

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO, QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y SENSORIAL EN RACIMOS Y BAYAS DE UVAS DURANTE DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

EVALUATION OF THE PHYSICAL, CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY BEHAVIOR OF GRAPE BUSHES AND BERRIES DURING DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES

Ronny Quintero Pincay¹, Cecilia Valle Lituma², Cecibel Alava Pincay³, Richard Baque⁴

{ronny.quintero.pincay@uagraria.edu.ec¹, cvalle@uagraria.edu.ec², calava@uagraria.edu.ec³, rbaque@uagraria.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 02/02/2026 / Fecha de aceptación: 12/02/2026 / Fecha de publicación: 13/02/2026

RESUMEN: La uva de mesa es considerada como un rubro no tradicional en la región litoral del Ecuador donde su fruto es altamente perecedero y cuya calidad post cosecha depende de condiciones de almacenamiento, especialmente de la temperatura. En la provincia de Santa Elena, donde el cultivo de la vid ha aumentado significativamente en los últimos años, aún mantiene limitaciones técnicas en el manejo post cosecha que afectan la vida útil. En este estudio se analizó el comportamiento físico, químico, microbiológico y sensorial de las variedades Red Glove e Ivory, almacenadas en diferentes temperaturas de almacenamiento (0 °C, 4 °C, 10 °C y al ambiente), durante un periodo de 20 días. Las muestras fueron adquiridas un mercado local de Santa Elena empleando un análisis experimental al azar con arreglo factorial. Se evaluaron variables como pérdida de peso de racimos y bayas, pH, sólidos solubles totales (Brix), acidez titulable, índice de madurez, recuento de aerobios mesófilos y análisis sensorial. Los resultados indicaron que el almacenamiento a 0 °C permitió disminuir la pérdida de peso, ralentizar los procesos

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-8627-7417>; +593959828117

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-0328-3261>; +593995940384

³Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8253-2283>; +593979359933

⁴Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-6771-3956>; +593990582501

de maduración y mejorar su estabilidad microbiológica en ambas variedades. La variedad Red Glove presentó un comportamiento más estable a esta temperatura, mientras que Ivory mostró mayor deshidratación del racimo, aunque con menor pérdida de peso en sus bayas. Se concluye que el manejo adecuado de la temperatura a 0 °C, es crucial para asegurar la vida útil de la uva de mesa de Santa Elena, por lo que es relevante mejorar la cadena de frío para mejorar la calidad e inocuidad del producto.

Palabras clave: bayas, racimo, uva, postcosecha, temperatura

ABSTRACT: Table grapes are considered a non-traditional crop in the coastal region of Ecuador, where the fruit is highly perishable and its post-harvest quality depends on storage conditions, especially temperature. In the province of Santa Elena, where grape cultivation has increased significantly in recent years, technical limitations in post-harvest handling still affect shelf life. This study analyzed the physical, chemical, microbiological, and sensory behavior of the Red Glove and Ivory varieties, stored at different temperatures (0 °C, 4 °C, 10 °C, and ambient) for 20 days. Samples were acquired from a local market in Santa Elena using a randomized, factorial design. Variables evaluated included bunch and berry weight loss, pH, total soluble solids (Brix), titratable acidity, maturity index, mesophilic aerobic count, and sensory analysis. The results indicated that storage at 0°C reduced weight loss, slowed ripening processes, and improved microbiological stability in both varieties. The Red Glove variety exhibited more stable behavior at this temperature, while Ivory showed greater bunch dehydration, although with less berry weight loss. It is concluded that proper temperature management at 0°C is crucial to ensuring the shelf life of Santa Elena table grapes, making it essential to improve the cold chain to enhance product quality and safety.

Keywords: Berries, bunch, grape, postharvest, temperature

INTRODUCCIÓN

La introducción de la vid en el continente americano ocurrió durante el proceso de colonización europea, consolidándose posteriormente en países con condiciones climáticas templadas y marcada estacionalidad (1). En este contexto, Argentina y Chile se posicionan como los principales productores de uva en América del Sur, destacándose por su alto nivel tecnológico, sistemas de manejo eficientes y cadenas de valor consolidadas que les permiten competir en mercados internacionales (2).

Aunque Ecuador no ha sido reconocido como un país vitivinícola, estudios recientes y experiencias productivas evidencian que el cultivo de la vid posee un alto potencial, especialmente en las provincias de Santa Elena y Loja, debido a sus favorables condiciones edafoclimáticas (3). En el caso de la provincia de Santa Elena presenta condiciones climáticas que permiten obtener hasta dos cosechas anuales, lo que representa una ventaja competitiva significativa frente a otros países productores de la región (4).

De acuerdo con datos de la Asociación de Productores de Uva del Ecuador (APRUEC), el cultivo de la vid ha ido ganando espacio dentro de las actividades productivas de la provincia de Santa Elena, tradicionalmente dominadas por la pesca y el turismo (5). En el año 2019, la producción nacional de uva alcanzó aproximadamente 3,93 millones de kilogramos, concentrada principalmente en dos empresas agrícolas, Pura Vida y Dos Hemisferios. No obstante, esta producción resulta insuficiente para cubrir la demanda interna, la cual supera los 28 millones de kilogramos anuales, generando una alta dependencia de la importación (6).

Ante esta brecha entre la oferta y la demanda, los productores han planteado como visión estratégica la ampliación de las áreas de siembra del cultivo de la vid. Actualmente, en la provincia de Santa Elena se registran alrededor de 38 hectáreas cultivadas, con proyecciones de expansión hasta 90 hectáreas, lo que permitiría incrementar la producción en aproximadamente un 40% (5). Sin embargo, este crecimiento productivo se ve condicionado por ciertas limitaciones técnicas, especialmente en lo relacionado con el manejo del cultivo y, de manera crítica, con los procesos de postcosecha (7).

Diversos autores coinciden en que uno de los principales factores que afectan la competitividad de la uva de mesa en Ecuador es la limitada capacitación técnica de los pequeños y medianos productores en las etapas de cosecha, postcosecha, almacenamiento y comercialización (8). La postcosecha constituye una fase determinante, ya que de ella depende que la fruta conserve su calidad organoléptica, inocuidad y vida útil hasta llegar al consumidor final (9).

En las provincias de Santa Elena y Loja, donde se concentra la mayor producción de uva del país, aún se evidencian deficiencias en la aplicación de técnicas adecuadas de manipulación de los racimos, control de temperatura, conservación y almacenamiento. Estas técnicas, que han sido ampliamente estudiadas y desarrolladas en países productores tradicionales, aún se encuentran en fase de adaptación en el contexto ecuatoriano, lo que ocasiona pérdidas postcosecha, deterioro de la calidad del fruto y afectación de su valor comercial.

Entre las principales problemáticas postcosecha de la uva de mesa se encuentran la pudrición del racimo y la deshidratación del escobajo, fenómenos asociados tanto a un manejo inadecuado durante el desarrollo fenológico como a condiciones de almacenamiento inapropiadas (10). Estas pérdidas no solo afectan la rentabilidad del productor, sino que también limitan el posicionamiento del producto nacional frente a la uva importada.

A pesar de estas limitaciones, el cultivo de la vid representa una oportunidad estratégica para el desarrollo agrícola del Ecuador. La uva posee un alto valor nutricional debido a su contenido de vitaminas, ácido tartárico y polifenoles, compuestos con reconocida capacidad antioxidante y efectos protectores frente a procesos celulares dañinos (11). Estas características incrementan su atractivo en mercados que valoran alimentos funcionales y saludables.

La experiencia del primer viñedo establecido en el país demuestra que es posible producir uva de mesa de calidad comparable a la importada. Los ensayos realizados con variedades como Red Globe, Ivory y Arra 15 ha generado resultados favorables, reforzando la viabilidad técnica del cultivo (1). De igual manera, la cosecha nacional se realiza en meses en los que países como Chile y Estados Unidos no producen, generando oportunidades comerciales estratégicas para el producto ecuatoriano.

En este contexto, la presente investigación experimental se orienta a ampliar el conocimiento sobre la vida postcosecha de dos variedades de uva de mesa, Red Globe e Ivory, cultivadas en la zona de Santa Elena, específicamente en el sector San Juan del Morro. El estudio evalúa el comportamiento físico, químico, microbiológico y sensorial de estas variedades bajo diferentes temperaturas de almacenamiento, con el fin de generar información técnica que contribuya a la reducción de pérdidas postcosecha y a la mejora de la calidad del producto. Finalmente se hipotetiza que el almacenamiento postcosecha de los frutos a 0 °C puede minimizar la degradación de componentes fenólicos, pérdida de firmeza y variación en la coloración de las bayas en relación con las almacenadas a 4 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las uvas

Se caracterizaron los racimos y bayas de uvas de mesa de las variedades Red Globe e Ivory, antes y después de ser almacenadas. En ambas etapas se evaluaron el comportamiento de los racimos y bayas durante 20 días con tres diferentes temperaturas, incluyendo el testigo con temperatura ambiente (0 °C, 4 °C, 10 °C, y testigo), esto con el propósito de evitar que la fruta sufra algún daño, físico, químico y microbiológico durante su transportación.

Las uvas fueron obtenidas del mercado de la provincia de Santa Elena, en las cercanías de la comuna El Azúcar, ubicada al sur de la provincia. Las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente y trasladadas al laboratorio para su análisis.

Determinaciones analíticas: física, química, microbiológica, sensorial

Determinaciones Físicas

Estas determinaciones fueron realizadas con variaciones de peso para cada muestra de racimos y bayas, y diferencia de grados Brix en bayas durante los días 5, 10, 15 y 20. La pérdida de peso fue calculada basada en la ecuación 1:

$$\Delta M = \frac{m_t - m_0}{m_0} \quad (1)$$

Donde ΔM es variación de peso en gramos en un tiempo dado; m_t es el peso de muestra al final en gramos, y m_0 es el peso inicial de la muestra en gramos.

La medición de grados Brix fue a través de un refractómetro de escala 0 a 90% (ATC, Zuzi.HPDO10, Vidrafoc, China)

Coloración de racimos y bayas

La coloración del racimo se determinó visualmente en el momento del almacenamiento, definiéndose cuatro categorías: rojo oscuro (1), rojo (2), rojo claro (3) y color pobre con presencia de bayas verdes (4) para la variedad Red Globe; y para Ivory la escala de coloración fue Verde (1), Verde a Ámbar (2), Ámbar a Verde (3), Ámbar (4).

Determinaciones químicas

Las características químicas determinadas fueron de pH, acidez titulable, e índice de madurez, evaluadas periódicamente durante 20 días.

Para el pH se utilizó un pH-metro con sustancias buffer (PH-02 Lite, Biomed instruments, China). Para la acidez fue necesario una solución de hidróxido de sodio y los datos fueron calculados en base a la ecuación 2:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \times C \times F \times 100}{M} \quad (2)$$

Donde V es el volumen del hidróxido de sodio consumido durante la titulación; C es la molaridad del hidróxido de sodio; F es el factor de conversión de acidez del ácido tartárico; y M es la masa del jugo de uva analizada.

Por otra parte, el índice de madurez fue calculado con la ecuación 3 para determinar el concentrado de ácido tartárico que hay en la fruta:

$$\text{índice de madurez} = \frac{\text{Brix}}{\% \text{ Acidez}} \quad (3)$$

Determinaciones microbiológicas

Los microorganismos analizados fueron aerobios mesófilos, aplicando la norma técnica NTE INEN 1529-5:2006 Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.

Estos análisis fueron realizados por un laboratorio de alimentos certificado empleando 500 gramos de cada variedad de uva almacenadas a tres temperaturas (0, 4, 10 °C) y el testigo (temperatura ambiente).

Análisis sensorial

La evaluación sensorial fue realizada a quince individuos no entrenados, los días primero y quince. Los encuestados oscilaron entre 20 a 30 años de edad, entre hombres y mujeres, todos han estado acostumbrados a degustar las uvas de ambas variedades. La encuesta fue

de escala hedónica de cinco puntos, siendo 5 me gusta muchísimo, 4 me gusta mucho, 3 me gusta, 2 no me gusta mucho, y 1 no me gusta. Los parámetros de las características de la fruta evaluados fueron: sabor, color, forma, tamaño, jugosidad, semilla, y piel, las que fueron representadas con un diagrama radial por variedad.

Deducción de la vida útil de postcosecha

Para determinar la vida útil de postcosecha en las dos variedades de uva de mesa se evaluó la temperatura, la humedad relativa, las condiciones de manejo, evitando daños mecánicos y la presencia de microorganismos. Se almacenó a temperaturas de 0, 4 y 10 °C.

La presente investigación en uva empleo una humedad relativa alta (90–95 %) para ayuda a prevenir la deshidratación y el marchitamiento del fruto y pérdida de vida útil. Se monitoreo la uva evitando el crecimiento de hongos, especialmente *Botrytis cinerea*.

Análisis estadístico

Los datos de diferencias de peso del racimo y bayas y Brix de bayas obtenidos desde el primer hasta el vigésimo día fueron analizados por Tukey (ANOVA) con un nivel de significancia (P-value <0.05), a través del programa INFOSTAT versión estudiantil, teniendo en cuenta las variables de temperatura de almacenamiento y las dos variedades de uvas.

RESULTADOS

Determinaciones analíticas: física, química, microbiológica, sensorial

Determinaciones físicas

A. Variaciones de peso de racimo

En las variaciones de pesos de los racimos de uvas que superaban los 222 gramos de pérdida, se presentó para la variedad Ivory a 4 °C, esto podría deberse a la deshidratación que se produce a esta temperatura, así como a la humedad relativa y al tiempo de almacenamiento en que fue expuesta (ver Tabla 2).

El análisis de varianza de las medias de datos correspondiente al peso del racimo al primer día, dio un coeficiente de variación (CV) 36,58%, hay que recordar que se aplicó técnica de transformación logarítmica, por lo tanto, el CV cambió a 6.85%. entre las medias, la mayor valoración obtuvo fue Ivory 4 °C 566 g, seguida de Red Globe 0 °C 544.33 g, y finalmente la Ivory Testigo con una media menor 262.67 g.

Al quinto día, al pesar los racimos, se obtuvo un coeficiente de varianza de C.V 37,35% con la transformación de valores se llegó a 7,00 %. Sin embargo, no se encontraron diferencias

significativas, el valor mayor de la media resultó para Red Globe 0 °C 540 g, e Ivory 4 °C 528.67 g, siendo la menor media para Ivory Testigo 246.33 g.

Al décimo día, el CV fue muy elevado del rango 38,19%, por lo que se aplicó una técnica de transformación (Long 10), cambiando a un coeficiente normal 7.19 %, sin encontrar diferencias significativas. La variedad Red Globe 0 °C obtuvo mayor valoración 529.33 g, y la Ivory Testigo con menor media 232.33 g.

Al décimo quinto día, el CV fue muy alto 38,82% por lo que con la transformación de Long 10 se logró bajarlo hasta 7,40%, determinando que no se encontraron diferencias significativas. Las valoraciones de media alta fue para Red Globe 0 °C 519.67 g, contrario a Ivory Testigo con media baja 222. Llegando al día veinte, el CV fue de 7.36 g estando dentro del rango establecido, por lo que no se encontraron diferencias significativas. La media alta fue para Red Globe 0 °C 500.67 g, y media baja para Ivory Testigo 210 g.

B. Variaciones de peso de bayas

Respecto a las variaciones de peso en bayas, desde el primer día su comportamiento fue muy similar en ambas variedades, siendo la Ivory la que registró peso un poco bajo. Hasta el último día, la Red Globe al 0 y 10 °C e Ivory 0 °C perdieron \geq a 4 gramos (ver tabla 1).

Respecto al análisis de varianza, para el primer día el CV fue 15.75 %, sin mostrar diferencias significativas en medias. El valor mayor de media fue para Red Glove 0 °C 10.67 g, y el menor para Ivory 4 °C 7.33.

Para el quinto día el CV fue 9.38 %, los datos indican diferencias significativas en las diferentes temperaturas, siendo el valor mayor de media para Red Globe 0 °C 10 g, y el menor valor para Ivory 4 °C 6.75 g.

El CV para el décimo día fue de 13.93 %, siendo el valor mayor de media para Red Globe 0 °C 10 g, y el menor valor para Ivory 4 °C 5.67 g. Los días décimo quinto y vigésimo, los CV fueron 15.07 % y 13.38 % respectivamente. Los valores de medias mayores fueron para Red Globe 0 °C 7.67 y 6.67 g, y menores para Ivory 5.33 g e Ivory 10 °C 4.67 g respectivamente.

Tabla 1. Promedios de pérdidas de peso de racimo y bayas de dos variedades de uvas y tres temperaturas de almacenamiento.

| Racim o | Tratamient o | Temperatur a | Variedad | Pérdida de Peso en gramos | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------|------------|------------------|--------------|
| | | | | Días | | | | |
| | | | | Prime r | Quint o | Décim o | Decimoquint o | Vigésim o |
| T1 | | 0 °C | Red Globe | 543,3 3 | 540 | 529,33 | 519,67 | 500,67 |

| | | | | | | | | |
|--------------|---------|-------|--------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| | T2 | 4 °C | Red Globe | 514,6 7 | 504,6 7 | 487,00 | 469,00 | 438,00 |
| | T3 | 10 °C | Red Globe | 422,6 7 | 409,6 7 | 392,00 | 371,67 | 334,00 |
| | T1 | 0 °C | Ivory | 480,0 0 | 427,6 7 | 409,00 | 386,00 | 350,33 |
| | T2 | 4 °C | Ivory | 566,0 0 | 528,6 7 | 499,67 | 468,67 | 404,67 |
| | T3 | 10 °C | Ivory | 434,3 3 | 408,3 3 | 387,67 | 353,00 | 338,33 |
| | Testigo | - | Red Globe | 351,6 7 | 340,6 7 | 297,67 | 274,00 | 245,33 |
| | Testigo | - | Ivory | 262,6 7 | 246,3 3 | 231,33 | 222,00 | 210,00 |
| | E.E | - | - | 94,40 | 91,80 | 89,19 | 85,84 | 78,12 |
| Bayas | T1 | 0 °C | Red Globe | 10,67 | 9,00 | 8,33 | 7,67 | 6,67 |
| | T2 | 4 °C | Red Globe | 9,33 | 9,00 | 8,00 | 7,33 | 6,33 |
| | T3 | 10 °C | Red Globe | 10,33 | 8,33 | 7,67 | 6,67 | 6,00 |
| | T1 | 0 °C | Ivory | 8,00 | 7,33 | 6,67 | 5,33 | 5,00 |
| | T2 | 4 °C | Ivory | 7,33 | 7,00 | 5,67 | 5,33 | 5,00 |
| | T3 | 10 °C | Ivory | 7,67 | 6,67 | 5,67 | 5,33 | 4,67 |
| | Testigo | - | Red Globe | 8,67 | 7,00 | 6,33 | 6,00 | 5,00 |
| | Testigo | - | Ivory | 8,33 | 7,67 | 6,67 | 6,00 | 5,33 |
| | *E.E | - | - | 0,80 | 0,42 | 0,55 | 0,54 | 0,43 |

* E.E.: error estándar

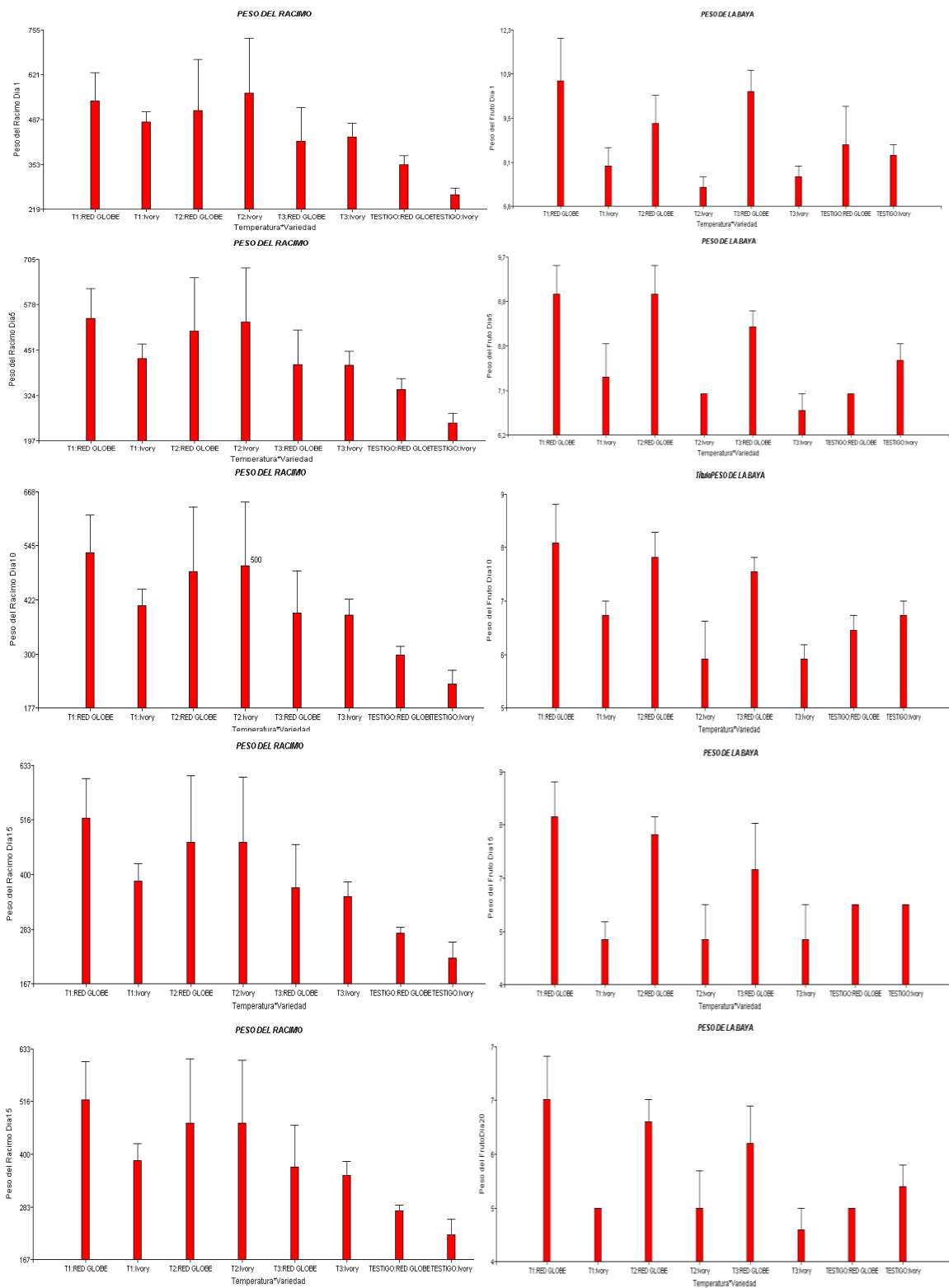


Figura 1. Gráficos estadísticos de promedios de pérdidas de peso en racimo y bayas de dos variedades de uvas a diferentes temperaturas de almacenamiento.

C. Grados Brix

Por otra parte, los grados Brix mostraron valores relativamente bajos desde el primer día en especial para la variedad Red Globe Testigo e Ivory 0 °C. Sin embargo, para Ivory 10 °C, presentó aumento hasta el último día, esto podría deberse a la pérdida de agua que presenta la fruta a esta temperatura, al disminuir su contenido en agua también aumentan los sólidos totales, es decir mayor concentración de sacarosa.

Para el análisis de varianza de medias de Brix para el primer día, no se aplicaron técnicas de transformación de datos puesto que el CV está dentro del rango estadístico 4.82 %, los valores mayores de medias fueron para Ivory 0, 4 y 10 °C.

Para el quinto día el CV fue 14.25 %, siendo el mayor valor de media para Ivory 0 °C 19 Brix, y el menor para Red Globe 0 °C 12 Brix.

El CV para el décimo día fue 15.8 %, siendo el mayor valor de media para Ivory 0 °C 22.33 Brix, y el menor para Red Globe 0 °C 12.67 Brix.

Al décimo quinto día, el CV 14.21 % sin encontrar diferencias significativas, siendo el mayor valor de media para Ivory 0 y 10 °C de 21 y 19.67 Brix respectivamente, y el menor para Red Globe 0 °C 13.00 Brix, aquí se puede observar cómo han aumentado los sólidos totales al incrementar el tiempo de almacenaje a la misma temperatura.

Finalmente, al vigésimo día el CV fue de 12.94 %, sin encontrar significancia entre datos. El mayor valor de media se conserva para Ivory 0 °C 20.33 Brix, 10 °C 20 Brix, y el menor valor cambió ahora para Red Globe 10 °C 13.67 Brix.

Tabla 2. Promedios de Brix en bayas de dos variedades de uvas a diferentes temperaturas de almacenamiento.

| Tratamiento | Temperatura | Variedad | Brix en bayas | | | | |
|-------------|-------------|-----------|---------------|--------|--------|--------------|----------|
| | | | Días | | | | |
| | | | Primer | Quinto | Décimo | Decimoquinto | Vigésimo |
| T1 | 0 °C | Red Globe | 12,67 | 12,00 | 12,67 | 13,00 | 14,67 |
| T2 | 4 °C | Red Globe | 13,33 | 13,33 | 14,00 | 14,67 | 15,00 |
| T3 | 10 °C | Red Globe | 13,67 | 12,33 | 13,00 | 13,33 | 13,67 |
| T1 | 0 °C | Ivory | 15,67 | 19,00 | 22,33 | 21,00 | 20,33 |
| T2 | 4 °C | Ivory | 16,33 | 17,67 | 16,67 | 16,00 | 17,00 |
| T3 | 10 °C | Ivory | 15,67 | 17,33 | 19,33 | 19,67 | 20,00 |

| | | | | | | | |
|---------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Testigo | - | Red Globe | 15,00 | 14,33 | 12,67 | 14,33 | 15,67 |
| Testigo | - | Ivory | 16,00 | 16,33 | 18,00 | 19,00 | 19,00 |
| *E.E | - | - | 0,41 | 1,26 | | 1,34 | 1,26 |

* E.E.: error estándar

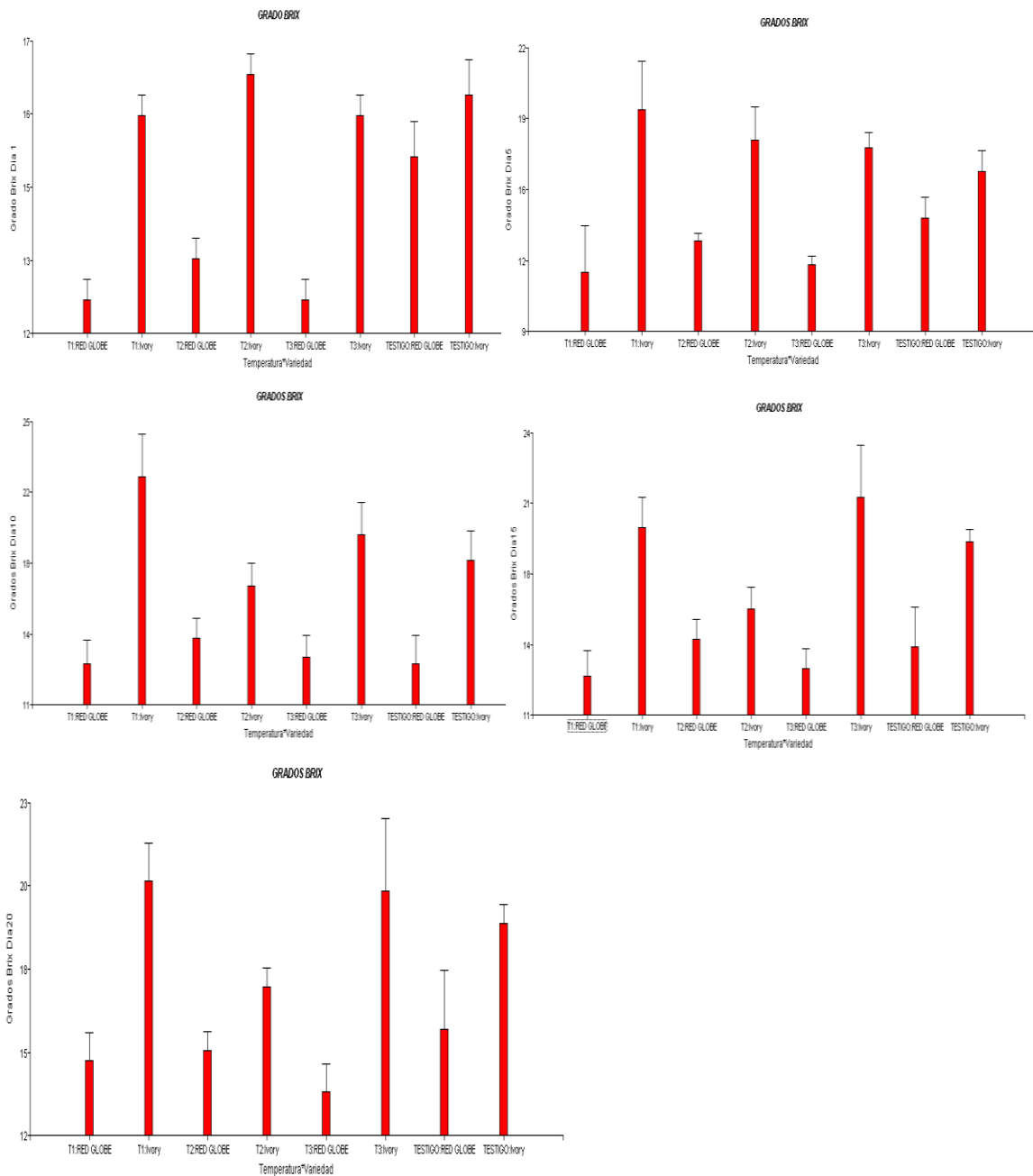


Figura 2. Gráficos estadísticos de promedios de Brix en bayas de dos variedades de uvas a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Coloración del racimo y baya

Esta coloración se puede visualizar en la Figura 3 por cada variedad y día a 0 y 4 °C. Por otra parte, se evidenció la presencia de enfermedades patológicas en los racimos, es decir, al día décimo quinto la aparición de hongos (*Botrytis cinerea*).

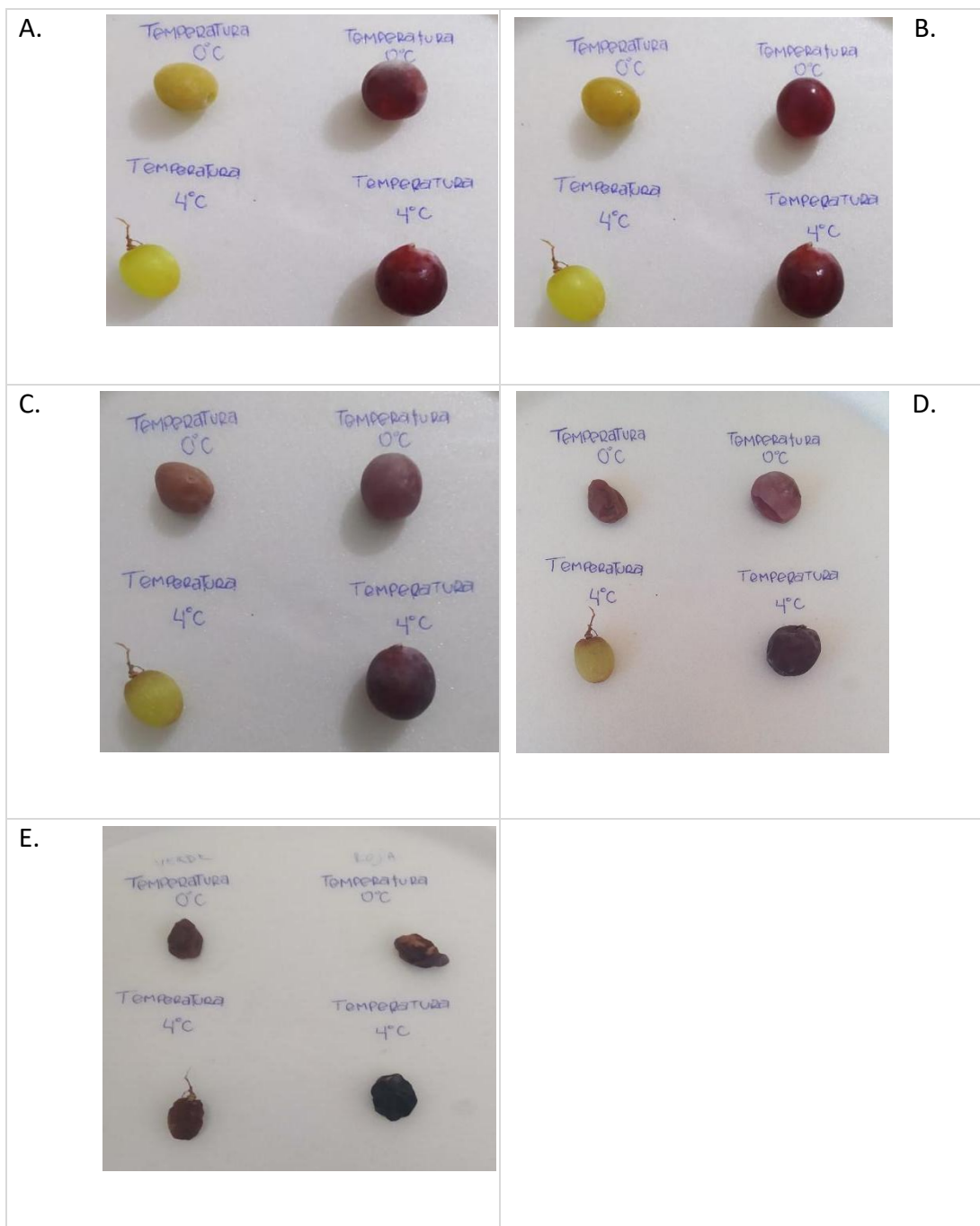


Figura 3. Coloración visual de Ivory y Red Globe a 0 y 4 °C. A. Primer día; B. Quinto día; C. Décimo día; D. Décimo quinto día; E. Vigésimo día.

Determinaciones químicas

A. pH

Para la evaluación del pH de la variedad Ivory 4 °C dio un valor de 4,26 de ph siendo el valor más alto de la evaluación, en la variedad de la Red Globe 0 °C dio un Ph de 3,92 siendo el mayor valor de su variedad. La variedad de Red Globe10 °C obtuvo 3,04 de Ph siendo este el valor menor.

B. Acidez titulable

La evaluación de acidez titulable de la variedad Ivory 0 °C obtuvo 1,18 % siendo la valoración más alta, seguida de la variedad Red Globe 4 °C con una acidez titulable de 1,16%. La variedad de Red Globe 10 °C y 0 °C con 0,57 y 0.58 % obtuvieron menores valores de acidez titulable.

C. Madurez

Los Brix de los tratamientos fueron considerados para los datos de índice de madurez, la variedad que obtuvo mayor índice fue la Ivory 10 °C con 34,99%, seguido de la Ivory 4 °C con 34,42%. Así mismo, las variedades con menores índices de madurez fueron la Red Globe con 15,56% seguido por la Ivory 0 °C con 18,60 %.

Tabla 3. Promedios de determinaciones químicas.

| | S.S. | | Acidez | | | | | |
|-----------------|------|--------|---------------|------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | (Ph) | (Brix) | Vol NaOH (ml) | Concentración NaOH (N) | Cant Analito (ml) | Factor Constante | Acidez titulable | Índice de madurez |
| Red Globe 0 °C | 3,92 | 15 | 105,3 | 0,09803 | 120 | 0,067046 | 0,58 | 26,01 |
| Ivory 0 °C | 4,19 | 22 | 99 | 0,09803 | 55 | 0,067046 | 1,18 | 18,60 |
| Red Globe 4 °C | 3,69 | 18 | 88 | 0,09803 | 50 | 0,067046 | 1,16 | 15,56 |
| Ivory 4 °C | 4,26 | 24 | 106,1 | 0,09803 | 100 | 0,067046 | 0,70 | 34,42 |
| Red Globe 10 °C | 3,04 | 14 | 85 | 0,09803 | 98 | 0,067046 | 0,57 | 24,56 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|----|---------|----|----------|------|-------|
| Ivory 10 °C | 4,1 6 | 23 | 50 | 0,09803 | 50 | 0,067046 | 0,66 | 34,99 |
| Red Globe testigo | 3,7 2 | 14 | 63 | 0,09803 | 69 | 0,067046 | 0,60 | 23,33 |

Determinaciones microbiológicas

Las muestras de Red Globe 4 y 10 °C presentaron en los resultados microbiológicos valores <10 UFC/g lo cual indicó ausencia de microorganismos en una dilución de 1/10. En la Red Globe e Ivory con la temperatura de 0 °C existió presencia de aerobios mesófilos 3X10 UFC/g, para la variedad Ivory 4 °C dio un recuento de aerobios mesófilos de 4x10. La Ivory 10 °C y la Testigo obtuvieron resultados de recuento de aerobios mesófilos superiores en comparación con las demás muestras, estos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis de Aerobios y Mesófilos.

| Variedad | Parámetros | Cantidad | AZLA | SAE | Unidad | Resultados |
|-------------------|--------------------|----------|------|-----|--------|-------------------|
| Red Globe 0 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | *UFC/g | 3x10 |
| Ivory 0 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | 3x10 |
| Red Globe 4 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | <10 |
| Ivory 4 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | 4x10 |
| Red Globe 10 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | <10 |
| Ivory 10 °C | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | 2x10 ² |
| Red globe testigo | Aerobios mesófilos | 500g | SI | SI | UFC/g | 3x10 ² |

*UFC/g: unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

Análisis sensorial

Al primer día, la variedad Red Globe obtuvo mayor aceptabilidad en los parámetros evaluados, de sabor, color, forma, tamaño y la jugosidad con valoración máxima, seguida de los parámetros de semilla y piel. Así mismo la evaluación de parámetros de la Ivory resultó ser muy aceptable con valoración de 5 (me gusta muchísimo) en color, sabor, semilla y la jugosidad, seguido del tamaño, piel y forma con calificación de 4 (me gusta mucho).

Al decimoquinto día, el parámetro de la semilla fue el mejor evaluado, en ambas variedades, más del 88% de los encuestados decidieron que les gusta mucho y al 13% les gusta muchísimo la Red Globe, y al 100% les gusta muchísimo la semilla de la Ivory.

Otros parámetros bien calificados (≥ 4) en especial para la Ivory fueron la jugosidad y sabor, seguido de la piel (44% de encuestados les gusta mucho, 50% les gusta, y 6% no les gusta mucho) y forma (13% les gusta mucho, 81% les gusta, y 6% no les gusta mucho), siendo opuesto a los resultados de color (38% de encuestados les gusta y 63% no les gusta mucho), y tamaño (25% no les gusta mucho y 19% no les gusta).

Por otra parte, la variedad Red Globe en el parámetro de piel, al 6% les gustó muchísimo, 44% les gustó mucho y 44% les gusta; la jugosidad, 13% les gustó muchísimo, 25% les gusta mucho, y 63% les gusta; sabor, 25% les gustó muchísimo, 69% les gusta mucho; tamaño y forma, 6% les gustó muchísimo ambos parámetros, les gustó mucho al 50% la forma y 88% el tamaño; y les gustó al 44% la forma y el tamaño al 6%.

Finalmente, el color de Red Globe al 25% les gustó mucho, 56% les gustó y 19% no les gustó mucho.

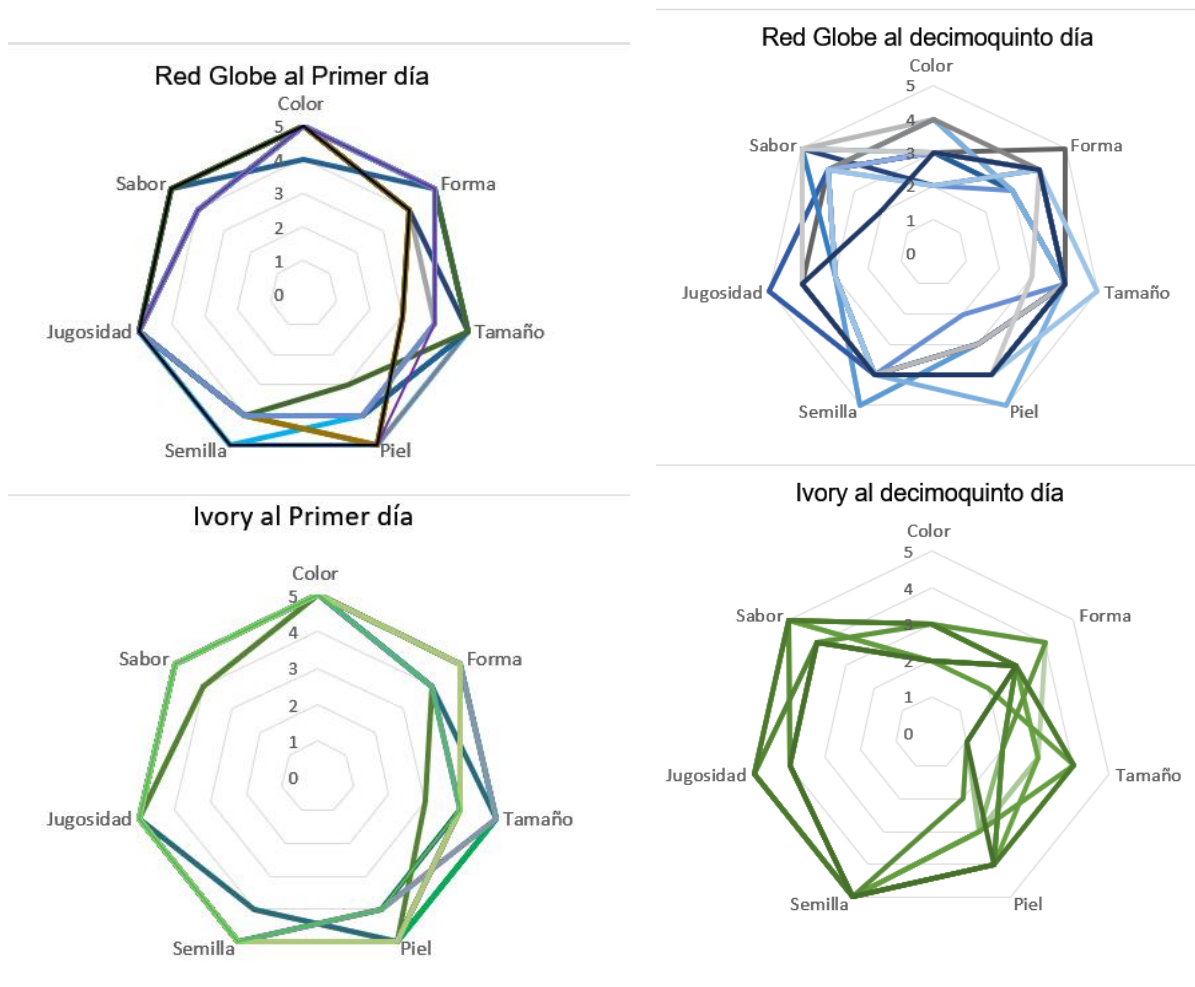


Figura 4. Gráfico radial de la Red Globe e Ivory al primer y decimoquinto día.

Deducción de la vida útil de postcosecha

Se obtuvieron coeficiente de valoración (CV) superior de 40% para las variables del peso del racimo, Grados Brix y el peso de la baya. Por lo que se aplicó los supuestos de normalidad para las variables descritas determinado que las variables poseen una distribución normal e igualdad de varianzas de los datos evaluados cual, se aplicaron la técnica de transformación de datos acordes al Long 10.

DISCUSIÓN

La temperatura de almacenamiento demostró ser un factor determinante en la conservación de la calidad postcosecha de las uvas de mesa, influyendo de manera directa sobre las variables físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales evaluadas. Estos resultados concuerdan con lo reportado en la literatura, donde se establece que el manejo térmico adecuado es clave para prolongar la vida útil de la uva y reducir las pérdidas postcosecha (9,12,17).

La mayor deshidratación del racimo observada en la variedad Ivory almacenada a 4 °C puede atribuirse a la susceptibilidad del escobajo o raquis a la pérdida de agua bajo condiciones de humedad relativa inadecuadas, más que por un fenómeno directamente asociado a la baya. Estudios previos indican que la deshidratación del escobajo es el tejido más sensible al estrés hídrico, es decir uno de los principales factores que afectan la apariencia comercial del racimo, incluso señalan que la pérdida de turgencia del raquis está estrechamente relacionada con el déficit hídrico ambiental y con la interrupción del flujo de agua hacia las bayas después de la cosecha, al interrumpirse el flujo vascular, el raquis actúa como una superficie altamente expuesta a la transpiración, en especial cuando parámetros como la humedad relativa son poco controlados (10,18). En este sentido, aunque la variedad Ivory presentó fragilidad en el racimo, sus bayas mostraron menor pérdida de peso que las de Red Globe, lo que sugiere diferencias estructurales en la cutícula y en la permeabilidad de la epidermis, como ha sido descrito por Crisosto y Kader (13). Este comportamiento sugiere que la deshidratación se concentra en el escobajo y no en el fruto, es decir que la apariencia marchita del raquis puede presentarse aún cuando las bayas conservan su turgencia.

Asimismo, Keller (18) menciona que hay diferencias varietales en el cuerpo del raquis, de manera particular en el diámetro de haces vasculares, grosor de tejidos parenquimáticos y en la capacidad de retención de agua, por lo que estas diferencias estructurales pueden explicar por qué esta variedad Ivory tiene un escobajo con mayor deshidratación postcosecha.

Tal como se mencionó, en el caso de la Ivory el escobajo es el factor predominante y no la densidad estomática de la baya, el escobajo tiene una cutícula más fina y una mayor exposición al ambiente que la baya, así también la deshidratación de este causa un gran impacto visual en la calidad del racimo aun cuando las bayas no registren pérdidas

significativas de peso, sin embargo, los resultados variaron respecto a la variedad Red Globe en bayas (13,14).

Por el contrario, la variedad Red Globe evidenció una mayor pérdida de peso en las bayas durante el almacenamiento, especialmente a temperaturas superiores a 0 °C. Este comportamiento ha sido ampliamente asociado a la transpiración y respiración del fruto, procesos que se intensifican conforme aumenta la temperatura de almacenamiento (9,19). Hay que tener en cuenta que las bayas de uva al poseer pocas estomas funcionales, pierden actividad a medida que avanza la maduración, al ocurrir esto la pérdida de agua en la baya podría ser por difusión a través de la cutícula o por microfisuras en la epidermis. Esto nos deja abiertos a pensar que la cutícula de la Ivory podría ser más gruesa o menos permeable reduciendo la pérdida de agua. La pérdida de agua en las bayas guarda relación directa con el incremento de los sólidos solubles totales, reflejado en el aumento de los grados Brix, fenómeno que ha sido reportado como un efecto de concentración de azúcares debido a la deshidratación parcial del fruto (14).

El incremento de los grados Brix y del índice de madurez observado en la variedad Ivory almacenada a 10 °C coincide con lo señalado por Valverde et al. (15), quienes indican que temperaturas intermedias pueden acelerar los procesos metabólicos, promoviendo la degradación de ácidos orgánicos y el aumento relativo de azúcares (15). Sin embargo, aunque un mayor índice de madurez puede mejorar la percepción sensorial del sabor, también puede comprometer la vida útil del producto especialmente si se acompaña de mayor actividad microbiana. No obstante, este proceso puede comprometer la estabilidad del fruto, ya que una maduración acelerada suele ir acompañada de una mayor susceptibilidad al deterioro fisiológico y microbiológico (20).

Desde el punto de vista microbiológico, el almacenamiento a 0 °C mostró mejores condiciones de estabilidad, al registrar menores recuentos de aerobios mesófilos en ambas variedades. Este resultado es consistente con lo reportado por Cantín et al. (16), quienes señalan que las bajas temperaturas inhiben el crecimiento microbiano y retrasan el desarrollo de patógenos postcosecha como *Botrytis cinérea* (16). Además, el pH más ácido registrado en los tratamientos a 0 °C contribuyó a limitar la proliferación de microorganismos, ya que valores de pH bajos generan un ambiente menos favorable para la proliferación bacteriana y fúngica en la uva de mesa (21).

La aparición de hongos a partir del décimo quinto día de almacenamiento confirma que, aun baja refrigeración, la uva es un fruto altamente percedero y susceptible al deterioro microbiológico si no se mantiene una cadena de frío constante y condiciones óptimas de humedad relativa. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar tecnologías de manejo postcosecha adaptadas a las condiciones locales de Ecuador, donde las pérdidas por deterioro microbiano siguen siendo elevadas.

En cuanto a la evaluación sensorial, los resultados evidenciaron una aceptabilidad general positiva para ambas variedades, especialmente en los parámetros de sabor y jugosidad. Sin

embargo, el deterioro del color y la apariencia externa del racimo, principalmente en la variedad Ivory, influyó negativamente en la percepción del consumidor hacia el final del período de almacenamiento. Diversos autores coinciden en que el color, la integridad del racimo y la ausencia de pudriciones visibles son factores decisivos en la aceptación comercial de la uva de mesa (22).

En conjunto, los resultados obtenidos confirman que el almacenamiento a 0 °C constituye la mejor alternativa para conservar la calidad postcosecha de las variedades Red Globe e Ivory en las condiciones evaluadas. Estos hallazgos aportan información relevante para el fortalecimiento de la cadena productiva de la uva en la provincia de Santa Elena, contribuyendo a la reducción de pérdidas postcosecha y al mejor posicionamiento del producto nacional frente a la uva importada.

CONCLUSIONES

La temperatura de almacenamiento influyó como el factor más determinante en el comportamiento post cosecha para la conservación de las variedades Ivory y Red Glove, logrando influir directamente en la pérdida de peso, los cambios fisicoquímicos como retardar los procesos de maduración, y mantener la integridad microbiológica y la aceptabilidad sensorial. El almacenamiento a 0 °C permitió reducir significativamente la deshidratación, retardar los procesos metabólicos asociados a la maduración y limitar el desarrollo microbiano, lo que se tradujo en una mayor estabilidad general del fruto durante los 20 días de evaluación. Estos resultados evidencian que el manejo térmico adecuado constituye una herramienta clave para prolongar la vida útil de la uva de mesa producida en la provincia de Santa Elena.

Se identificaron diferencias varietales relevantes en el comportamiento postcosecha de las uvas evaluadas. La variedad Red Globe presentó una mayor estabilidad del racimo y de las bayas, con menores pérdidas de peso y valores de pH más bajos, lo que favoreció su conservación microbiológica. En contraste, la variedad Ivory mostró una mayor deshidratación del racimo, particularmente a 4 °C, aunque sus bayas presentaron menor pérdida de peso. Este comportamiento sugiere que la deshidratación observada en Ivory está principalmente asociada a la susceptibilidad estructural del escobajo y no a una mayor pérdida de agua en la baya, lo que resalta la importancia de considerar características anatómicas y fisiológicas específicas de cada variedad en el diseño de estrategias de manejo postcosecha.

Los cambios en los sólidos solubles totales, la acidez titulable y el índice de madurez evidenciaron que temperaturas superiores a 0 °C favorecen la concentración de azúcares y aceleran la maduración, lo cual puede mejorar temporalmente la percepción sensorial, pero compromete la estabilidad del fruto y su vida útil. Asimismo, la aparición de hongos y el incremento del recuento de aerobios mesófilos en tratamientos a temperaturas más elevadas y en el testigo confirman la alta perecibilidad de la uva de mesa y la necesidad de

fortalecer la cadena de frío. En conjunto, los resultados obtenidos aportan información técnica relevante para optimizar el manejo postcosecha de la uva en Santa Elena, contribuyendo a la reducción de pérdidas, al mejoramiento de la calidad comercial y al fortalecimiento de la producción nacional frente a la uva importada. Una mala manipulación acelera el daño mecánico, la tasa respiratoria y reduce significativamente la vida útil de la fruta. La calidad inicial del fruto al momento de la cosecha también influye directamente en su conservación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Agraria del Ecuador por el respaldo otorgado para la realización de esta investigación y por permitir el acceso a sus laboratorios e instalaciones. Asimismo, se destaca el valioso acompañamiento académico del tutor del trabajo de titulación, cuya guía y contribuciones resultaron esenciales para el desarrollo del estudio.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores confirman la ausencia de conflictos de interés de índole financiero, académico o personal que hayan afectado el diseño, los resultados o la redacción de este artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Robinson J. *The Oxford companion to wine*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2015.
2. FAO. *FAOSTAT statistical database*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2022.
3. INIAP. *Caracterización agroclimática para el cultivo de la vid en Ecuador*. Quito: INIAP; 2018.
4. López J, Torres M. Potencial productivo de la vid en la costa ecuatoriana. *Rev Cienc Agron*. 2019;50(3):421–430.
5. Asociación de Productores de Uva del Ecuador (APRUEC). *Informe técnico del sector vitícola*. Santa Elena; 2020.
6. Banco Central del Ecuador. *Estadísticas agropecuarias*. Quito; 2021.
7. Kader AA. Postharvest biology and technology: an overview. In: *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. Oakland: UC ANR; 2002. p. 39–47.

8. Crisosto CH, Mitchell FG, Kader AA. Grape quality evaluation procedures. *Postharvest Biol Technol.* 1994;4(1-2):1-13.
9. Kader AA. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. Oakland: University of California; 2002.
10. Crisosto CH, Garner D. Table grape quality maintenance. *HortScience.* 2008;43(6):1542-1547.
11. Xia EQ, Deng GF, Guo YJ, Li HB. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int J Mol Sci.* 2010;11(2):622-646.
12. Cantín CM, Crisosto CH, Mitchell FG. Temperature management in table grapes. *Stewart Postharvest Rev.* 2007;3(2):1-7.
13. Crisosto CH, Kader AA. Table grape postharvest quality. *Acta Hortic.* 2004;640:317-322.
14. Rolle L, Giacosa S. Influence of dehydration on grape composition. *Food Chem.* 2012;134(1):395-402.
15. Valverde JM, Guillén F, Martínez-Romero D, Serrano M, Valero D. Improvement of table grape quality. *Postharvest Biol Technol.* 2005;36(3):247-256.
16. Cantín CM, Crisosto CH, Figueroa CR. Postharvest decay control in table grapes. *Postharvest Biol Technol.* 2011;59(2):85-91.
17. Wills RBH, McGlasson WB, Graham D, Joyce DC. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. 6th ed. Wallingford: CAB International; 2007.
18. Keller M. *The science of grapevines: anatomy and physiology*. 2nd ed. London: Academic Press; 2015.
19. Lurie S, Crisosto CH. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol Technol.* 2005;37(3):195-208.
20. Valero D, Serrano M. *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. Boca Raton: CRC Press; 2010.
21. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. *Modern food microbiology*. 7th ed. New York: Springer; 2005.
22. Rolle L, Torchio F, Giacosa S, Río Segade S. Berry sensory assessment. *J Sci Food Agric.* 2011;91(8):1504-1510.