



EFFECTO DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS EN EL CRECIMIENTO DE FRUTOS DE CIRUELA VARIEDAD HORVIN

EFFECT OF CLIMATIC CONDITIONS ON SOME PHYSICOCHEMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE PLUM FRUITS HORVIN VARIETY GROWTH

Mayerlin Orjuela-Ángulo,¹ Javier-Giovanni Álvarez-Herrera,²
Jesús Hernán Camacho-Tamayo³

¹Ingeniera Agrícola, Mag. en Ingeniería Agrícola, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. morjuelaa@unal.edu.co

²Ingeniero Agrícola, Mag. y Dr. en Ciencias Agrarias. Grupo de Investigaciones Agrícolas
(GIA), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
javier.alvarez@uptc.edu.co

³Ingeniero Agrícola, Mag. en Ingeniería Agrícola, Dr. en Ciencias Agrarias. Facultad de Inge-
nería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. jhcamachot@unal.edu.co

Citación: Orjuela-Ángulo, M., Álvares-Herrera, J. y Camacho-Tamayo, J. (2024). Efecto de las condiciones climáticas sobre algunas características fisicoquímicas y fisiológicas en el crecimiento de frutos de ciruela variedad Horvin. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 15(1), 97-113. <https://doi.org/10.22490/21456453.6566>

RESUMEN

Contextualización: las condiciones climáticas son factores determinantes de la calidad de los frutos en el momento de la cosecha y están definidas por las características fisicoquímicas y fisiológicas del fruto.

Vacío de conocimiento: conocer la relación entre diferentes variables que pueden afectar la producción de ciruela variedad Horvin.

Propósito: observar el efecto de las condiciones climáticas sobre algunas características fisicoquímicas y fisiológicas de los frutos de ciruela variedad Horvin desde el cuaje hasta la cosecha.

Metodología: se instalaron termohigrómetros en cada una de las localidades ubicadas a cuatro diferentes altitudes, con el fin de obtener la temperatura y la humedad relativa durante el periodo de observación; por otro lado, la precipitación se midió con pluviómetros instalados en cada una de las localidades. Se retiraron los frutos en diferentes ramas de la parte media de los árboles, en cada uno de los días de estudio.

Resultados y conclusiones: las condiciones climáticas tuvieron gran influencia en el crecimiento y desarrollo del fruto de ciruela; se observaron cambios en cuanto a peso y tamaño de una cosecha a otra en las cuatro localidades estudiadas. Se apreció que las condiciones climáticas de la primera cosecha, especialmente la temperatura y precipitación, estuvieron afectadas por el fenómeno del niño, por lo cual se alcanzó una diferencia entre la temperatura media de 6 °C cada mes; adicionalmente, hubo una diferencia de 19 °C entre el mes más frío y el más cálido, respectivamente, con valores de precipitación media anual de 907,2 mm concentrada en los meses de julio a noviembre. Para la segunda cosecha, la temperatura decreció y se evidenció mayor precipitación en la zona con temperatura media de 7 °C y una temperatura media máxima de 22 °C cada mes, con valores de precipitación media anual de 1100 mm concentrada en los meses de abril a julio.

Palabras clave: calidad del fruto, cosecha, desarrollo, fruto, temperatura

ABSTRACT

Contextualization: Climatic conditions are determining factors of fruits quality at the time of harvesting and are defined by the physicochemical and physiological characteristics of the fruit.

Knowledge gap: knowing the relationship between different variables that can affect the production of the Horvin plum variety.

Purpose: To observe the effect of climatic conditions on some physicochemical and physiological characteristics of plum fruits Horvin variety from its set to harvest.

Methodology: Thermo-hygrometers were installed in each location placed at four different altitudes in order to obtain the temperature and relative humidity during the observation period. Moreover, the precipitation was measured with pluviometers installed at each location. The fruits were removed from different branches of the middle part of the trees on each of the study days.

Results and conclusions: Climatic conditions greatly influenced the growth and

development of plum fruit. Changes in weight and size were observed from harvest to harvest in the four locations studied. It was observed that the climatic conditions of the first harvest, especially the temperature, and precipitation, were affected by the *El Niño* phenomenon. Thus, a difference was reached between the average temperature of 6 °C each month. In addition, there was a difference of 19 °C between the coldest and warmest months, respectively, with average annual precipitation values of 907.2mm concentrated from July to November. For the second harvest, the temperature decreased, and there was more precipitation in the zone with an average temperature of 7 °C, and an average maximum temperature of 22 °C each month with average annual precipitation values of 1100mm concentrated from April to July.

Keywords: Temperature, harvest, fruit quality, development, fruit

RESUMEN GRÁFICO



Figura 1. Diagrama de los procesos del desarrollo del estudio.

Fuente: autores.

1. INTRODUCCIÓN

La ciruela variedad Horvin (*Prunus domestica* L.) es una especie cuyo origen se sitúa en distintas áreas geográficas, destacándose el Cáucaso, Anatolia (Turquía) y Persia (Irán) (Sánchez, 2015; Mirheidari *et al.*, 2020). Dentro del género *Prunus* se distinguen numerosas especies frutícolas denominadas en su conjunto ‘frutas de hueso’ entre las cuales se encuentran *P. domestica* Lindl (ciruelas europeas) y *P. salicina* Lindl (ciruelas japonesas) con diversidad de variedades en cada una de ellas (Batlle *et al.*, 2018). En Colombia, la

producción de ciruela es de gran importancia debido a las altas producciones que se llevan a cabo en el país, siendo este el caso en 2019, donde se produjeron más de 18 mil toneladas de ciruela, ocupando alrededor de 1361 hectáreas (Amado *et al.*, 2021).

El ciruelo es un árbol caducifolio de hasta 7 m de alto, con un tronco que se agrieta conforme envejece y de ramas erguidas; sus hojas son obovadas, elípticas u ova-do-lanceoladas; el tronco posee una corteza pardo-azulada, brillante, lisa o agrie-

tada longitudinalmente, el cual produce ramas alternas, pequeñas y delgadas, algunas veces lisas y glabras, y otras, pubescentes y vellosas (Sánchez, 2015).

Según Villegas (2009), la planta de ciruelo presenta las siguientes características: el sistema radicular tiene raíces largas, fuertes, flexibles, onduladas, poco ramificadas y profundas, las cuales emiten brotes nuevos con frecuencia; las flores son solitarias o germinadas, raramente en fascículos de 3 a 5 con pedicelos glabros o pubescentes de 8 a 15 mm; el fruto es una drupa redonda u oval recubierta de una cera blanquecina denominada pruina, presenta un color amarillo, rojo, negro o violáceo y posee un pedúnculo mediano y vellosos, en su interior, se encuentra un hueso oblongo y comprimido, algo áspero, que contiene en su interior la semilla del fruto. Como lo manifiesta Medina-Torres (2000), se han propuesto diversos parámetros para determinar la madurez de las ciruelas en la recolección, siendo los más usuales, el color de la epidermis y la dureza de la pulpa. Respecto a la fisiología de su maduración, las ciruelas han sido tradicionalmente clasificadas como frutos climatéricos (Sánchez, 2015; Motyleva *et al.*, 2021).

Según la FAO (2002), a través de los años, los agricultores han desarrollado una serie de métodos para alterar las condiciones medioambientales de sus cultivos,

para anticipar y mejorar la calidad de la producción. Las características climáticas de una zona deben analizarse en relación con las necesidades de las plantas que se intentan cultivar; las heladas destruyen a las especies de estación cálida; las temperaturas por debajo de 10 a 12 °C, durante una serie de días consecutivos, afectan el comportamiento y condicionan la productividad tanto cualitativa como cuantitativamente. La latitud del lugar y la estación del año condicionan las necesidades de fotoperíodo de los cultivos, y está ligada a la duración de la noche más que a la del día; la temperatura del suelo es un factor medioambiental determinante; asimismo, se menciona que hay un valor umbral mínimo de temperatura del suelo fijado aproximadamente en 15 °C (FAO, 2002).

Las investigaciones que se han llevado a cabo en cultivos de ciruela incluyen trabajos en caracterización fisicoquímica del crecimiento y desarrollo de los frutos (Parra-Coronado *et al.*, 2006), junto con estudios del efecto de las condiciones climáticas y de cultivo sobre los procesos fisiológicos de la planta o ecofisiología (Perea *et al.*, 2010). Por lo tanto, para el presente trabajo, se tuvo como objetivo determinar la influencia de las condiciones climáticas de cultivo sobre la calidad en cosecha de los frutos de ciruela variedad Horvin, cultivados en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá, Colombia).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y caracterización de las zonas de estudio

Las muestras de fruto se recolectaron durante el período comprendido entre el cuaje de fruto y la cosecha, durante dos cosechas, en cuatro localidades ubicadas a diferente altitud en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá, Colombia). Las diversas actividades de manejo de cultivo fueron iguales para las cuatro localidades, con el fin de garantizar condiciones similares. La localidad 1 (vereda Tejar Alto) se encuentra ubicada en las coordenadas $5^{\circ} 21' 25,61''$ N y $73^{\circ} 27' 41,51''$ O, a una altitud media 2449 m s.n.m.; la localidad 2 (vereda Tejar Bajo) a $5^{\circ} 20' 32,79''$ N y $73^{\circ} 27' 47,41''$ O y altitud media 2285 m s.n.m.; la localidad 3 (vereda Tejar Bajo) a $5^{\circ} 20' 21,33''$ N y $73^{\circ} 27' 49,32''$ O y altitud media 2215 m s.n.m.; la localidad 4 (vereda Tejar Bajo) a $5^{\circ} 20' 17,56''$ N y $73^{\circ} 27' 453,85''$ O y altitud media 2195 m s.n.m. La región de estudio se caracteriza por lluvias tipo monomodal.

Las variables climáticas de las localidades estudiadas fueron tomadas en los años 2015 y 2016. Los datos meteorológicos registrados para el estudio corresponden a temperatura, humedad relativa y precipitación en las cuatro localidades, para lo cual se utilizaron termohigrómetros RTH 10 (Extech Instruments, MA, USA), con capacidad de almacenamiento hasta de

16.000 datos de humedad relativa (HR) y 16.000 datos de temperatura en las escalas de medición de 0 a 100% de HR y -40 a $+70$ °C, los cuales registraron datos cada 10 min. La información correspondiente a precipitación se calculó con pluviómetros de 50 mm de capacidad, instalados en el centro de cada una de las localidades de observación. Para el estudio se seleccionaron árboles ubicados en la parte central de cada localidad, con el fin de evitar el efecto de borde.

Diseño experimental y toma de muestras

Para la investigación se marcaron 10 árboles por surco y dos surcos por localidad, para un total de 80 árboles evaluados durante dos periodos diferentes de producción (año 2015 y 2016). Para el estudio de la variación del crecimiento (tamaño y peso) y de las características fisicoquímicas y fisiológicas, se tomó un fruto al azar por árbol cada dos semanas a partir del día 17 (cuaje), cuando los frutos tuvieron suficiente tamaño para poder realizar los respectivos análisis, y hasta la cosecha.

Variables medidas

Las variables medidas corresponden a la variación del peso, longitud mayor del fruto (Da), intensidad respiratoria y color

(Hue), las cuales se evaluaron a los 17, 32, 47, 62, 77 y 92 días a partir de la formación inicial del fruto de ciruela variedad Horvin, tomando un fruto de cada árbol, en diez arboles de cada localidad, para cada muestreo.

Las variables de crecimiento medidas en el estudio fueron: variación de la masa fresca individual del fruto (g), mediante el uso de una balanza electrónica PC2000 (Mettler, USA), precisión 0,01 g; el diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto (mm), se determinó con un calibrador manual (KANON Vernier, USA) con rangos desde 6" / 150 mm hasta 24" / 600 mm con graduaciones de 1/20 mm a 1/128", 1/20 mm a 1/1000", 1/50 mm, con cuatro formas de medición y precisión de 0,01 mm. La variación de la firmeza de la cáscara y de la pulpa del fruto, se determinó tomando una lectura por fruto mediante el uso de un texturómetro Broofield CT3-4500 (Broofield Engineering, Middleboro,

MA, USA) con sonda TA39 (de 2 mm de diámetro) y precisión de $\pm 0,5\%$.

El color de la epidermis del fruto de ciruela variedad Horvin (**ángulo** Hue; °h) se estableció utilizando un colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta, Ramsey, NJ, USA).

Para la medición de sólidos solubles totales (SST) se aplicó la norma NTC 4624 (Icontec, 1999a) y se utilizó un refractómetro Eclipse (Bellingham Stanley, Tunbridge Well, UK) con escala de 0 a 32 y precisión de 0,2 °Brix. La cuantificación de acidez total titulable (ATT) se determinó siguiendo la norma NTC 4623 (Icontec, 1999). La relación de madurez (RM) se calculó a partir de la relación entre los sólidos solubles totales y la acidez total titulable (SST/ATT) (Parra-Coronado, 2014). Las condiciones climáticas registradas en cada una de las localidades durante los períodos de estudio (dos cosechas en dos años consecutivos), se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones climáticas de las localidades durante el desarrollo del fruto de ciruela.

Cosecha/ Localidad	Días ¹	A ²	T ³	HR ⁴	P ⁵	Da ⁶	Fertilidad ⁷	
1	1	82	2449	16,70	64,5	44,4	1,79	Aceptable
	2	79	2285	18,54	68,3	25,5	1,61	Buena
	3	85	2215	20,50	70,2	29,5	1,80	Aceptable
	4	81	2195	21,34	73,8	39,5	1,76	Buena

2	1	77	2449	16,12	62,8	293,2	1,79	Aceptable
	2	81	2285	18,36	67,8	303,8	1,61	Buena
	3	82	2215	19,11	69,8	379,9	1,80	Aceptable
	4	82	2195	19,07	70,7	345,8	1,76	Buena

Fuente: autores. ¹Días calendario transcurridos desde cuajamiento de fruto hasta cosecha. ²A Altitud de cada localidad observada (m s.n.m.). ³T Temperatura media desde cuajamiento de fruto hasta cosecha (°C). ⁴HR Humedad relativa media desde cuajamiento de fruto hasta cosecha (%). ⁵P Precipitación media acumulada desde cuajamiento de fruto hasta cosecha (mm). ⁶Densidad aparente encontrada en cada localidad (g/cm³). ⁷ Datos de Fertilidad de acuerdo con el análisis de suelo reportado por el Instituto Agustín Codazzi para cada localidad (2005).

Análisis estadístico

Para analizar el comportamiento de cada una de las variables se utilizó el programa estadístico IBM-SPSS v.22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), realizando con este, el análisis de correlación para las variables anteriormente descritas; los datos fueron

evaluados mediante estadística descriptiva, considerando la desviación estándar como factor de dispersión; adicionalmente, se realizó un análisis de varianza, para determinar diferencias entre las localidades y posterior comparación de medias, a través de una prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento del fruto

El crecimiento del fruto de ciruela variedad Horvin se caracteriza por presentar tres etapas diferentes: un crecimiento lento hasta el día 47 a partir del cual la tasa de crecimiento decrece hasta el día 62; desde este día y hasta el día 92 (madurez fisiológica), los frutos tienen una mayor tasa de crecimiento, lo cual es acorde con la teoría de crecimiento en frutos de hueso de crecimiento sigmoideal doble (Guerra y Rodrigo, 2021).

El peso que el fruto gana (Figura 2), a partir del día 62 con respecto al peso final oscila entre 32% y 58% para la localidad 1, mientras que para la localidad 2 está ganancia oscila entre el 25% y 42%, para la localidad 3 entre 45% y 62% y para la localidad 4 entre 45% y 65%; este comportamiento es similar en otros frutos como lo señalan Parra-Coronado *et al.* (2006), donde se evidencia la necesidad de hacer una recolección en el momento apropiado, para que el rendimiento y los ingresos del productor no se vean afectados.

Los resultados de esta investigación indicaron que los frutos que se cosechan a una altitud mayor y menor (localidades 1 y 4), alcanzan un tamaño y peso mayores que los producidos a altitudes medias (localidades 2 y 3) tal como lo muestra la Figura 2; esto concuerda con estudios realizados

para otros productos como la feijoa (Parrá-Coronado, 2015). La segunda cosecha de las localidades 2 y 4, presentó un comportamiento totalmente atípico debido probablemente al periodo de transición hacia el fenómeno de ‘la niña’, cuya precipitación fue de 114,22%.

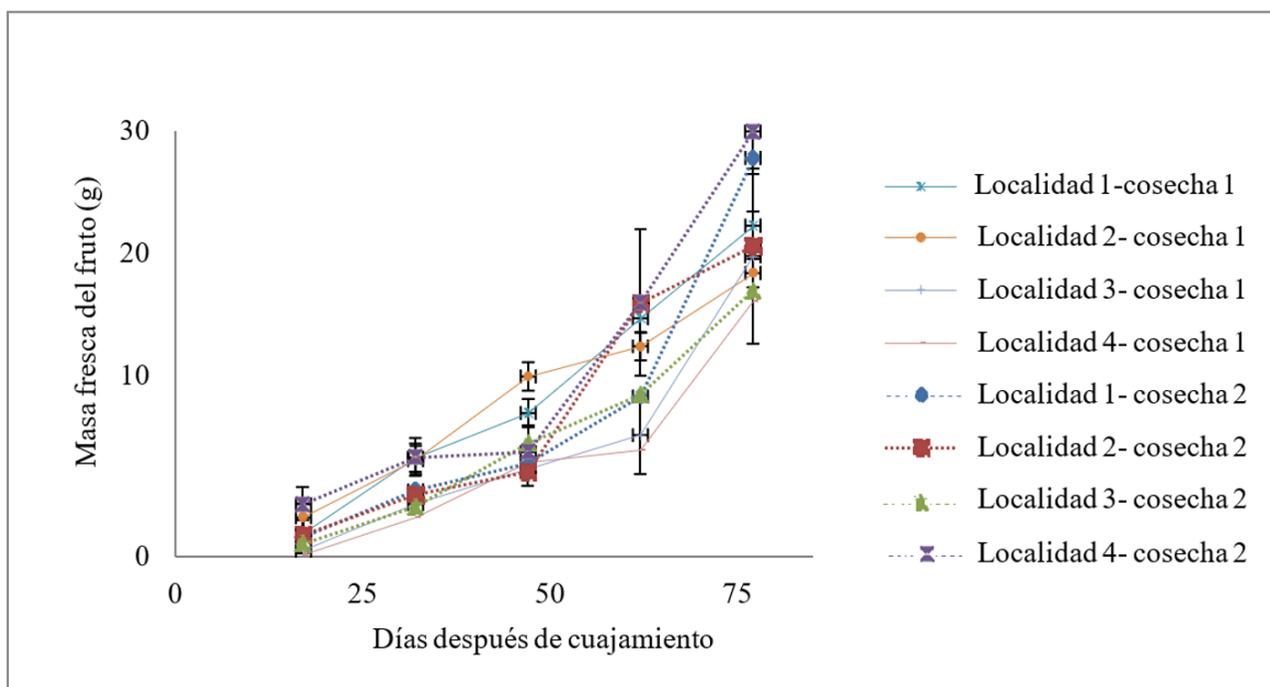


Figura 2. Variación de la masa fresca desde cuaje hasta cosecha del fruto de ciruela variedad Horvin para las cuatro localidades, las barras representan la desviación estándar.

Fuente: autores.

En la Figura 2 se observa que la masa fresca del fruto de ciruela en el momento de cosecha es superior para aquellos frutos que se producen a menor altitud, requiriendo un mayor número de días calendario y mayor tiempo térmico. Estos resultados concuerdan con Fischer *et al.* (2007) quienes encontraron que el desarrollo en uchuva era más prolongado (75 días), a 2690 m s.n.m. comparado con 66 días a

2300 m.s.n.m., incremento que fue relacionado con la menor temperatura en el sitio de mayor altitud (Fischer *et al.*, 2019).

La menor masa y tamaño en frutos de ciruela, al momento de la cosecha (Tabla 2), se produjo en condiciones de altitud media, ya que cuando los organismos vegetales están expuestos a mayor radiación solar, estos van a manifestar una mayor

tasa de transpiración, lo que desencadena un prolongado transporte de agua y nutrientes como lo indican Fischer *et al.* (2019) y Khalili *et al.* (2020), pues afirman

que la temperatura es una función de la longitud del día y tiene una estrecha relación con el crecimiento de las plantas.

Tabla 2. Análisis de frutos de ciruela variedad Horvin recién cosechados en diferentes zonas del municipio de Nuevo Colón.

Finca	¹ Peso	² IR	³ SST	⁴ Acidez
Localidad 1-1	22,84 ^b	53,40 ^d	9,20 ^a	0,26 ^a
Localidad 2-1	19,60 ^b	117,33 ^a	8,61 ^a	0,27 ^a
Localidad 3-1	21,40 ^b	60,24 ^{cd}	8,22 ^a	0,23 ^a
Localidad 4-1	21,40 ^b	74,06 ^{bc}	9,20 ^a	0,23 ^a
Localidad 1-2	19,60 ^b	25,92 ^e	9,12 ^a	0,23 ^a
Localidad 2-2	19,01 ^b	82,92 ^b	9,89 ^a	0,23 ^a
Localidad 3-2	28,06 ^a	23,52 ^e	8,22 ^a	0,31 ^a
Localidad 4-2	29,90 ^a	35,25 ^e	9,53 ^a	0,23 ^a

1. Peso (g). 2. Intensidad respiratoria (mg CO² kg⁻¹ h⁻¹). 3. Sólidos solubles totales (°Brix). 4. Acidez Total Titulable. **Fuente:** autores.

El diámetro y la longitud presentan la misma tendencia de un comportamiento ascendente (Tabla 1), a medida que el peso aumenta se espera que el diámetro también aumente, como lo manifiesta Parra-Coronado *et al.* (2006) en frutos de ciruela variedad Horvin.

Intensidad Respiratoria (IR)

A medida que el fruto se desarrolla, la IR va disminuyendo hasta la senescencia. En la Figura 2, se observa que la localidad 1 tiene una IR más elevada con una tasa de 871,14 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO² y se mantiene la

tendencia en la localidad 2 y 3 con valores 863,77 y 867,06 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO² respectivamente, lo cual concuerda con Medina-Torres (2000), quien afirma que, las ciruelas son frutos climatéricos, capaces de proseguir la maduración aun después de la recolección, ya que la mínima actividad respiratoria coincide con la madurez de cosecha y durante el proceso de maduración de las ciruelas ocurren cambios de color en la epidermis y en la pulpa, asimismo, el contenido de, SST aumenta y la ATT disminuye. El menor valor de IR ocurre en la localidad 3, lo que concuerda con los datos registrados de peso y tamaño.

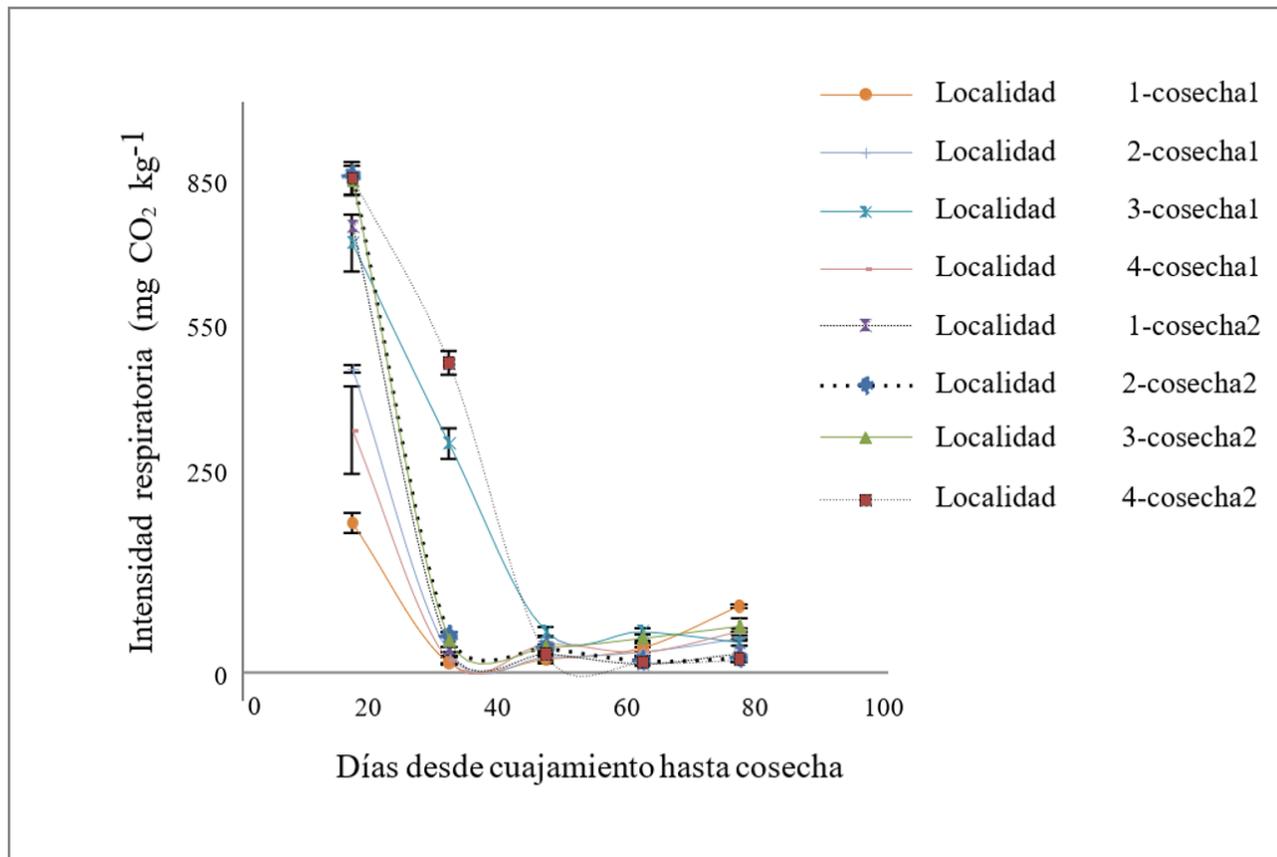


Figura 3. Variación de la intensidad respiratoria (IR) desde cuajamiento hasta cosecha del fruto de ciruela variedad Horvin para las cuatro localidades, las barras representan la desviación estándar.

Fuente: autores.

Relación de Madurez (RM)

La RM presenta una tendencia de crecimiento a través del tiempo (Figura 3); según Álvarez-Herrera *et al.* (2021): “a medida que el fruto crece, la RM aumenta. Este comportamiento se explica porque los SST aumentan y la ATT disminuye a medida que el fruto de ciruela variedad Horvin se desarrolla”.

Los SST aumentan y la ATT disminuye en los frutos de ciruela, en las dos cosechas y

en las cuatro localidades. A medida que el fruto se desarrolla, se observa a partir del día 17 un leve crecimiento (Figura 3), pero entre el día 50 y 60 se presenta un crecimiento con mayor pendiente; ocho días aproximadamente antes de alcanzar la madurez fisiológica se obtiene la mayor masa en fresco para la primera cosecha en la localidad cuatro, mientras que para la segunda cosecha de esta misma localidad se obtiene el menor valor (45,47 y 34,30 respectivamente), lo que explica el aumento del metabolismo en el fruto, ya que la

relación de madurez es muy importante. Al respecto, Álvarez-Herrera *et al.* (2015) mencionan que la cosecha tardía limita la conservación debido a que los frutos son más susceptibles a daños mecánicos y a la invasión de microorganismos, así como a la incidencia de desórdenes fisiológicos

como lo son el pardeamiento y decaimiento interno. De igual manera, la fruta desarrolla un aroma y sabores extraños; adicionalmente, la textura de la pulpa se torna harinosa, lo que implica que la madurez de cosecha sea más crítica cuando la fruta es comercializada en mercados distantes.

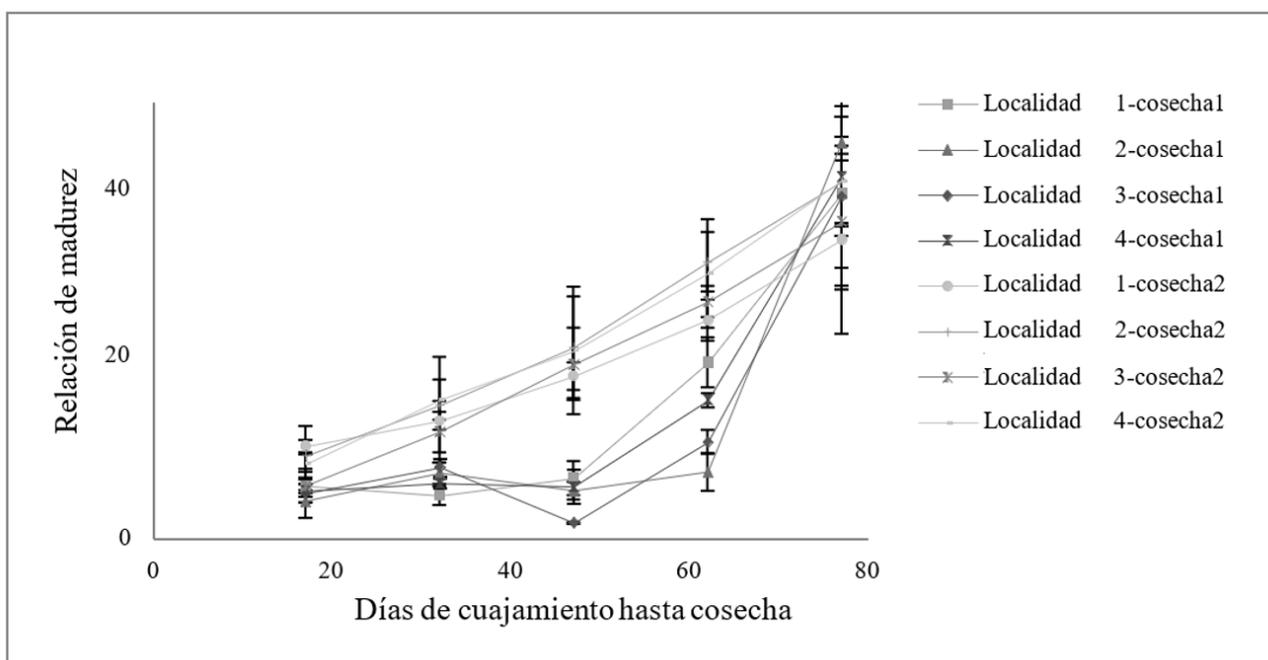


Figura 4. Variación de la relación de madurez (RM) desde cuajamiento hasta cosecha del fruto de ciruela variedad Horvin para las cuatro localidades, las barras representan la desviación estándar.

Fuente: autores.

Cambio de color

El ángulo Hue ($^{\circ}h$) en los frutos de ciruela no presentan una tendencia predecible en su comportamiento, se presentaron variaciones significativas en la cosecha uno (localidad: 1, 2, 3, 4), mientras que en la cosecha dos el comportamiento fue más uniforme. En el día 35, el ángulo es mayor debido a que la coloración cambia de

verde a amarillo, luego toma un color con pigmentos rosados y por último pasa a rojo, lo que representa una buena aproximación en el cambio de tonalidad (Hernández *et al.*, 2007). El $^{\circ}h$ mostró valores bajos ($45,99^{\circ}$) en la localidad uno, mientras que en la localidad cuatro fue mayor ($108,2^{\circ}$); los valores de las localidades dos y tres fueron intermedios.

Análisis de correlaciones

El análisis de correlaciones muestra que a medida que la masa fresca del fruto de ciruela variedad Horvin aumenta (Tabla 3), también lo hace su longitud ($r=0,80$) y RM ($r=0,81$), mientras que disminuyen

las variables de IR ($r=-4,79$), Angulo Hue ($r=-0,56$) y la ATT ($r=0,137$), lo que concuerda con lo enunciado por Parra-Coronado (2006) para el fruto de pera, y López (2018) para la guayaba. Los demás datos muestran una correlación mínima que pueden tener poca interacción.

Tabla 3. Matriz de correlación de variación de las características fisicoquímicas y fisiológicas durante el crecimiento del fruto de ciruela para las cuatro localidades

	Peso ¹	Da ²	IR ³	°Hue ⁴	SST ⁵	RM ⁶	ATT ⁷
Peso	1,000						
Da	0,801	1,000					
IR	-0,516	-0,717	1,000				
°Hue	-0,566	-0,467	0,137	1,000			
SST	0,296	0,498	-0,268	-0,268	1,000		
RM	0,815	0,761	-0,448	-0,448	0,569	1,000	
AT	0,137	0,039	-0,210	-0,210	-0,255	-0,014	1,000

Nota: 1. Masa fresca. 2. Diámetro. 3. Índice respiratorio. 4. Ángulo Hue. 5. Sólidos Solubles Totales. 6. Relación de Madurez. 7. Acidez Total Titulable. **Fuente:** autores

Características fisicoquímicas en la cosecha

El análisis de varianza muestra que se presentan grandes diferencias estadísticas para las variables $^{\circ}h$ y longitud, entre las localidades y las cosechas medidas (Tabla

4), lo que indica que estas variables están condicionadas por el clima presentado en cada una de las localidades y por el período de establecimiento de cada cultivo durante el desarrollo del fruto (Fischer *et al.*, 2007; Medina-Torres, 2000).

Tabla 4. Características del fruto de ciruela variedad Horvin en el momento de la cosecha.

Parámetro	Localidad - Cosecha							
	Localidad 1-1	Localidad 1-2	Localidad 2-1	Localidad 2-2	Localidad 3-1	Localidad 3-2	Localidad 4-1	Localidad 4-2
Angulo Hue ¹	60,65 ^a	96,95 ^b	87,24 ^b	99,73 ^b	82,50 ^b	97,97 ^a	103,07 ^b	104,903 ^b
Longitud Da ²	2,34 ^a	7,70 ^{cd}	2,46 ^{ab}	7,04 ^{ac}	1,96 ^{ab}	4,38 ^b	2,36 ^a	4,38 ^d
Peso fresco ³	11,78 ^{abc}	13,15 ^{bc}	11,45 ^{abc}	8,58 ^{ab}	8,17 ^{ab}	10,46 ^{abc}	7,71 ^a	15,25 ^c
IR ⁴	207,42 ^a	205,41 ^a	93,013 ^a	222,60 ^a	138,22 ^a	297,23 ^a	121,93 ^a	191,24 ^a
SST ⁵	5,40 ^a	6,19 ^a	5,66 ^a	5,96 ^a	5,45 ^a	4,5 ^a	5,44 ^a	5,42 ^a
ATT ⁶	0,28 ^{ab}	0,60 ^c	0,29 ^{ab}	0,24 ^a	0,24 ^a	0,69 ^c	0,25 ^a	0,52 ^{bc}

Fuente: autores. ¹Ángulo de color Hue (°h), ²Longitud del fruto (Da) (mm), ³Masa fresca del fruto (g), ⁴Intensidad Respiratoria (IR) (mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂), ⁵Sólidos Solubles Totales (SST) (°Brix), ⁶Acidez Total Titulable (ATT) (%).

En cuanto al °h se observa que hay diferencias entre la localidad 1 y 4 (Tabla 4), para la primera cosecha, pero para la segunda cosecha no muestra diferencias. En la localidad 2 y 3 en la primera cosecha no se manifiestan diferencias, pero sí las hay en la segunda cosecha. Se aprecia la influencia de las condiciones climáticas, específicamente de la precipitación de una cosecha a otra, para todas las localidades. El análisis de medias indica que existen diferencias para la misma localidad entre cosechas, para los parámetros de tamaño, peso y ATT. El peso y el tamaño del fruto

en el momento de la cosecha fueron mayores para los frutos obtenidos en la segunda cosecha, en todas las localidades, lo que corresponde a los periodos de más alta precipitación.

La comparación de medias (Tabla 4) muestra que la IR y la concentración de SST no mostraron diferencias estadísticas en el momento de la cosecha para las localidades estudiadas, indicando que, probablemente, estos parámetros no serán afectados por las condiciones climáticas prevalecientes en el cultivo.

4. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las condiciones climáticas de cada localidad como humedad relativa, temperatura media y precipitación, influyen en el desarrollo del fruto de ciruela variedad Horvin, y se manifiestan principalmente en variables como peso, ángulo Hue y relación de madurez.

El análisis de correlaciones muestra que a medida que el peso del fruto aumenta, también lo hace el diámetro, la ATT y la concentración de SST; mientras que disminuyen el ángulo Hue y la intensidad respiratoria.

La condición climática que mayor incidencia tuvo en el desarrollo del fruto de ciruela variedad Horvin fue la precipita-

ción acumulada durante el período de estudio en cada una de las localidades evaluadas.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Primer autor: metodología, investigación, análisis de datos, escritura, borrador original. **Segundo autor:** investigación, con-

ceptualización, análisis de datos, revisión. **Tercer autor:** análisis de datos, revisión y edición.

AGRADECIMIENTOS

Ninguno por declarar.

LITERATURA CITADA

Álvarez-Herrera, J. G., Rozo-Romero, X., y Reyes, A. J. (2015). Comportamiento poscosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina* Lindl.) en cuatro estados de madurez tratados con etileno. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 46–59. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3745>

Álvarez-Herrera, J. G., Deaquiz, Y. A., & Rozo-Romero, X. (2021). Effect of Storage Temperature and Maturity Stage on the Postharvest Period of Horvin Plums (*Prunus domestica* L.). *Ingeniería e investigación*, 41(2), 1-9. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n2.82530>

Amado, A. M. S., Montañéz, G. A. P., y Viasús, A. C. (2021). La planificación de cosecha en ciruela variedad Horvin, es-

tudio de caso. Tuta, Boyacá, Colombia. *Criterio Libre*, 19(34), 126-145. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2021v19n34.7929>

Batlle, I., Iglesias, I., Cantin, C. M., Badenes, M. L., Ríos, G., Ruiz, D. y García-Brunton, J. (2018). Frutales de hueso y pepita. Influencia del cambio climático en la mejora genética de plantas. *Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca, Región de Murcia*, 1, 77-130.

Fischer, G. Ebert, G. & Lüdders, P. (2007). Production, seeds and carbohydrate contents of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits grown at two contrasting Colombian altitudes. *Journal of*

- Applied Botany and Food Quality*, 81(1), 29-35.
- Fischer, G., Camacho-Tamayo, J. H. C., y Coronado, A. P. (2019). Influencia de las condiciones climáticas de cultivo en la calidad en cosecha y en el comportamiento poscosecha de frutos de Feijoa. *Tecnología en Marcha*, 32(8), 86-92.
- Guerra, M. E., y Rodrigo, J. (2021). Aclareo de frutos en función del establecimiento del cuajado en ciruelo japonés. *Revista de fruticultura*, 81, 38-43.
- Hernández, M., Martínez, O. & Fernández-Trujillo, J. (2007). Behavior of Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. *Sci. Hortic.*, 111, 220-227. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.029>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. [ICONTEC]. (1999). Norma Técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de Frutas y Verduras. Determinación de la Acidez Titulable. Bogotá. ICONTEC; 6p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [IGAC]. (2005). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Boyaca, subdirección de agrología*. Autor.
- Khalili, H., Hajilou, J., Dehghan, G., & Bakhshi, D. (2020). Assessing Quality Characteristics of Green Gage (*Prunus domestica* L.) Genotypes at Different Harvest Times. *International Journal of Fruit Science*, 667-681. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1667288>
- López, A. P. (2018). Propiedades físico-mecánicas y simulación por computadora del daño por impacto en guayaba (*Psidium guajava* L.). *Acta Agrícola y Pecuaria*, 3(1), 14-23.
- Medina-Torres, R. (2000). Fenología y producción forzada de frutales caducifolios bajo condiciones subtropicales. Tesis de Doctorado, Ciencias Agrícolas y forestales. Facultad de Ciencias Agrícolas y Biológicas. Universidad de Colima, México.
- Mirheidari, F., Khadivi, A., Moradi, Y., & Paryan, S. (2020). The selection of superior plum (*Prunus domestica* L.) accessions based on morphological and pomological characterizations. *Euphytica*, 216. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02617-7>
- Motyleva, S., Upadysehva, G., Tumaeva, T., & Kulikov, I. (2021). Stock Influence on Growth, Morphological and Biochemical Leaf Parameters *Prunus domestica* L. En S. Motyleva, G. Upadysehva, T. Tumaeva, & I. Kulikov, *Prunus*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99522>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [FAO]. (2002). Soil carbon sequestration for improved land management. *World soil, reports* 96.
- Parra-Coronado, A., Hernández, J., y Camacho-Tamayo, J. (2006). Estudio de

algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la pera variedad Triunfo de Viena. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(1), 55-59. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100017>

Parra-Coronado, A. (2014). *Efecto de las condiciones climáticas en el crecimiento y calidad poscosecha del fruto de la feijoa (Acca sellowiana (O. Berg) Burret)*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de agronomía, Escuela de posgrados.

Parra-Coronado, A., Fischer, G., Camacho-Tamayo, J.H. (2015). Development and quality of pineapple guava fruit in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia. *Bragantia, Campinas*, 74(3), 359-366 p. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0459>

Perea, M. Fischer, G. Miranda, D. y Tirado, A. (2010). *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales*. Universidad Nacional de Colombia.

Sánchez, D. (2015). *Influencia de la temperatura en etapas poscosecha sobre la calidad de diferentes variedades de ciruela*. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.

Villegas, C. (2009). El cultivo del ciruelo. Proyecto Planton- Pacayas. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0983.pdf>

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



Licencia de Creative Commons

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.

