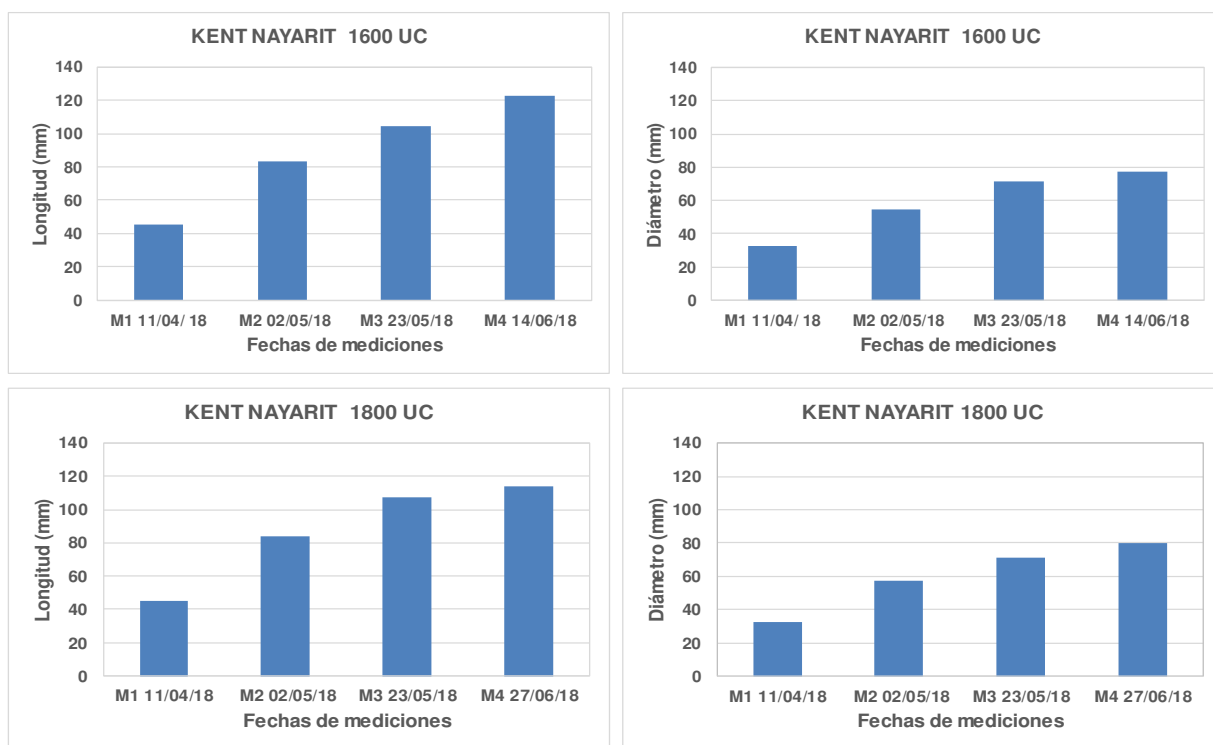


Figura 12. Crecimiento y desarrollo de frutos de 'Kent' cosechados en Nayarit a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

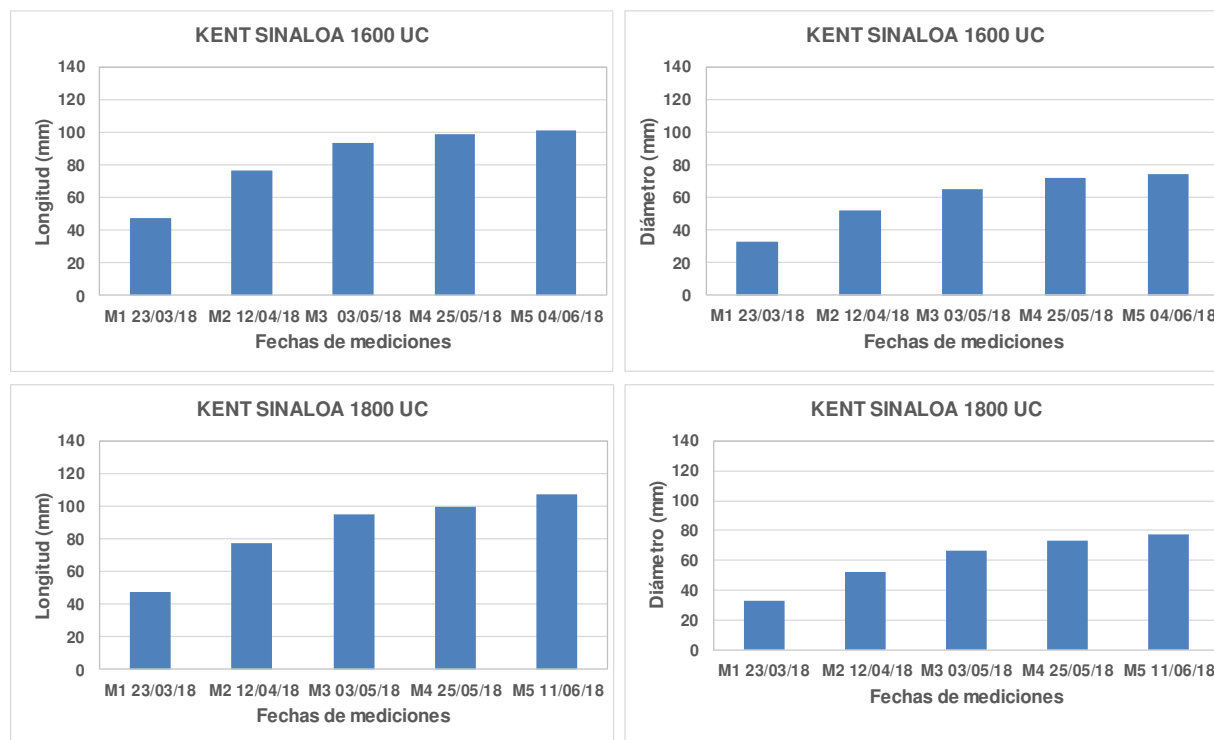


Figura 13. Crecimiento y desarrollo de frutos de ‘Kent’ cosechados en Sinaloa a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

Los resultados a cosecha describen como el peso y el calibre son afectados por la acumulación de UC. La Figura 14A ilustra el peso promedio del fruto de ‘Kent’ a la cosecha en Nayarit; los cosechados a 1,600 UC promediaron 452.6 g, mientras que los cosechados a 1,800 UC promediaron 508.9 g. Los 56.3 g de diferencia representan 1.69 ton/ha adicionales al rendimiento. Esta misma tendencia se observó en los frutos de ‘Kent’ cosechados en Sinaloa, aunque en esta ocasión los frutos de fueron más pequeños por deficiencias con el riego. Aquéllos a 1,600 UC promediaron 373.5 g y los cosechados a 1,800 UC promediaron 407.7 g, lo que representa 1.03 ton/ha adicionales. Por otro lado, el efecto de la acumulación de UC es más notorio y significativo en los calibres de los frutos (números mayores significan frutos pequeños y a la inversa, números menores significan frutos más grandes). En Nayarit (Figura 14C), los frutos cosechados a 1,600 UC presentaron el 96% de frutos con calibres 9, 10 y 12’s, en tanto que los cosechados a 1,800 UC presentaron 85% de calibres 8, 9 y 10’s. Algo similar ocurrió en los frutos

cosechados en Sinaloa, ya que éstos fueron más pequeños por las limitaciones de agua de riego. En la Figura 14D se observa que los frutos cosechados a 1,600 UC tuvieron 82% de calibres 12 y 14's, en tanto que los cosechados a 1,800 UC mostraron 96% de frutos con calibres 10 y 12's. Aquí se demuestra la importancia de cosechar los frutos a una mayor acumulación de UC, sólo 200 UC de diferencia (7 a 10 días), significan diferencias espectaculares en peso, calibre, volumen de rendimiento, vida de anaquel y sabor al consumo.

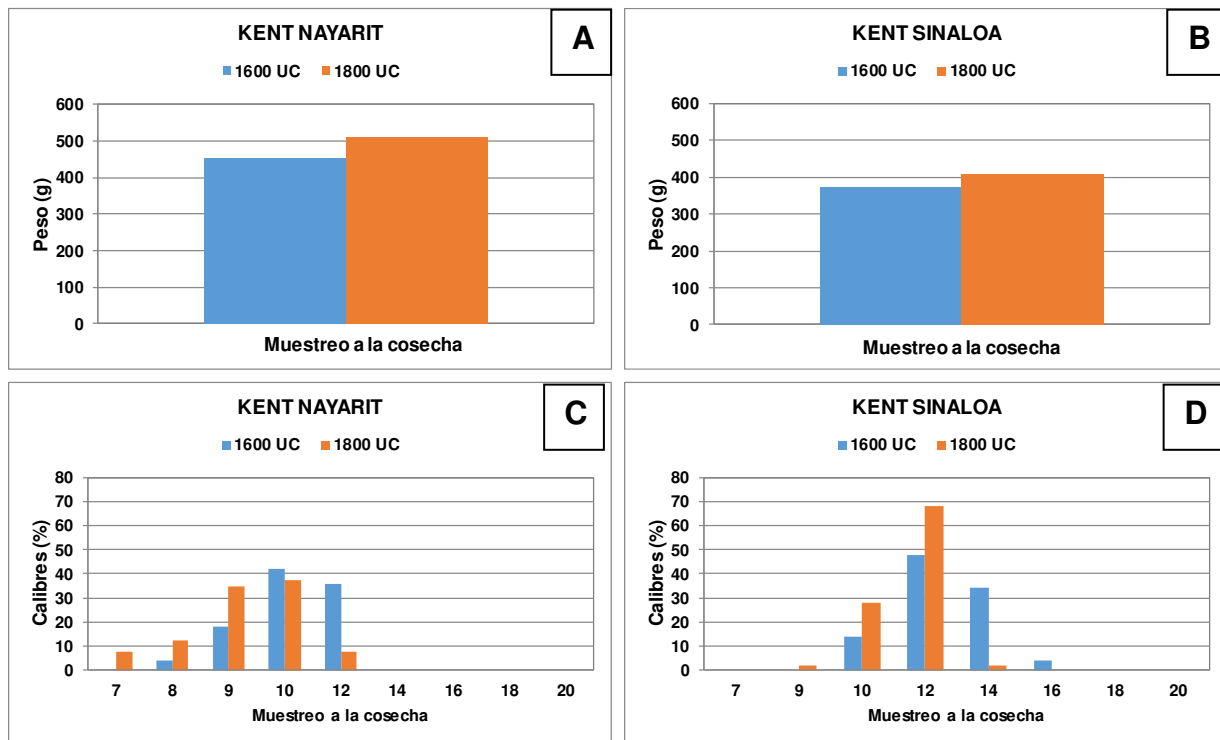


Figura 14. Peso promedio (g) y calibres de frutos de 'Kent' en Nayarit y Sinaloa.

d. Keitt

En lo concerniente a la variedad Keitt, En la Figura 15 se observa el crecimiento y desarrollo de los frutos cultivados en Nayarit y cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,881 UC el 14 de junio, en tanto que los sazones se cosecharon a 2,225 UC el 3 de julio. Se observó que los frutos en el primer estadio de madurez alcanzaron un máximo de 117.3 mm de longitud y 76.7 mm de diámetro, en tanto que los sazones llegaron a 122.6 mm de longitud y 79.7 mm de diámetro manifestándose la tendencia que a mayor acumulación de UC, mayor tamaño. Esta tendencia se corroboró también para los frutos cosechados en Sinaloa, aunque los tamaños finales fueron menores ya que tuvieron condiciones más limitadas de disponibilidad de agua. Los frutos cosechados en madurez mínimo indispensable a 1,843 UC, alcanzaron un máximo de 100.4 mm de longitud y 65.1 mm de diámetro, en tanto que los sazones, cosechados a 2259 UC llegaron a 105.2 mm de longitud y 69.2 mm de diámetro (Figura 16).

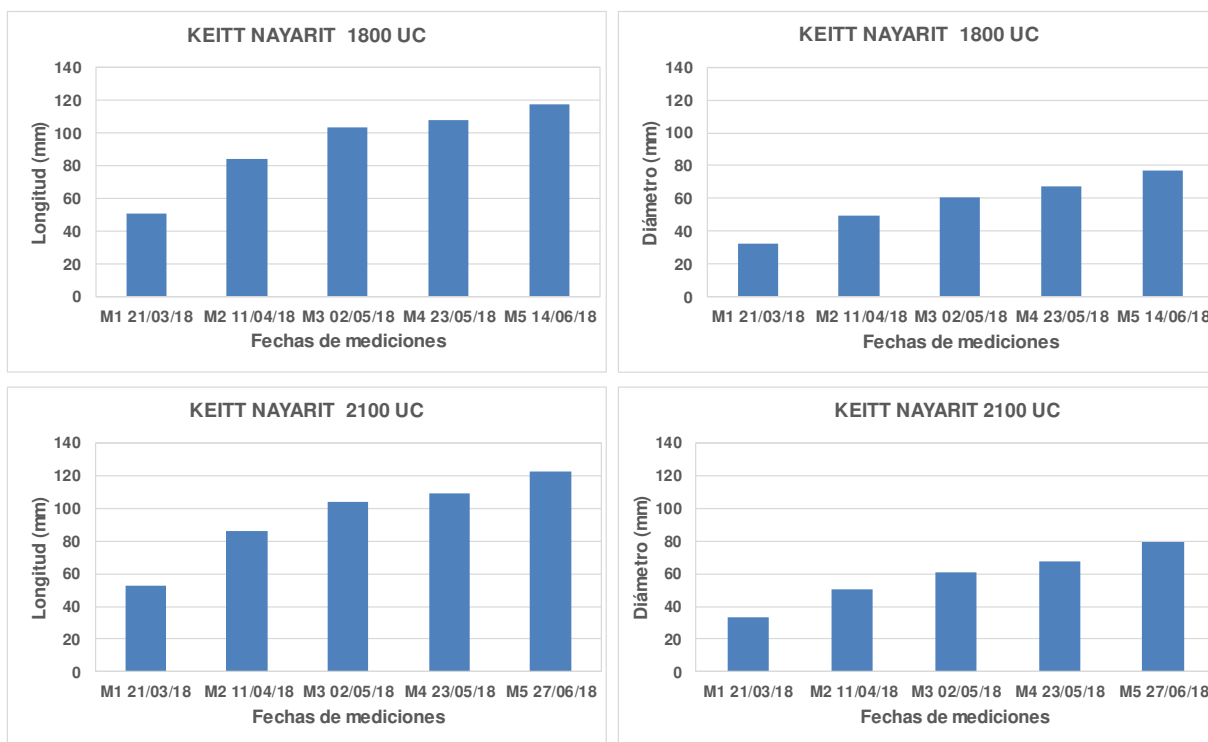


Figura 15. Crecimiento y desarrollo de frutos de 'Keitt' cosechados en Nayarit a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

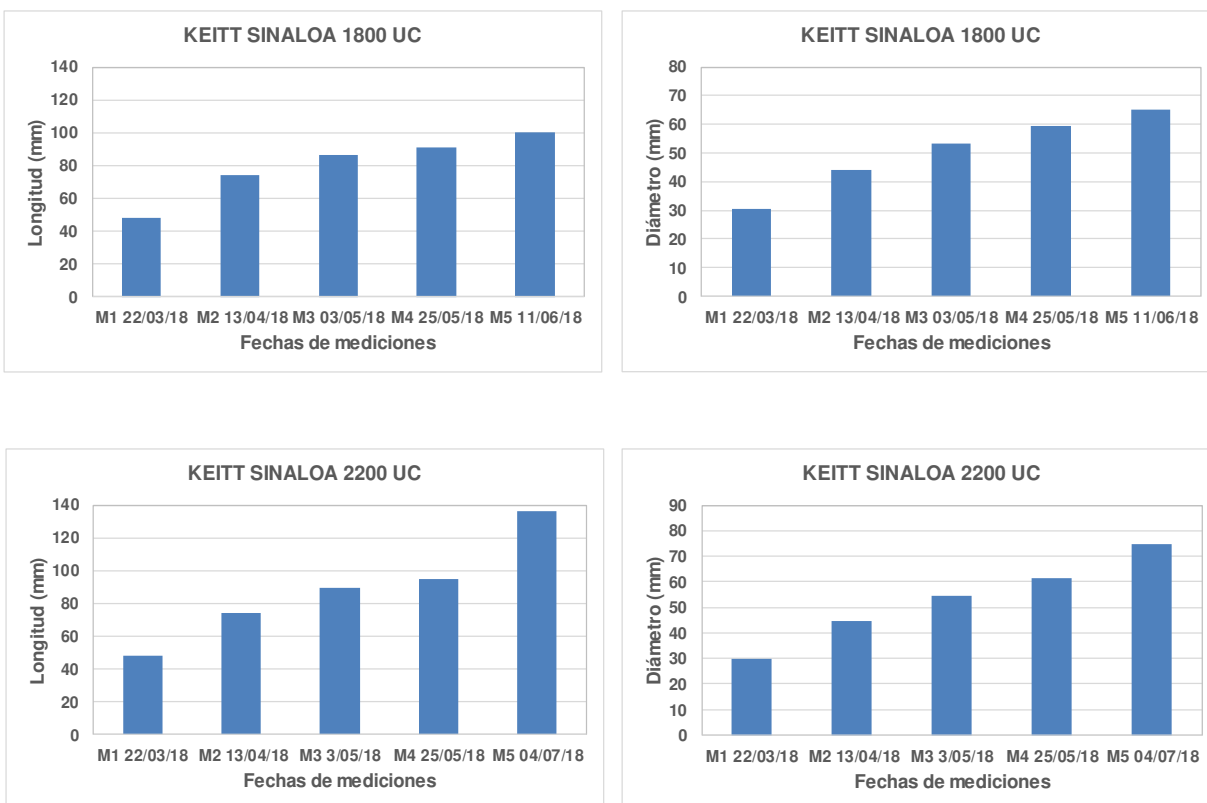


Figura 16. Crecimiento y desarrollo de frutos de ‘Keitt’ cosechados en Sinaloa a dos estadios de madurez y diferentes acumulaciones de UC.

Los resultados a cosecha describen como el peso y el calibre son afectados por la acumulación de UC. La Figura 17A ilustra el peso promedio del fruto de ‘Keitt’ a la cosecha en Nayarit; los cosechados a 1,800 UC promediaron 467.1 g, mientras que los cosechados a 2,100 UC promediaron 555.0 g. Los 87.9 g de diferencia representan 2.64 ton/ha adicionales al rendimiento. Esta misma tendencia se observó en los frutos de ‘Keitt’ cosechados en Sinaloa, aunque en esta ocasión los frutos de fueron más pequeños por deficiencias con el riego. Aquéllos a 1,800 UC promediaron 280.5 g y los cosechados a 2,200 UC promediaron 343.5 g, lo que representa 1.89 ton/ha adicionales. Por otro lado, el efecto de la acumulación de UC es más notorio y significativo en los calibres de los frutos (números mayores significan frutos pequeños y a la inversa, números menores significan frutos más grandes). En Nayarit (Figura 17C), los frutos cosechados a 1,800 UC presentaron el 90% de frutos con calibres 9, 10 y 12’s, en tanto que los cosechados

a 2,100 UC presentaron 90% de calibres 8, 9 y 10's. Algo similar ocurrió en los frutos cosechados en Sinaloa, ya que éstos fueron más pequeños por las limitaciones de agua de riego. En la Figura 14D se observa que los frutos cosechados a 1,800 UC tuvieron 98% de calibres 14 a 20's, en tanto que los cosechados a 2,200 UC mostraron 92% de frutos con calibres 10 y 12's. Aquí se demuestra la importancia de cosechar los frutos a una mayor acumulación de UC, sólo 300 UC de diferencia (7 a 10 días), significan diferencias espectaculares en peso, calibre, volumen de rendimiento, vida de anaquel y sabor al consumo.

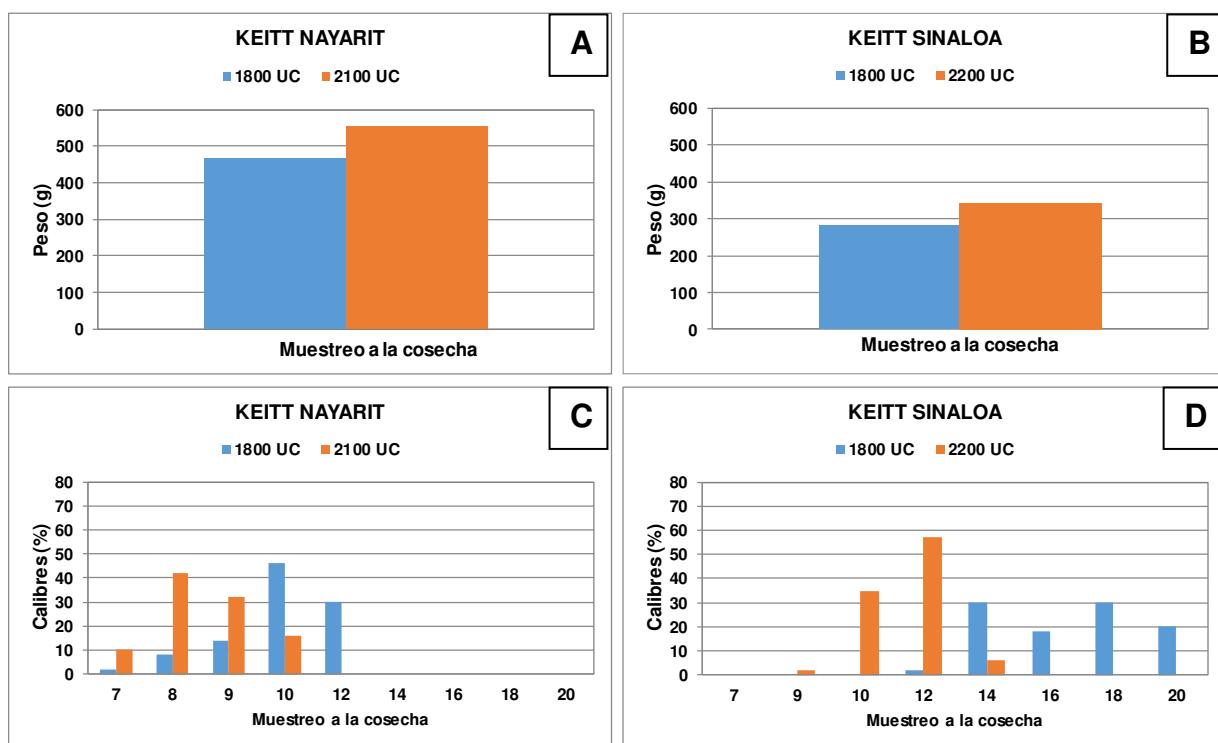


Figura 17. Peso promedio (g) y calibres de fruto de Keitt en Nayarit y Sinaloa

II. Resultados de calidad inicial, simulación de traslado y consumo

a. Ataulfo

La Figura 18 ilustra el contenido de materia seca (MS) de frutos de 'Ataulfo' cosechados a 1,400 y 1,600 UC, tanto en Nayarit como en Sinaloa. Se observa que el contenido inicial y al término de simulación de traslado es mayor a 1,600 UC (22.0 y 22.2%, respectivamente) que en 1,400 (20.6 y 21.9%, respectivamente) y esto está de acuerdo a lo esperado, ya que los frutos acumulan mayor cantidad de MS al cosecharse en un estado óptimo de madurez. Por otro lado, se observa que los valores de MS de frutos cosechados en Sinaloa mostraron mayores contenidos de MS en cualquiera de las dos UC acumuladas. A 1,400 UC registraron 26.6 y 29.0% de MS respectivamente para inicio y término de refrigeración, en tanto que los cosechados a 1,600 UC tuvieron 26.8 y 29.2%, respectivamente. Esto puede deberse a que en Sinaloa se tuvieron condiciones más restrictivas de disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo.

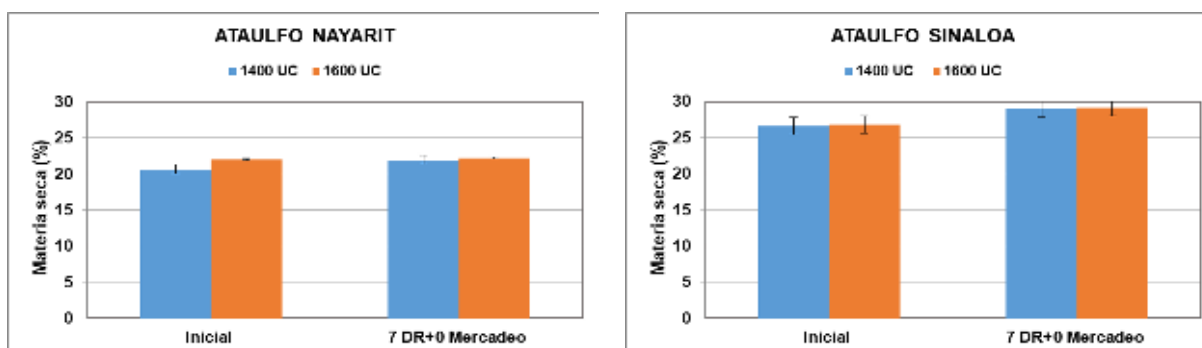


Figura 18. Contenido de materia seca de frutos de 'Ataulfo' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa. Barras verticales representan el Error Estándar (si se traslapan = NS; si no se traslapan = *).

En lo que respecta al color de cáscara (Figura 19), prácticamente no se detectaron diferencias significativas entre frutos cosechados a 1,400 o 1,600 UC, a excepción del muestreo al término de refrigeración donde los frutos de Sinaloa cosechados a 1,600 UC mostraron un color verde pálido, característico de un estado más avanzado de madurez.

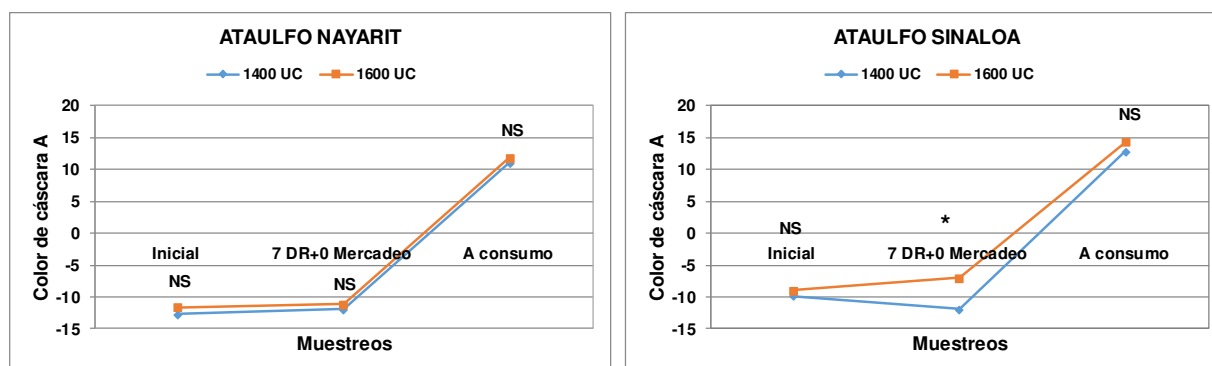


Figura 19. Color de cáscara de frutos de 'Ataulfo' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

Respecto a la pérdida de peso (Figura 20), para los frutos cosechados en Nayarit se observaron diferencias significativas solo a consumo (7DRef + 9 Mercadeo), siendo los de menor acumulación de UC los que mostraron la mayor pérdida de peso. En lo concerniente a los frutos de Sinaloa, la tendencia fue la misma hasta el término de simulación de traslado, pero a consumo se observó una situación inversa a la de Nayarit. En este caso, los frutos cosechados a 1,600 UC mostraron mayor pérdida de peso (13.5%) que los cosechados a 1,400 UC (10.3%) y la razón es que los frutos de 1,600 UC requirieron de 10 días de mercadeo para alcanzar la madurez de consumo, en tanto que los de 1,400 UC estuvieron listos para comer a los 6 días de mercadeo.

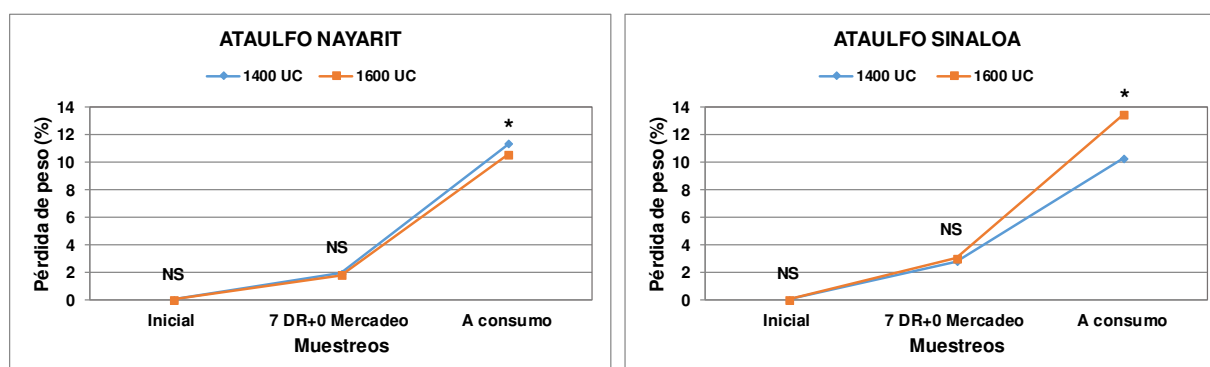


Figura 20. Pérdida de peso (%) de frutos de 'Ataulfo' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

Con relación a la apariencia externa (Figura 21), sólo se detectaron diferencias significativas al inicio, siendo lo contrario en Nayarit que en Sinaloa; sin embargo, en ambos casos los valores se ubicaron dentro del rango de exportación con valores entre 0 y 1, que significan apariencia externa de excelente a buena.

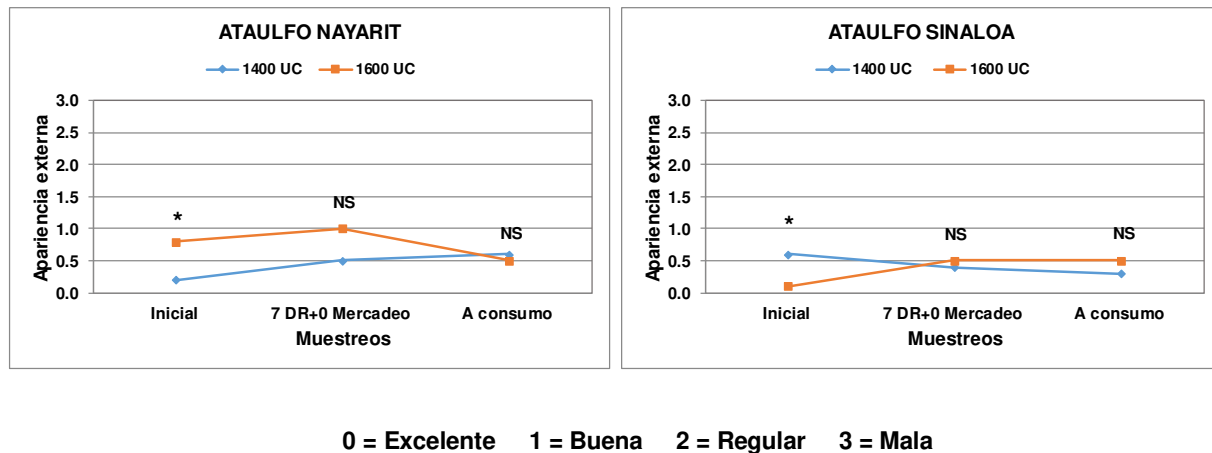


Figura 21. Apariencia externa de frutos de ‘Ataulfo’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo referente a la firmeza de pulpa (Figura 22), no se observaron diferencias significativas ni entre UC ni entre estados. Esto demuestra que la variable firmeza no es un buen indicador de madurez a cosecha como lo proponen otros autores.

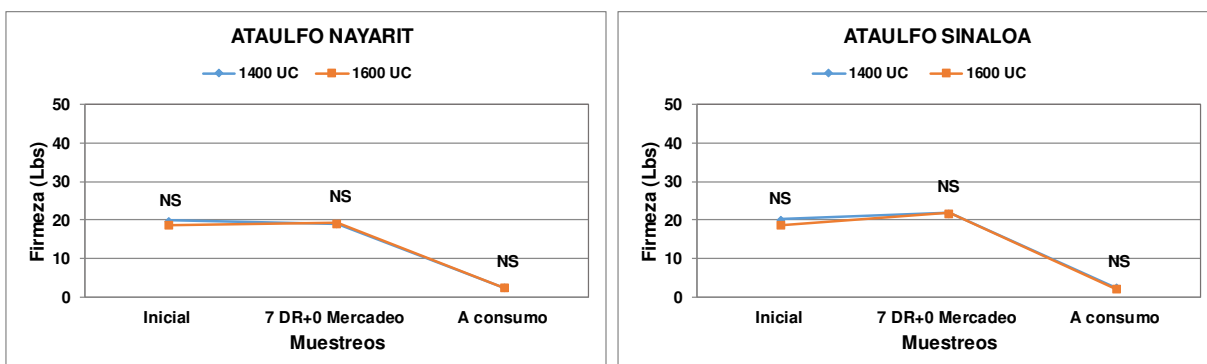


Figura 22. Firmeza de pulpa (Lbs) de frutos de ‘Ataulfo’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que respecta a color de pulpa (Figura 23), no se detectaron diferencias significativas para ninguno de los muestreos entre las diferentes UC acumuladas para Nayarit. En cambio, para Sinaloa los frutos cosechados a 1,600 UC mostraron mayor intensidad del color de pulpa, indicando una mayor calidad a consumo.

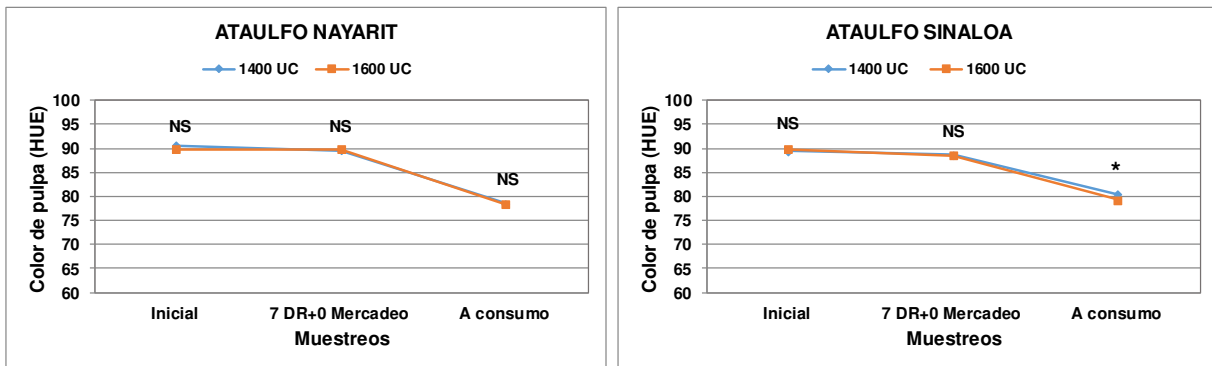


Figura 23. Color de pulpa (Hue) de frutos de ‘Ataulfo’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que se refiere al contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) [Figura 24], se hubiese esperado una diferencia significativa desde el inicio con los frutos cosechados a 1,400 UC mostrando un menor contenido en ambos estados; sin embargo, esta diferencia se manifestó solo a madurez de consumo. Empero, lo que da una mejor idea de sabor agradable al consumidor es la relación Bx/Acidez al consumo y aquí se detectaron diferencias significativas a favor de los frutos cosechados a 1,600 UC (Figura 25).

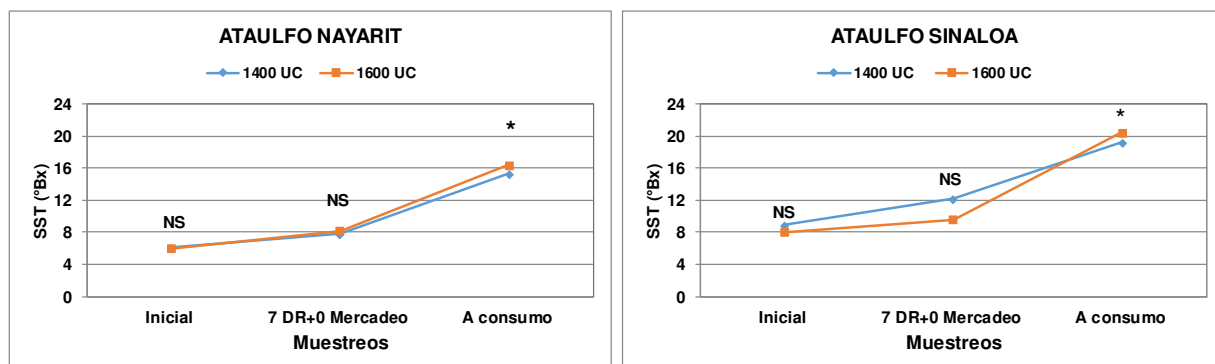


Figura 24. Contenidos de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) de frutos de ‘Ataulfo’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

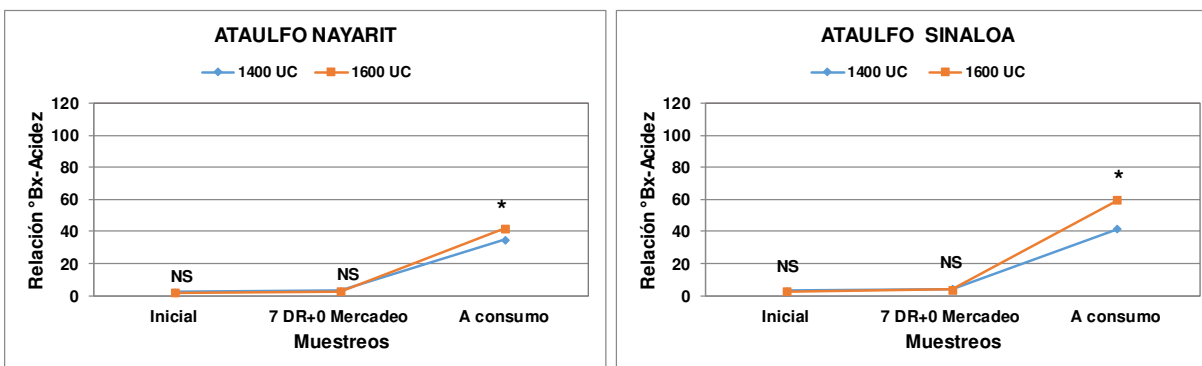


Figura 25. Relación Bx/Acidez de frutos de 'Ataulfo' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.



Figura 26. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Nayarit a 1,400 UC



Figura 27. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Nayarit a 1,600 UC



Figura 28. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Sinaloa a 1,400 UC



Figura 29. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Ataulfo' cosechados en Sinaloa a 1,600 UC

Para la variedad Ataulfo se concluye que el uso de la técnica de acumulación de UC es viable y que el óptimo de madurez se logra a las 1,600 UC.

b. Tommy Atkins

La Figura 30 ilustra el contenido de materia seca (MS) de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados a 1,400 y 1,600 UC, tanto en Nayarit como en Sinaloa. Se observó una tendencia muy similar a lo sucedido con los frutos de 'Ataulfo', ya que el contenido inicial y al término de simulación de traslado es mayor a 1,600 UC (16.2 y 16.8%, respectivamente) que a 1,400 UC (14.3 y 15.0%, respectivamente), lo cual está acorde a lo esperado, ya que los frutos acumulan mayor cantidad de MS al cosecharse en un estado óptimo de madurez. Sin embargo, los valores de contenido de MS de 'Tommy Atkins' fueron menores (rango de 14 a 19%) que los de 'Ataulfo' (rango de 20 a 29%). Por otro lado, se observa que los valores de MS de frutos cosechados en Sinaloa mostraron mayores contenidos de MS en cualquiera de las dos UC acumuladas. A 1,400 UC registraron 17.6 y 18.6% de MS respectivamente para inicio y término de refrigeración, en tanto que los cosechados a 1,600 UC tuvieron 18.7 y 19.1%,

respectivamente. Esto puede deberse a que en Sinaloa se tuvieron condiciones más restrictivas de disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo.

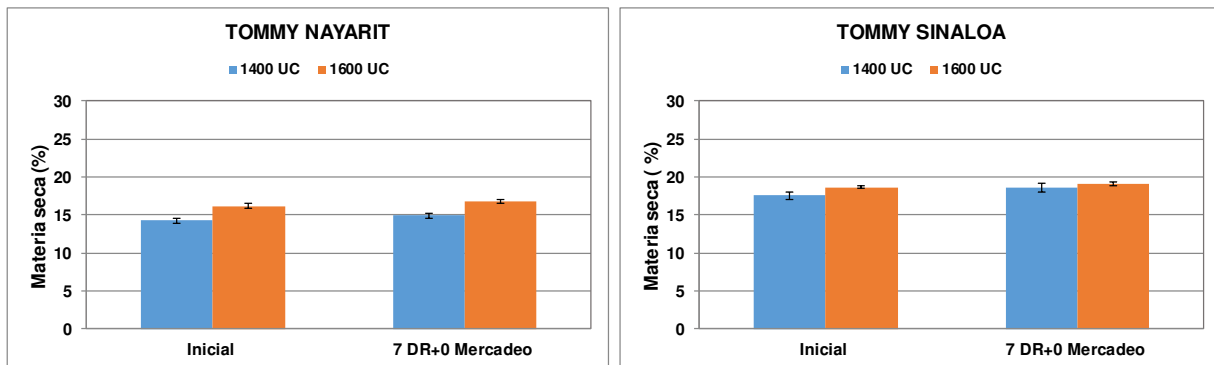


Figura 30. Contenido de materia seca de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa. Barras verticales representan el Error Estándar (si se traslapan=NS; si no se traslapan=*)

Respecto a la pérdida de peso (Figura 31), para los frutos cosechados en Nayarit se observaron diferencias significativas al término de refrigeración y a consumo. Los frutos de 1,600 UC perdieron más peso que los de 1,400 (3.01% vs 1.59%), pero esto se debió a que por exceso de trabajo estos frutos se demoraron una semana más en refrigeración. Pese a ello, a madurez de consumo los frutos de 1,400 UC mostraron la mayor pérdida de peso. En lo concerniente a los frutos de Sinaloa, la tendencia fue la misma hasta el término de simulación de traslado, pero a consumo se observó los frutos cosechados a 1,600 UC mostraron menor pérdida de peso (8.9%) que los cosechados a 1,400 UC (10.05%) aún bajo las mismas condiciones de simulación de traslado refrigerado y mercadeo al ambiente.

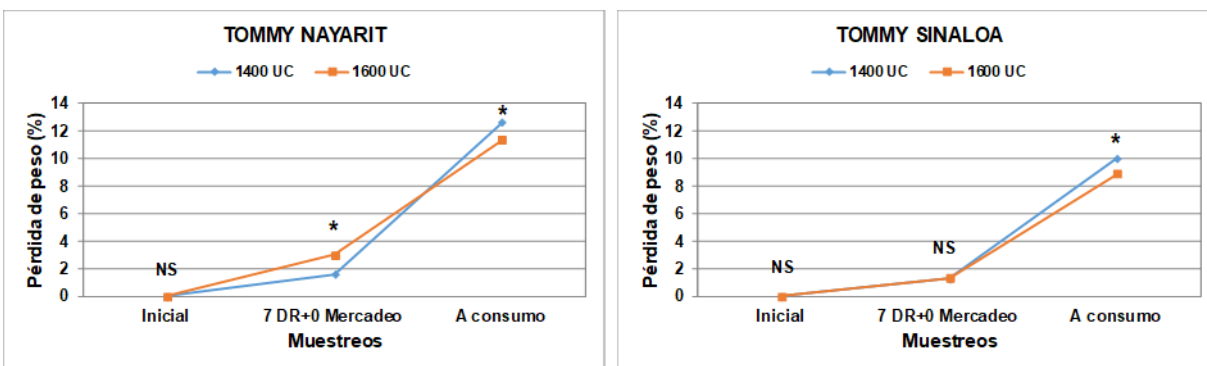
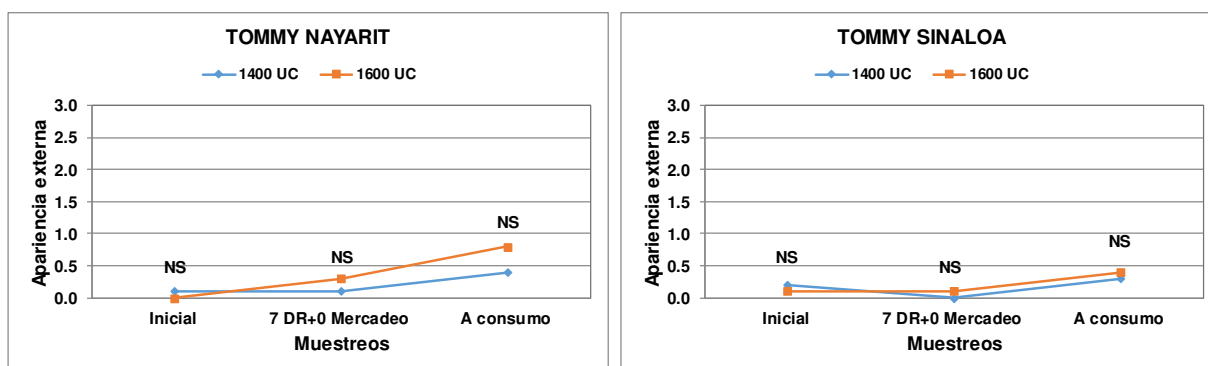


Figura 31. Pérdida de peso (%) de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

Con relación a la apariencia externa (Figura 32), no se detectaron diferencias significativas para ninguna de las UC ni para los estados. En ambos casos los valores se ubicaron dentro del rango de exportación con valores entre 0 y 1, que significan apariencia externa de excelente a buena.



0 = Excelente 1 = Buena 2 = Regular 3 = Mala

Figura 32. Apariencia Externa de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo referente a la firmeza de pulpa (Figura 33), no se observaron diferencias significativas ni entre UC ni entre estados. Esto demuestra que la variable firmeza no es un buen indicador de madurez a cosecha como lo proponen otros autores.

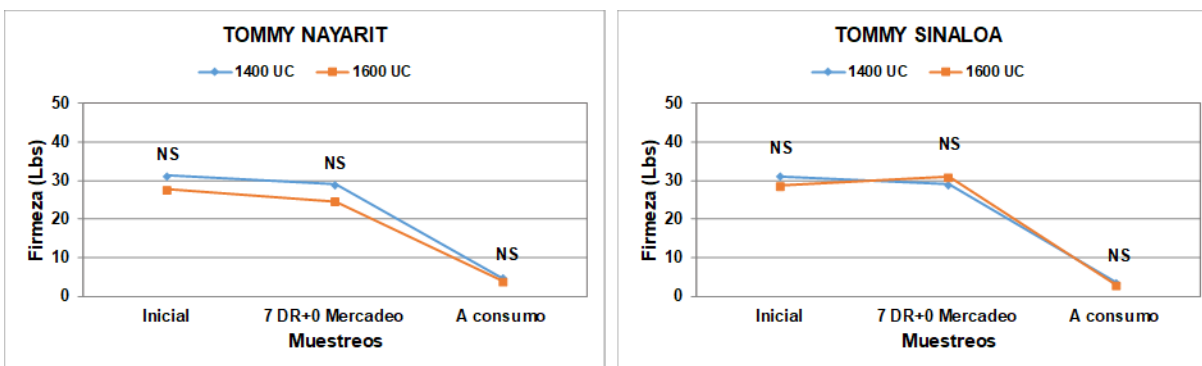


Figura 33. Firmeza de pulpa (Lbs) de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que respecta a color de pulpa (Figura 34), aunque en todos los muestreos se observó la tendencia de que los frutos cosechados a 1,400 UC mostraron menor intensidad de color, solo para Nayarit los frutos cosechados a 1,600 UC mostraron mayor intensidad, indicando una mayor calidad a consumo. En cambio, aunque la tendencia fue similar, no se detectaron diferencias significativas para ninguno de los muestreos entre las diferentes UC acumuladas para Sinaloa.

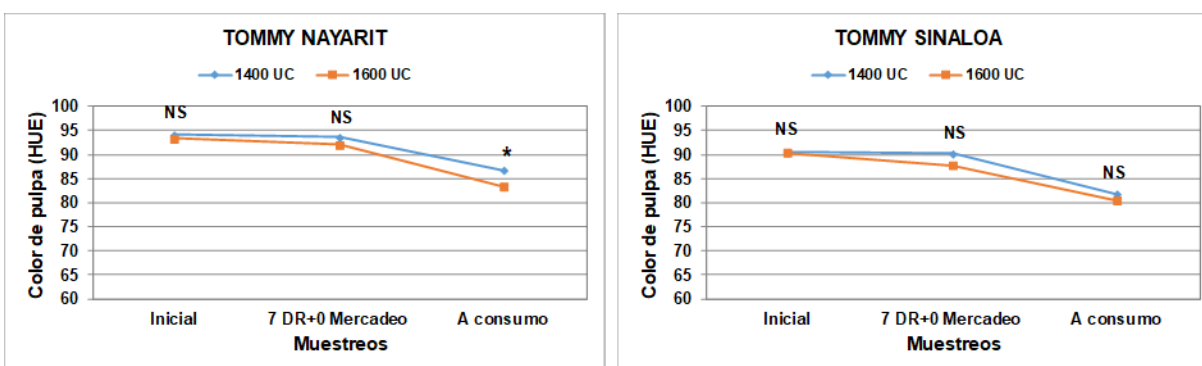


Figura 34. Color de pulpa (Hue) de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que se refiere al contenido de sólidos solubles totales (°Bx) [Figura 35], se hubiese esperado una diferencia significativa desde el inicio con los frutos cosechados a 1,400 UC mostrando un menor contenido en ambos estados; sin embargo, esta diferencia

se manifestó solo a madurez de consumo. Empero, lo que da una mejor idea de sabor agradable al consumidor es la relación Bx/Acidez al consumo y aquí se detectaron diferencias significativas a favor de los frutos cosechados a 1,600 UC (Figura 36).

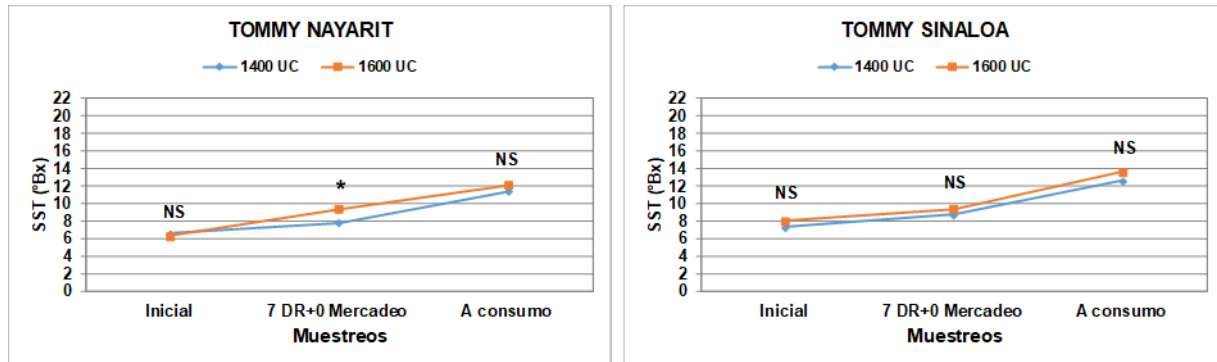


Figura 35. Sólidos solubles totales (°Bx) de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

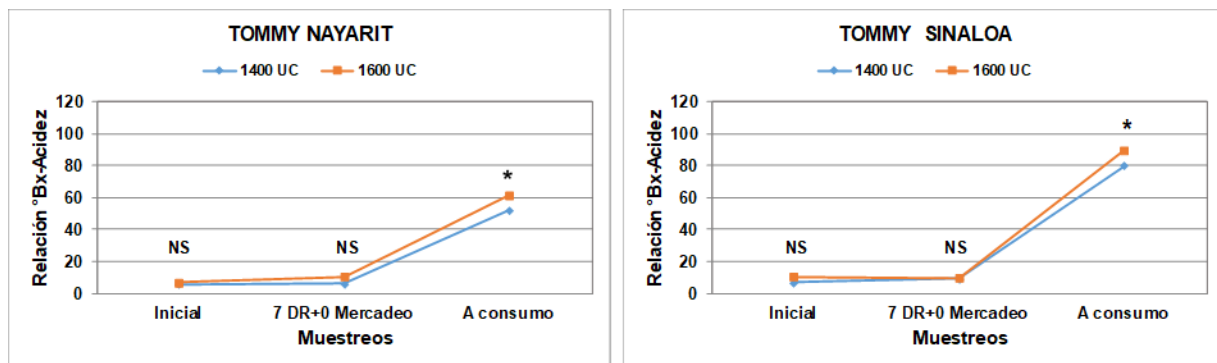


Figura 36. Relación Bx/Acidez de frutos de ‘Tommy Atkins’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

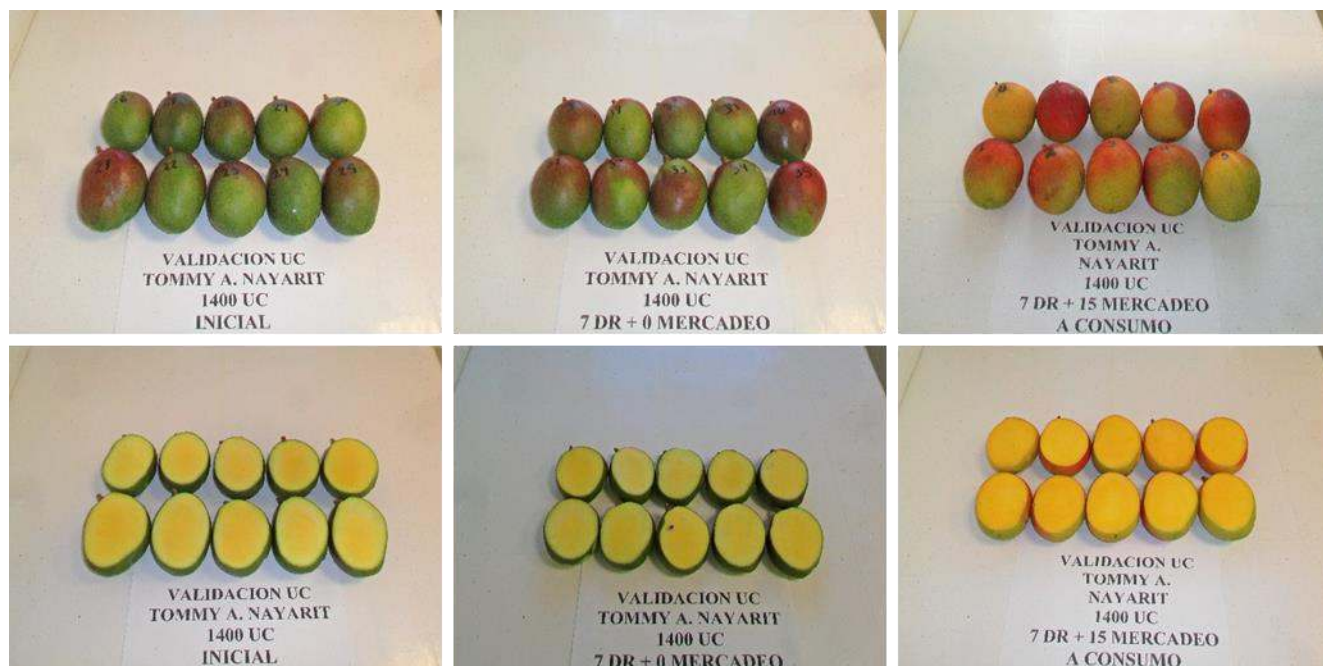


Figura 37. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados en Nayarit a 1,400 UC



Figura 38. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados en Nayarit a 1,600 UC



Figura 39. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados en Sinaloa a 1,400 UC



Figura 40. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Tommy Atkins' cosechados en Sinaloa a 1,600 UC

Para la variedad Tommy Atkins se concluye que el uso de la técnica de acumulación de UC es viable y que el óptimo de madurez se logra a las 1,600 UC.

c. Kent

La Figura 41 ilustra el contenido de materia seca (MS) de frutos de 'Kent' cosechados a 1,600 y 1,800 UC, tanto en Nayarit como en Sinaloa. Se observó una tendencia muy similar a lo sucedido con los frutos de 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins', ya que el contenido inicial y al término de simulación de traslado es mayor a 1,800 UC que en 1,600 y esto está acorde a lo esperado, ya que los frutos acumulan mayor cantidad de MS al cosecharse en un estado óptimo de madurez. Para esta variedad los rangos de MS oscilaron de 21 a 26% en ambas localidades, sin haber diferencia significativa entre localidades, pero sí entre UC.

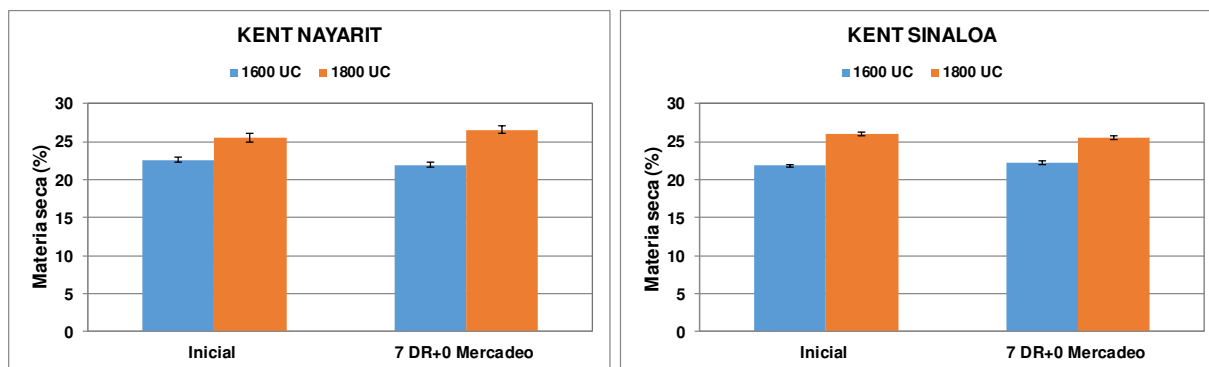


Figura 41. Contenido de materia seca (%) de frutos de 'Kent' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa. Barras verticales representan el Error Estándar (si se traslapan=NS; si no se traslapan=*)).

Respecto a la pérdida de peso (Figura 42), para los frutos cosechados tanto en Nayarit como en Sinaloa, solo se observaron diferencias significativas a consumo. Los frutos de 1,600 UC perdieron más peso que los de 1,800 (9.79% vs 4.72%), pero esta diferencia tan amplia se debió a que los frutos de 1,600 UC requirieron 11 días de mercadeo para llegar a consumo y los de 1,800 UC solo requirieron seis días. En lo concerniente a los frutos de Sinaloa, la tendencia fue la misma hasta el término de simulación de traslado, pero a consumo se observó que los frutos cosechados a 1,600

UC mostraron mayor pérdida de peso (7.26%) que los cosechados a 1,800 UC (5.95%) aunque los de 1,800 UC necesitaron un día menos de simulación a mercadeo.

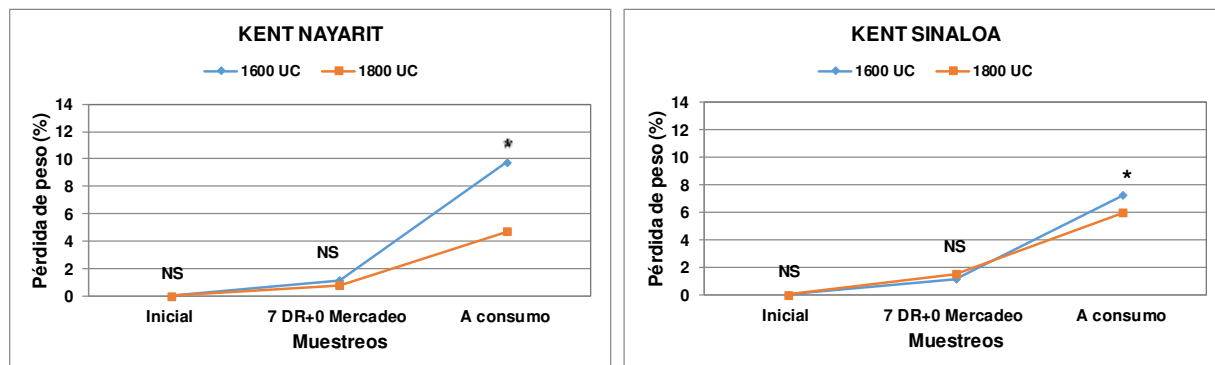
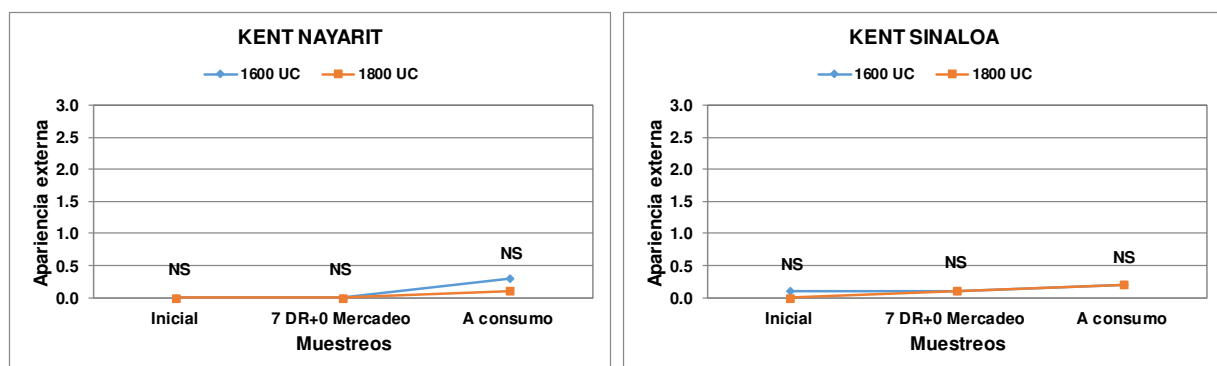


Figura 42. Pérdida de peso (%) de frutos de ‘Kent’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

Con relación a la apariencia externa (Figura 43), no se detectaron diferencias significativas para ninguna de las UC ni para los estados. En ambos casos los valores se ubicaron dentro del rango de exportación con valores entre 0 y 1, que significan apariencia externa de excelente a buena.



0 = Excelente 1 = Buena 2 = Regular 3 = Mala

Figura 43. Apariencia externa de frutos de ‘Kent’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo referente a la firmeza de pulpa (Figura 44), no se observaron diferencias significativas ni entre UC ni entre estados. Esto demuestra que la variable firmeza no es un buen indicador de madurez a cosecha como lo proponen otros autores.

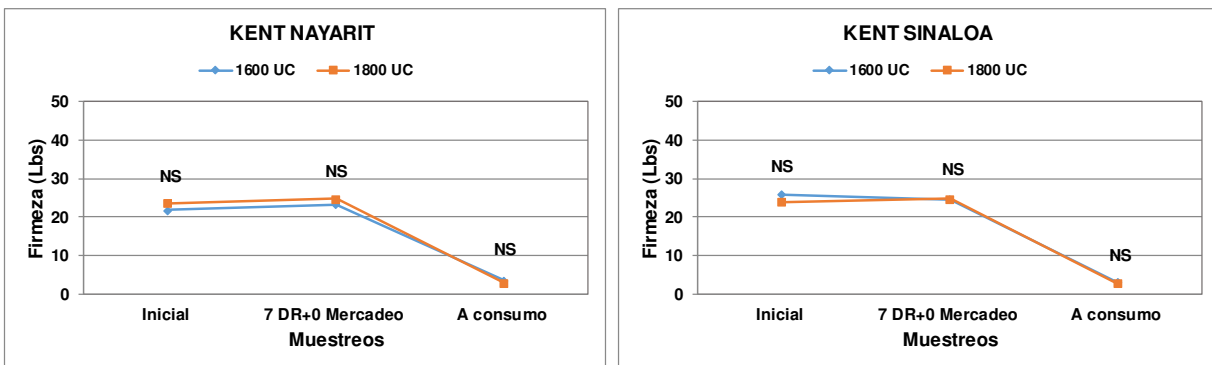


Figura 44. Firmeza de pulpa (Lbs) de frutos de ‘Kent’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que respecta a color de pulpa (Figura 45), en los muestreos inicial y al término de simulación de traslado refrigerado se observaron diferencias significativas entre ambas UC en los dos estados. Los frutos cosechados a 1,800 UC mostraron mayor intensidad de color que los cosechados a 1,600 UC, indicando un estado más avanzado de madurez. Sin embargo, a consumo ya no se detectaron diferencias en intensidad de color de pulpa ni en las UC acumuladas ni en los estados.

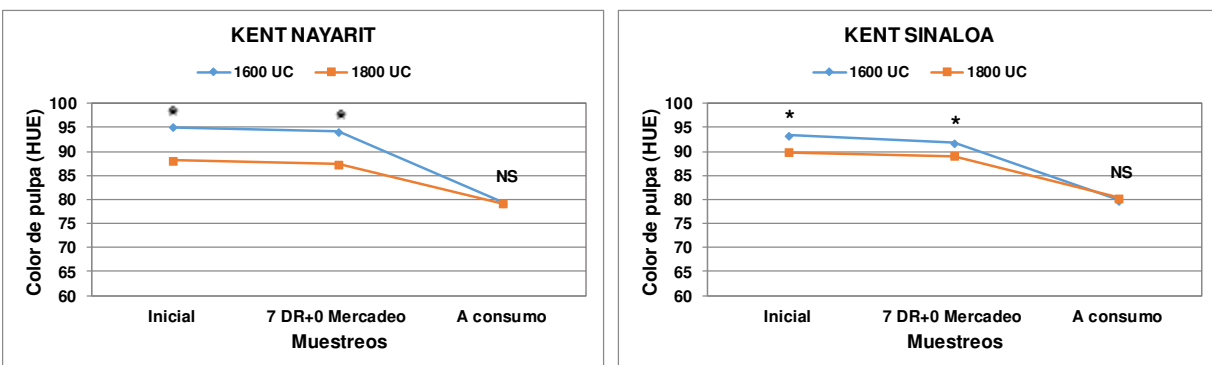


Figura 45. Color de pulpa (Hue) de frutos de ‘Kent’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que se refiere al contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) [Figura 46], se observaron diferencias significativas desde el inicio hasta madurez de consumo entre los frutos cosechados a 1,600 UC respecto a los de 1,800 UC en ambos estados. A consumo los frutos cosechados a 1,600 UC tuvieron 16.3 $^{\circ}\text{Bx}$ en tanto que los cosechados a 1,800 UC mostraron 17.9 $^{\circ}\text{Bx}$. En Sinaloa la diferencia fue más marcada, los frutos cosechados a 1,600 UC manifestaron 16.1 $^{\circ}\text{Bx}$, mientras que los de 1,800 UC llegaron a 18.1 $^{\circ}\text{Bx}$. En esta variedad es donde se manifestó de manera más notoria la diferencia a consumo en el contenido de sólidos solubles totales. Sin embargo, esto ya no se reflejó en la relación Bx/Acidez donde prácticamente no se detectaron diferencias significativas ni entre UC ni en los estados (Figura 47).

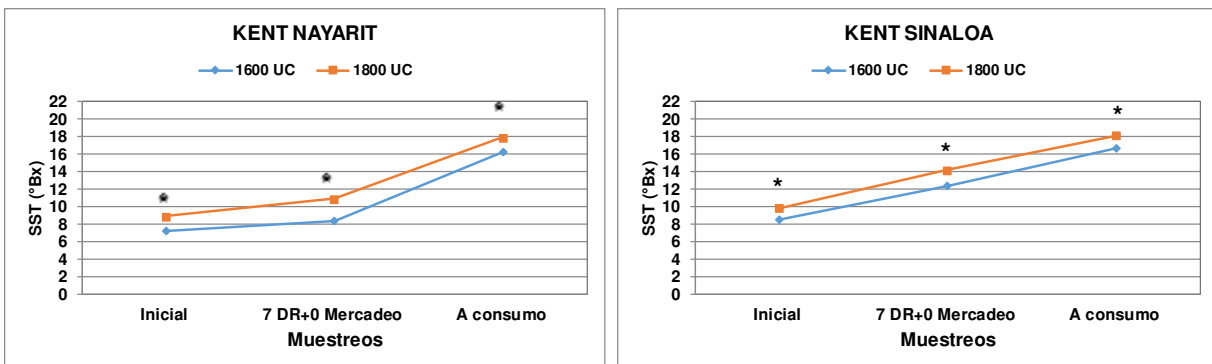


Figura 46. Sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) de frutos de 'Kent' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

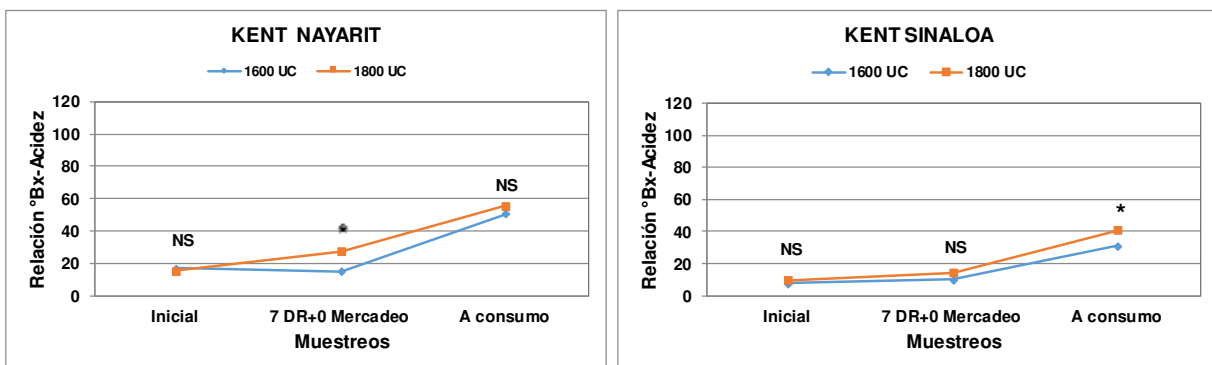


Figura 47. Relación Bx/Acidez de frutos de 'Kent' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

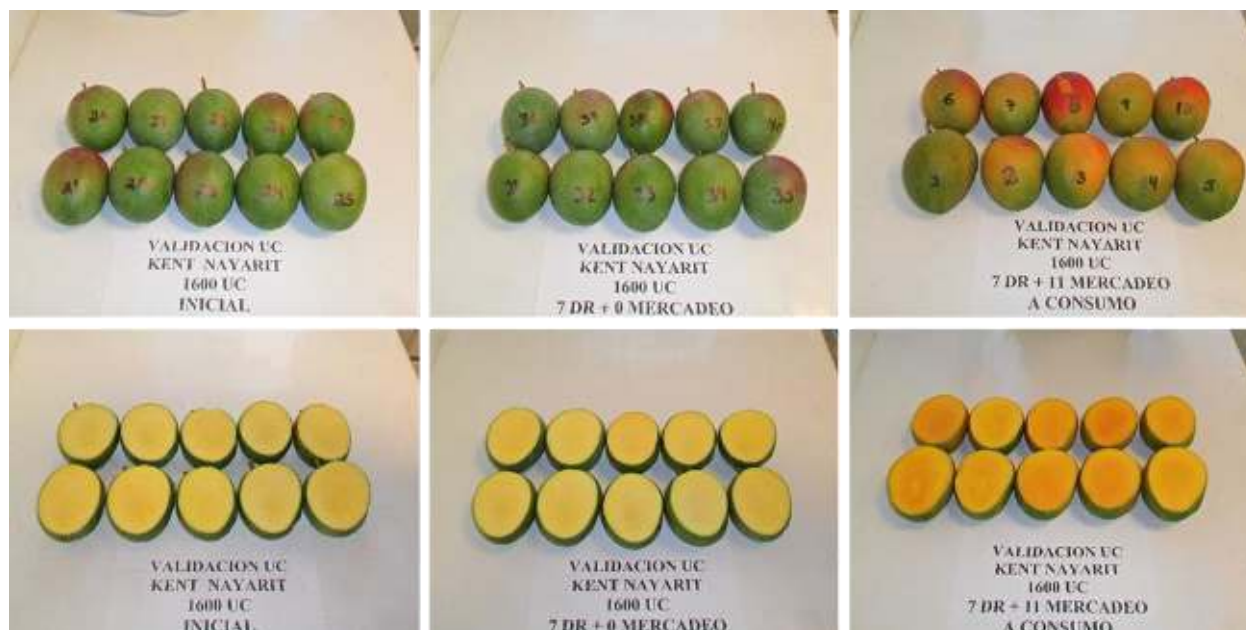


Figura 48. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Kent' cosechados en Nayarit a 1,600 UC

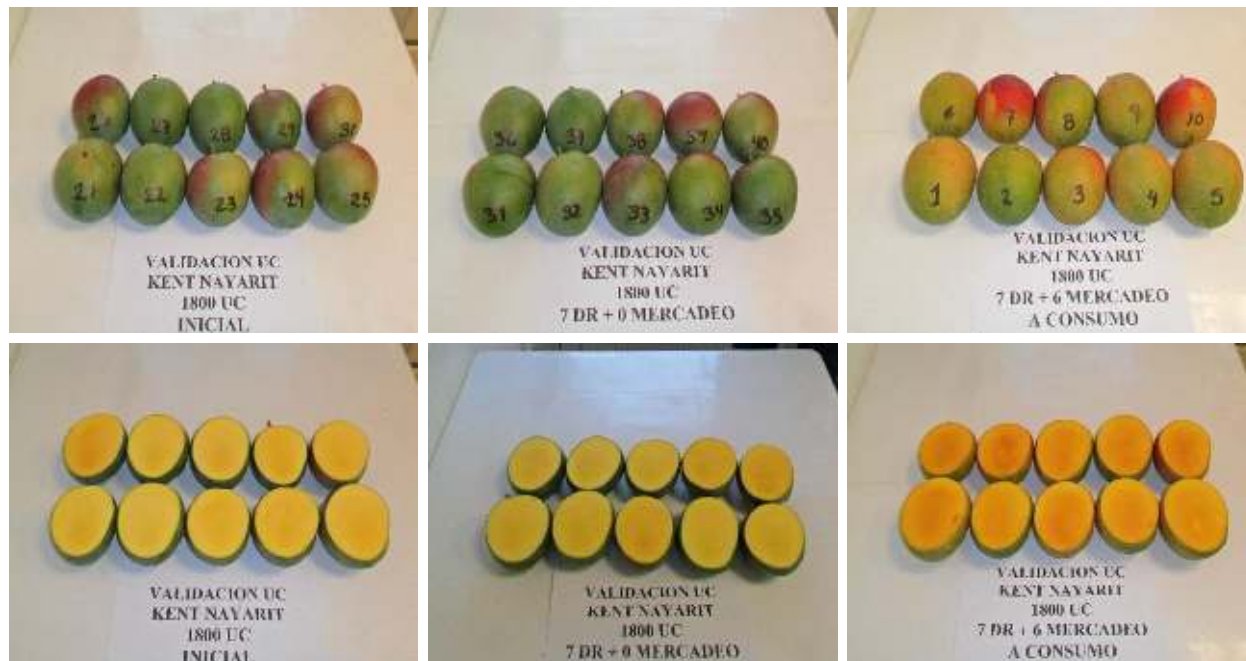


Figura 49. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Kent' cosechados en Nayarit a 1,800 UC



Figura 50. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Kent' cosechados en Sinaloa a 1,600 UC



Figura 51. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Kent' cosechados en Sinaloa a 1,800 UC

Para la variedad Kent se concluye que el uso de la técnica de acumulación de UC es viable y que el óptimo de madurez se logra a las 1,800 UC.

d. Keitt

La Figura 52 ilustra el contenido de materia seca (MS) de frutos de 'Keitt' cosechados a 1,800 y 2,100/2,200 UC tanto en Nayarit como en Sinaloa. Se observó una tendencia muy similar a lo sucedido con los frutos de las otras tres variedades, ya que el contenido inicial y al término de simulación de traslado es mayor a 2,100/2,200 UC que a 1,800 UC, lo cual es acorde a lo esperado, ya que los frutos acumulan mayor cantidad de MS al cosecharse en un estado óptimo de madurez. Sin embargo, los resultados para Sinaloa fueron superiores que los de Nayarit, lo que se atribuye a condiciones más restrictivas de humedad durante el desarrollo del cultivo. Para 1,800 UC los frutos de Nayarit mostraron valores de 15.4 a 17.1%, en tanto que los de Sinaloa oscilaron entre 19.3 y 21.0%. Para 2,100 UC los frutos de Nayarit presentaron valores de 17.2 a 17.8%, mientras que los de Sinaloa variaron de 21.2 a 22.2%.

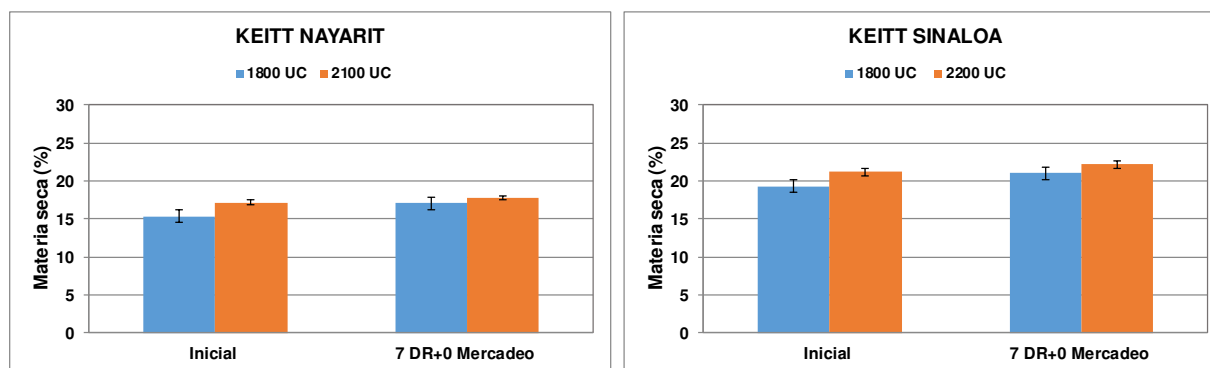


Figura 52. Contenido de materia seca (%) de frutos de 'Keitt' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa. Barras verticales representan el Error Estándar (si se traslapan=NS; si no se traslapan=*)

Respecto a la pérdida de peso (Figura 53), para los frutos cosechados tanto en Nayarit como en Sinaloa, solo se observaron diferencias significativas a consumo. Los frutos de Nayarit a 1,800 UC perdieron más peso que los de 2,100 (12.7% vs 8.9%), pero esta diferencia se debió a que los frutos de 1,800 UC requirieron 12 días de mercadeo

para llegar a consumo y los de 2,100 UC requirieron 10 días. En lo concerniente a los frutos de Sinaloa, la tendencia fue la misma hasta el término de simulación de traslado, pero a consumo se observó los frutos cosechados a 1,800 UC mostraron mayor pérdida de peso (6.5%) que los cosechados a 2,200 UC (5.8%) aunque los de 2,200 UC requirieron un día menos de simulación a mercadeo.

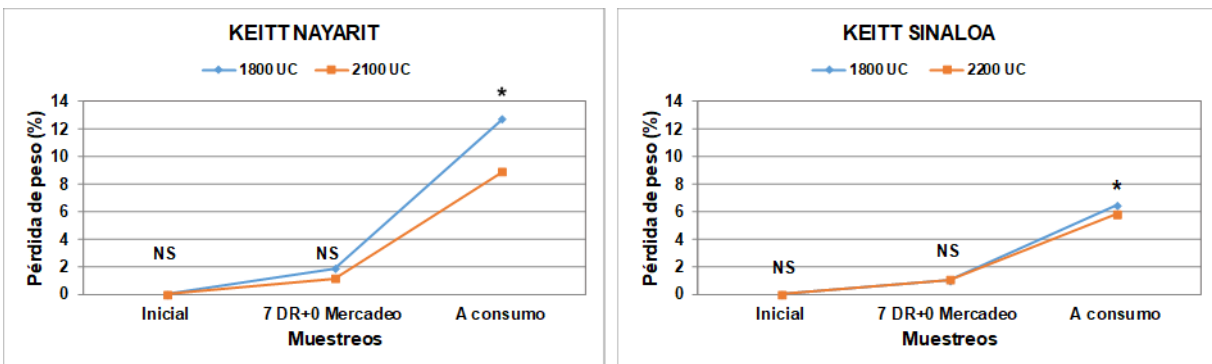
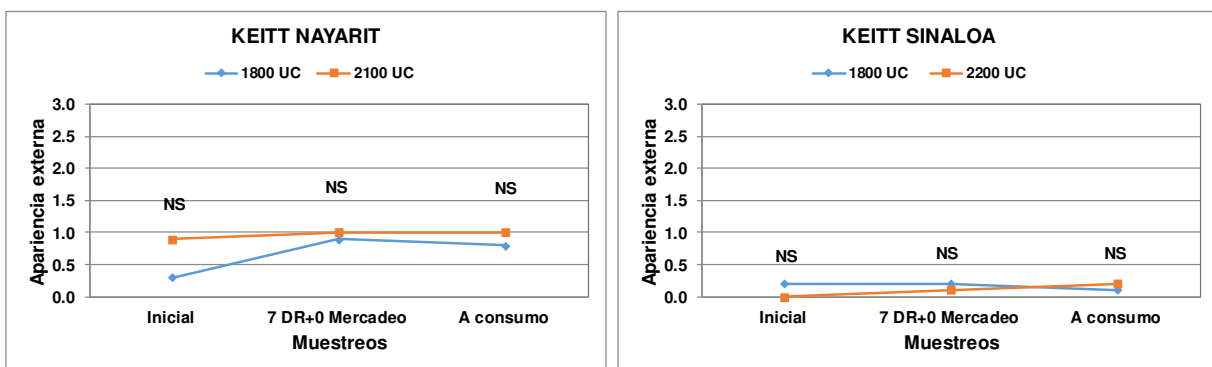


Figura 53. Pérdida de peso (%) de frutos de ‘Keitt’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

Con relación a la apariencia externa (Figura 54), no se detectaron diferencias significativas para ninguna de las UC ni para los estados. En ambos casos los valores se ubicaron dentro del rango de exportación con valores entre 0 y 1, que significan apariencia externa de excelente a buena.



0 = Excelente 1 = Buena 2 = Regular 3 = Mala

Figura 54. Apariencia externa de frutos de ‘Keitt’ cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo referente a la firmeza de pulpa (Figura 55), no se observaron diferencias significativas ni entre UC ni entre estados. Esto demuestra que la variable firmeza no es un buen indicador de madurez a cosecha como lo proponen otros autores.

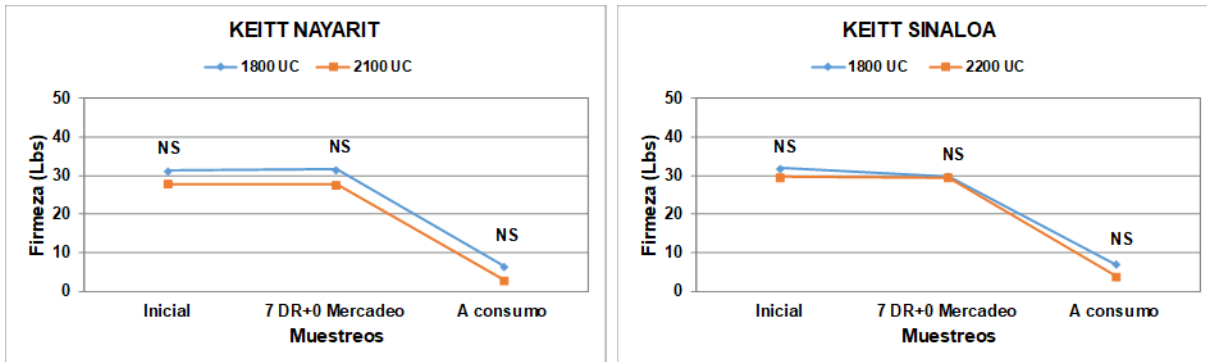


Figura 55 Firmeza de pulpa (Lbs) de frutos de 'Keitt' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que respecta a color de pulpa (Figura 56), en todos los muestreos se observaron diferencias significativas entre ambas UC en los dos estados. Los frutos cosechados a 2,100/2,200 UC mostraron mayor intensidad de color que los cosechados a 1,800 UC, indicando un estado más avanzado de madurez.

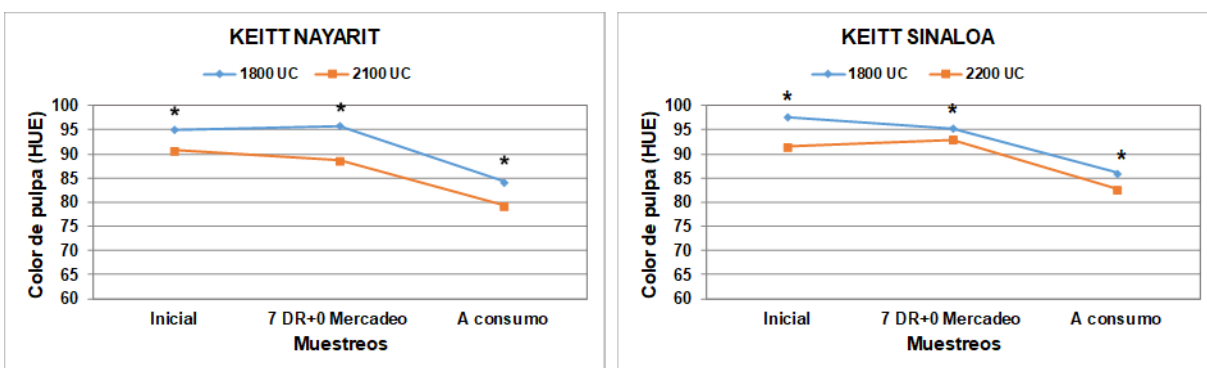


Figura 56. Color de pulpa (Hue) de frutos de 'Keitt' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

En lo que se refiere al contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) [Figura 57], solo se detectaron diferencias significativas a madurez de consumo entre los frutos

cosechados a 1,800 UC respecto a los de 2,100/2,200 UC en ambos estados. A consumo los frutos cosechados en Nayarit a 1,800 UC tuvieron 12.1 °Bx en tanto que los cosechados a 2,100 UC mostraron 14.7 °Bx. En Sinaloa fue una situación muy similar, los frutos cosechados a 1,800 UC manifestaron 14.8 °Bx, mientras que los de 2,200 UC llegaron a 16.8 °Bx. Lo anterior se reflejó en la relación Bx/Acidez donde se observó la misma tendencia en ambos estados manifestándose diferencias significativas solo a consumo a favor de los frutos con mayor acumulación de UC (Figura 58).

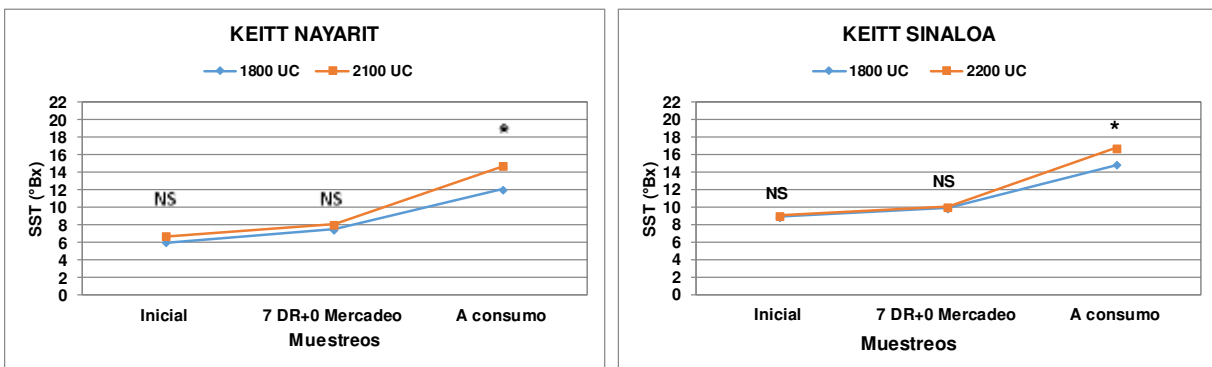


Figura 57. Sólidos solubles totales (°Bx) de frutos de 'Keitt' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.

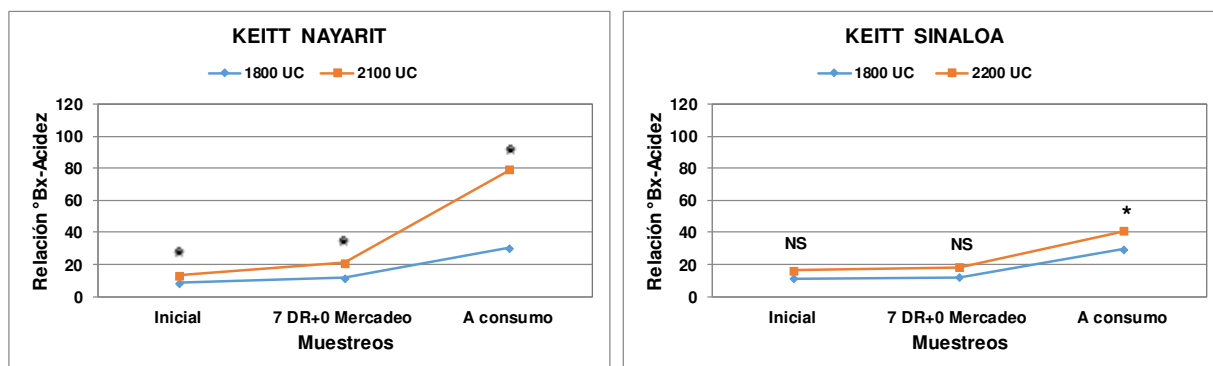


Figura 58. Relación Bx/Acidez de frutos de 'Keitt' cosechados a diferentes UC acumuladas en Nayarit y Sinaloa.



Figura 59. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Keitt' cosechados en Nayarit a 1,800 UC



Figura 60. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Keitt' cosechados en Nayarit a 2,100 UC



Figura 61. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Keitt' cosechados en Sinaloa a 1,800 UC



Figura 62. Ilustración de la apariencia externa e interna de frutos de 'Keitt' cosechados en Sinaloa a 2,200 UC.

Para la variedad Keitt se concluye que el uso de la técnica de acumulación de UC es viable y que el óptimo de madurez se logra entre las 2,100 y 2,200 UC.

CONCLUSIONES

- Se corroboró que las UC requeridas para el momento óptimo de cosecha de las variedades de mango Ataulfo y Tommy Atkins fue de 1,600 UC, para Kent de 1,800 UC y para Keitt de 2,100 a 2,200 UC.
- Si no se cosecha anticipadamente y se permite que las variedades lleguen a su óptimo de cosecha, se incrementarán tamaño y/o calibre de fruto, así como volumen de rendimiento.
- Además, se logra mayor satisfacción al comprador ya que los frutos llegan a consumo con mayor contenido de sólidos solubles totales y mejor relación °Bx/Acidez.

LITERATURA CONSULTADA

- Azkue M., Avilán L. y Núñez M. C. 2000. Preliminary studies on the analogy between honologic parameters and climate factors in mango (*Mangifera indica* L.). Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 42:479-493.
- Benachio S. y Avilán W. 1982. Agroclimatic assessment approaches for major cropping areas of Venezuela. CENIAP – INIA. Maracay, Venezuela. 247 p.
- Burondkar M. M., Bhingarde R. T., Kore V. N. Y Powar A. G. 2000. Estimation of heat units as maturity indices for different mango varieties in Konkan region of Maharashtra. Proceedings of the Sixth International Mango Symposium. Acta Horticulturae 509(1):297-299.
- Cumare A. y Avilán L. 1994. Descripción y caracterización de nueve variedades de mango *Mangifera indica* L. para ser usados como patrones. Evaluación del vigor y la eficiencia. Agronomía Tropical 44(3):393-439.
- EMEX, A. C. 1998. Norma Mexicana de Calidad para Mango Fresco. 6 p.
- Guzmán-Estrada C., Alcalde-Blanco S., Mosqueda-Vázquez R. y Martínez-Garza, A. 1996. Ecuación para estimar el volumen y dinámica de crecimiento del fruto de mango cv. Manila. Agronomía Tropical 46(4):395-412.
- Higley L. G., Pedigo L. P. y Asthie K. R. 1986. Degday: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. Environmental Entomology 15(5):999-1016.
- Hodges T. y Doraiswamy P. C. 1979. Crop phenology literature review for corn, soybean, wheat, barley, sorghum, rice, cotton and sunflower. Houston, Texas. Agristars Technical report. Lockheed Electronics. 47 p.
- Mederos O.E. 1988. Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 123 p.
- Medlicott A. P., New S., W. y Thompson A. K. 1988. Harvest maturity effects on mango fruit maturity. Tropical Agriculture 65(2):153-157.

- Mosqueda-Vázquez, R., Rosa F. e Ireta-Ojeda, A. 1993. Degree-days and base temperature required for inflorescence and fruit development in mango 'Manila'. *Acta Horticulturae* 341:232-239.
- Muñoz C. Sepúlveda G., García-Huidobre J. y Sherman W. B. 1986. Determining thermal time and base temperature required for fruit development in low-chilling peaches. *HortScience* 21(3):520-522.
- Ometto J. 1981. *Bioclimatología Vegetal*. Editorial Agronómica Ceres. Sao Paulo, Brasil. 440 p.
- Osuna-García, J. A. 2006. Manejo Postcosecha. In: *El cultivo del mango: principios y tecnología de producción*. Ed. Vázquez-Valdivia, V. y Pérez-Barraza M. H. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Libro técnico No. 1. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 307 p.
- Osuna García J. A., Ortega Zaleta D. A., Cabrera Mireles H., Vázquez Valdivia V., Pérez Barraza M. H. y Urías López, M. A. 2008. Determinación del momento óptimo de cosecha del mango 'Ataulfo' en Nayarit. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 12, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.
- Pérez de Azkue M. y Puche M. 2003. La temperatura como herramienta de predicción agroclimática aplicada a la producción de frutales. *Revista Digital del CNIAP*. CNIAP Hoy No. 3, Septiembre-Diciembre.
- Ruiz-Corral J. A., Ortiz C., Aceves L. y Becerril, E. 1992. Caracterización fenológica del guayabo (*Psidium guajava* L.). *AGROCIENCIA Serie Agua-Suelo-Clima* 3(2):95-114.

Productos generados:

No.	No. SIGI	ENTREGABLE	FECHA EN SIGI	TÍTULO
1	010202151900118476	CURSO EXTENSIÓN NMB, TAPACHULA	02/05/2018	MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.
2	010201151900124819	CURSO IMPARTIDO A PROFESIONISTAS (27 h)	22/10/2018	POSTCOSECHA, FISIOLOGÍA E INOCUIDAD EN MANGO PARA EXPORTACIÓN.
3	010202151900121208	CONFERENCIA MAGISTRAL INTERNACIONAL	03/08/2018	CAUSE OF SHRUNKEN SHOULDERS IN 'TOMMY' 'ATKINS' FRUIT GROWN IN DIVERSE AMBIENT IN MEXICO.
4	010202151900121886	CONFERENCIA MAGISTRAL INTERNACIONAL	30/08/2018	TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS PARA DETERMINAR LA MADUREZ A COSECHA DE MANGO.
5	010202151900123547	CURSO EXTENSIÓN NMB, MAZATLÁN	20/09/2018	TÉCNICAS POSTCOSECHA PARA ACCEDER A MERCADOS DISTANTES VÍA MARÍTIMA.
6	010202151900124809	CONFERENCIA MAGISTRAL INTERNACIONAL	16/10/2018	MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.
7	010202151900124811	CONFERENCIA MAGISTRAL INTERNACIONAL	16/10/2018	EL CONCEPTO, IMPORTANCIA Y REPERCUSIONES DE LA INOCUIDAD ALIMENTARIA.
8	010205151900116576	ATENCIÓN A PROFESIONISTAS	04/04/2018	ROSA MARÍA ESTRADA LOERA, DRA. UNIVERSIDAD JUÁREZ DE DURANGO.
9	010210151900117169	TECNOLOGÍA GENERADA	27/03/2018	MADUREZ Y TEMPERATURA ÓPTIMA DE TRASLADO MANTIENEN CALIDAD DE FRUTO E INCREMENTAN VIDA DE ANAQUEL EN MANGO.

