



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



TESIS

**“FERTILIZACIÓN FOLIAR PRECOSECHA CON SILICATO DE MAGNESIO Y
MOLIBDATO DE AMONIO Y SU EFECTO POSCOSECHA EN
FRIGOCONSERVACIÓN DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acacia sellowiana* (O.
Berg) Burret)”**

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



APROBADA



PRESENTA:

DENIS REYES RAMOS

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

DRA. MA TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN

Chapingo, Estado de México, 14 de abril de 2023.

**FERTILIZACION FOLIAR PRECOSECHA CON SILICATO DE MAGNESIO Y
MOLIBDATO DE AMONIO Y SU EFECTO POSCOSECHA EN
FRIGOCONSERVACIÓN DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acacia sellowiana* (O. Berg)
Burret)**

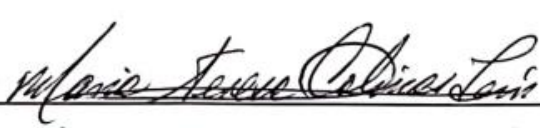
Tesis realizada por la C. Denis Reyes Ramos bajo la supervisión del comité asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado
de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:


DRA. MA TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR:


DRA. MARÍA TERESA BERYL COLINAS LEÓN.

ASESOR:


DR. JUAN AYALA ARREOLA

CONTENIDO

RESUMEN GENERAL	1
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	3
OBJETIVOS	5
HIPOTESIS	5
LITERATURA CITADA	5
CAPITULO II. RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE SILICATO DE MAGNESIO Y FRIGONSERVACIÓN.....	7
RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS	10
• Peso	12
• Pérdida de peso	12
• Firmeza.....	12
• Sólidos solubles totales.....	12
• Vitamina C.....	12
• Contenido fenólico	13
• Capacidad antioxidante.....	13
• Azúcares totales	13
• Enzima pectinmetilesterasa.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
• Peso (g)	14
• Pérdida de peso (%)	16
• Firmeza (kg/cm ²)	18
• Sólidos solubles totales (°Bx).....	21
• Vitamina C (mg·g ⁻¹).....	23
Cáscara:.....	26
• Contenido fenólico (mg·g ⁻¹)	29
Pulpa:	29
Cáscara:.....	31
• Capacidad antioxidante (mg·g ⁻¹).....	33

Pulpa:	33
Cáscara:.....	35
• Azúcares totales (mg·g ⁻¹)	37
Pulpa:	37
Cáscara:.....	39
• Enzima pectinmetilesterasa (UI·min·g ⁻¹)	41
Pulpa:	41
Cáscara:.....	44
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA	45
CAPITULO III. RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE MOLIBDATO DE AMONIO Y FRIGONSERVACIÓN.....	55
RESUMEN.....	55
ABSTRACT.....	56
INTRODUCCIÓN.....	57
MATERIALES Y MÉTODOS	58
• Peso	59
• Pérdida de peso	59
• Firmeza	60
• Sólidos solubles totales.....	60
• Vitamina C	60
• Contenido fenólico	60
• Capacidad antioxidante.....	61
• Azúcares totales	61
• Enzima pectinmetilesterasa.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
• Peso (g)	62
• Pérdida de peso (%)	64
• Firmeza (Kg/cm ²).....	66
• Sólidos solubles totales (°Bx).....	68
• Vitamina C (mg·g ⁻¹ PF).....	71
Pulpa	71
Cáscara.....	72

• Contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	74
Pulpa	74
Cáscara.....	76
• Capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$).....	78
Pulpa	78
Cáscara.....	80
• Azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	82
Pulpa	82
Cáscara.....	84
• Enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$)	86
Pulpa	86
Cáscara.....	88
CONCLUSIONES.....	89
LITERATURA CITADA	90

RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acacia sellowiana* (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE SILICATO DE MAGNESIO Y FRIGOCONSERVACIÓN.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos para la aplicación del silicato de magnesio en campo.....	10
Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio.	11
Cuadro 3. Comparación de medias en el cambio de peso (g) de frutos de feijoa de plantas fertilizadas en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	14
Cuadro 4. Interacción de fertilización x temperatura en el peso de frutos de feijoa en tres diferentes estados de madurez.....	15
Cuadro 5. Comparación de medias en la pérdida de peso (%) de frutos de feijoa de plantas fertilizadas en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	16
Cuadro 6. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en tres fechas de evaluación durante la poscosecha de frutos de feijoa.....	17
Cuadro 7. Comparación de medias en los valores de firmeza (kg/cm ²) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	19
Cuadro 8. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en tres distintos estados de madurez de frutos de feijoa.	20
Cuadro 9. Comparación de medias del contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas durante su poscosecha.	22
Cuadro 10. Comparación de medias del contenido de sólidos solubles totales en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa.	23
Cuadro 11. Comparación de medias del contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.....	24
Cuadro 12. Comparación de medias del contenido de vitamina C en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa.....	26
Cuadro 13. Comparación de medias del contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en cáscara de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.....	27
Cuadro 14. Comparación de medias del contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en la interacción de fertilización x temperatura de frutos de feijoa (cáscara) en tres fechas de evaluación.	28

Cuadro 15. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	29
Cuadro 16. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en la interacción de fertilización x temperatura de frutos de feijoa.	30
Cuadro 17. Comparación de medias en el contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	31
Cuadro 18. Comparación de medias del contenido fenólico en la interacción de fertilización x temperatura en cáscara de frutos de feijoa.	32
Cuadro 19. Comparación de medias de la capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenado a tres temperaturas en poscosecha.	33
Cuadro 20. Comparación de medias de capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa (pulpa).	34
Cuadro 21. Comparación de medias de la capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en cáscara de feijoa fertilizadas en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	36
Cuadro 22. Comparación de medias de la capacidad antioxidante en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa.	36
Cuadro 23. Comparación de medias en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	38
Cuadro 24. Comparación de medias de fertilización x temperatura en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa).	39
Cuadro 25. Comparación de medias en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	40
Cuadro 26. Comparación de medias de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara).	41
Cuadro 27. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	42
Cuadro 28. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa).	43
Cuadro 29. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.	44
Cuadro 30. Comparación de medias en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara).	45

RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acacia sellowiana* (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE MOLIBDATO DE AMONIO Y FRIGOCONSERVACIÓN.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos para la aplicación del molibdato de amonio en campo.	58
Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio fertilización x temperatura de almacenamiento.	59
Cuadro 3. Comparación de medias en el cambio de peso (g) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas.....	63
Cuadro 4. Comparación de medias en la interacción de fertilización x temperatura en el peso (g) de frutos de feijoa.	63
Cuadro 5. Comparación de medias de la pérdida de peso (%) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	65
Cuadro 6. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en la pérdida de peso de frutos de feijoa.	66
Cuadro 7. Comparación de medias de la firmeza (kg/cm ²) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas.	67
Cuadro 8. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la firmeza de frutos de feijoa.	68
Cuadro 9. Comparación de medias en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.....	69
Cuadro 10. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos de feijoa.	70
Cuadro 11. Comparación de medias del contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.....	71
Cuadro 12. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en frutos de feijoa (pulpa).....	72
Cuadro 13. Comparación de medias en el contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.....	73
Cuadro 14. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en el contenido de vitamina C (mg·g ⁻¹) en frutos de feijoa (cáscara).....	74

Cuadro 15. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	75
Cuadro 16. Comparación de medias de la interacción de los factores fertilización x temperatura en el contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa.	75
Cuadro 17. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados en poscosecha a tres diferentes temperaturas.	76
Cuadro 18. Comparación de medias del contenido fenólico en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa (cáscara).	77
Cuadro 19. Comparación de medias de la capacidad antioxidante de frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	78
Cuadro 20. Comparación de medias de la capacidad antioxidante en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa (pulpa).	79
Cuadro 21. Comparación de medias de la capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante la poscosecha.	80
Cuadro 22. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la capacidad antioxidante de frutos de feijoa (cáscara).	81
Cuadro 23. Comparación de medias del contenido de azúcares solubles ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	82
Cuadro 24. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares solubles totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (pulpa).	84
Cuadro 25. Comparación de medias del contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.	84
Cuadro 26. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares solubles totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa.	85
Cuadro 27. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante poscosecha.	86
Cuadro 28. Comparación de medias de la interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa).	87
Cuadro 29. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante poscosecha.	88

Cuadro 30. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa de frutos de feijoa (cáscara).89

DEDICATORIA

A mis padres: por ser los principales defensores de mis sueños y mi mayor motivación en todo momento, agradezco todo lo recibido de ustedes, enseñanzas, consejos y cariño, así como su presencia y el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**, por brindarme el financiamiento necesario para cursar mis estudios de maestría.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, en especial al **Departamento de Fitotecnia** por el apoyo brindado durante estos años de estudio.

A la **Dra. Ma Teresa Martínez Damián**, por estar al pendiente de la investigación, brindarme su amistad y motivación en todo momento.

A la **Dra. María Teresa Colinas León**, por su valioso aporte al presente trabajo, consejos y asesoramiento necesario para lograr los objetivos planteados.

Al **Dr. Juan Ayala Arreola** por su apoyo incondicional durante este proceso, su amistad y las sugerencias necesarias para la mejora del trabajo.

Al **Q. A. Cecilio Bautista** le agradezco enormemente el apoyo brindado en el trabajo de laboratorio, su valiosa amistad y confianza.

RESUMEN GENERAL

FERTILIZACIÓN FOLIAR PRECOSECHA CON SILICATO DE MAGNESIO Y MOLIBDATO DE AMONIO Y SU EFECTO POSCOSECHA EN FRIGOCONSERVACIÓN DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acacia sellowiana* (O. Berg) Burret).

A pesar de su agradable aroma y de poseer un atractivo sabor, el fruto de feijoa es perecedero. Razón por la que es pertinente avanzar en el desarrollo y aplicación de tecnologías poscosecha que garanticen un adecuado manejo y conservación de calidad. En este sentido, se evaluó el efecto de la aplicación foliar precosecha de silicato de magnesio y molibdato de amonio en el comportamiento poscosecha de frutos de feijoa, los cuales se almacenaron a tres temperaturas (0, 8 y 23 °C) y el muestreo se realizó en tres fechas (0, 8 y 14 días de vida poscosecha). Para el caso de silicato de magnesio las concentraciones de estudio fueron: 30, 40 y 50 mg·L⁻¹, el uso de este fertilizante favoreció la disminución de pérdida de peso, firmeza, azúcares totales y la actividad de la enzima pectinmetilesterasa; incrementando los valores de capacidad antioxidante, contenido fenólico en cáscara y vitamina C en cáscara-pulpa. El uso de bajas temperaturas de almacenamiento (0 y 8 °C) retrasó la maduración de los frutos y la interacción de los factores de estudio (fertilización foliar + bajas temperaturas de almacenamiento) en madurez de consumo benefició características fisicoquímicas como aumento de firmeza, vitamina C (cáscara y pulpa) y disminuyó la pérdida de peso. De igual forma, el uso de molibdato de amonio como fertilizante precosecha en feijoa favoreció el peso de frutos, firmeza, altos contenidos de vitamina C, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa. De igual forma, disminuyó el contenido de sólidos solubles totales y azúcares totales y las bajas temperaturas de almacenamiento (0 y 8 °C) redujeron los cambios bioquímicos en la maduración conservando algunas características de calidad por más tiempo (capacidad antioxidante, vitamina C y contenido fenólico).

Palabras clave: perecedero, precosecha, calidad, fisicoquímicas.

GENERAL ABSTRACT

PRE-HARVEST FOLIAR FERTILIZATION WITH MAGNESIUM SILICATE AND AMMONIUM MOLYBDATE AND ITS POST-HARVEST EFFECT ON COLD-STORAGE AND PRESERVATION OF FRUIT OF FRUITS OF FEIJOA (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret).

Despite its pleasant aroma and attractive flavor, the feijoa fruit is perishable. For this reason, it is convenient to advance in the development and application of postharvest technologies that guarantee adequate handling and quality conservation. In this sense, the effect of the pre-harvest foliar application of magnesium silicate and ammonium molybdate on the postharvest performance of feijoa fruits was evaluated. The fruits were stored at three temperatures (0, 8 and 23 °C) and sampling was carried out on three dates (0, 8 and 14 days of postharvest life). In the case of magnesium silicate, the study doses were: 30, 40 and 50 mg·L⁻¹, the use of this fertilizer favored the reduction of weight loss, firmness, total sugars and the activity of the enzyme pectinmethylesterase; increasing the values of antioxidant capacity, phenolic content in peel and vitamin C in peel-pulp. The use of low storage temperatures (0 and 8 °C) delayed fruit ripening and the interaction of the study factors (foliar fertilization + low storage temperatures) at consumption maturity benefited physicochemical characteristics such as increased firmness, vitamin C (peel and pulp) and decreased weight loss. Similarly, the use of ammonium molybdate as a pre-harvest fertilizer in feijoa favored fruit weight, firmness, high contents of vitamin C, phenolic compounds and antioxidant capacity in peel and pulp. Similarly, total soluble solids and total sugar content decreased, low storage temperatures (0 and 8 °C) reduced biochemical changes in ripening, maintaining some quality characteristics for longer (antioxidant capacity, vitamin C and phenolic content).

Keywords: perishable, pre-harvest, quality, physicochemical.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La especie *Acca sellowiana* (Berg) Burret Pertenece al orden Myrtales, familia Myrtaceae, subfamilia Mirtoideae, tribu Myrtae, género *Acca* (Berg), es conocida vulgarmente como guayabo del país, o guayabo en Uruguay; goiabeira serrana, goiabeira do mato y goiaba do campo en Brasil; pineapple guava en California y feijoa en Europa (Cunda-Sisto, 2006). Es originaria de Sudamérica, especialmente de la zona que se extiende desde el Sur de Brasil, sobre Uruguay y las partes altas del lado occidental de Paraguay hasta el nororiente de Argentina (Schumann & Lüdders, 1992).

Desde el punto de vista nutricional, el fruto de feijoa se caracteriza por su alto contenido de yodo y vitamina C, posee características inmunológicas y antioxidantes, gracias a que es un fruto rico en bioflavonoides, polifenoles activos como la catequina, leucoantocianinas, flavonoides, proantocianidinas y naftoquinonas (Ebrahimzadeh et al., 2008). Tiene actividad antimicrobiana, qué junto con las propiedades antioxidantes, permite considerarlo como materia prima para producción de nuevos medicamentos (Vuotto et al., 2000), para prevenir enfermedades cardiovasculares, cáncer e infecciones. A nivel empírico, el uso de feijoa sobre heridas e infecciones en la piel acelera y mejora el proceso de cicatrización (Quintero, 2012).

Es una especie perenne longeva que forma un árbol esférico cuya copa es redondeada; puede alcanzar hasta cinco metros de altura y por su emisión de brotes en la parte inferior, tiene una apariencia arbustiva (Fischer et al., 2003). La corteza es de color rojizo y cobrizo, y se desprende superficialmente en forma de placas en el tronco y las ramas (Cacioppo, 1988; Calvete, 2013). Las hojas se encuentran en disposición opuesta, de textura coriácea, peninervadas, borde ligeramente recurvo, de forma elíptica a obovada, con ápice obtuso a redondeado y base aguda, haz glabro de color verde oscuro brillante y envés tomentoso, lámina de 3 a 6 cm. de largo y 1.5 a 4 cm. de ancho, 1.5 a 2.3 la relación largo/ancho; pecíolos de 5 mm de largo, blanquecinos (Calvete, 2013). Las flores hermafroditas son grandes, 3 o 4 cm; se desarrollan solitarias o en grupos de dos

a cinco en la axila de las hojas se las ramas de año. Tienen cuatro sépalos verde-grisáceos: la corola está formada por cuatro pétalos blancos con nervios púrpuras, apariencia gruesa y cerosa (Cacioppo, 1988). En el centro de la flor se presentan los estambres largos, filamentosos y de color rojo carmín con anteras blancas en número variable de 60 a 120. El pistilo sobresale de los estambres y está formado por un ovario ínfero con cuatro lóculos y un estilo tan largo como los estambres, el cual se torna violáceo al caer los pétalos (Perea-Dallos et al., 2010). La fruta es una baya de corteza lisa o rugosa de color verde intenso en la madurez; generalmente presenta forma ovoide, pulpa es carnosa de color blanquecino y contiene alrededor de 20 a 70 semillas que no son advertidas por el paladar. Se caracteriza por el aroma agradable; es de sabor agridulce y se asemeja al de la piña y kiwi (Carvajal-Aguilar, 2015 & Perea-Dallos et al., 2010). Quintero (2012) menciona que el fruto demora en desarrollarse después del botón floral entre 120 y 150 días, alcanzando un peso hasta de 150 gramos.

El método de cosecha utilizado en la feijoa es el manual, debe realizarse en las horas más frescas del día para minimizar el calor de campo, la feijoa cosechada prematuramente no desarrolla completamente su sabor y textura característicos; dejar la fruta demasiado tiempo en el árbol dará lugar a pérdidas considerables por golpes como resultado de la caída natural de los frutos al suelo. Si la fruta cumple con los índices de madurez, el operario procederá a desprenderla del árbol sujetándola casi por completo y dándole un giro suave, este movimiento desprenderá la fruta del árbol. Posteriormente, los frutos se depositan en la bolsa de recolección y es llevada al sitio de acopio (Galvis et al., 2003; Quintero, 2012 & Fischer et al., 2003). El grado de madurez apropiado para realizar la cosecha de la fruta es de gran importancia ya que repercute en su vida poscosecha, así como en su comercialización.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento poscosecha de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicio y molibdeno y almacenados en poscosecha a tres temperaturas; evaluando las características fisicoquímicas en tres fechas de muestreo (0, 8 y 14 días).

OBJETIVOS

- Describir el efecto de la fertilización precosecha a base de tres concentraciones de silicio y molibdeno en la calidad de frutos de feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) durante la poscosecha.
- Evaluar el efecto de las bajas temperaturas sobre la calidad poscosecha de los frutos de feijoa y su relación con la fertilización a base de silicio y molibdeno.

HIPOTESIS

- El uso de silicio y molibdeno mejorará las características físicas como tamaño y firmeza de los frutos de feijoa, y favorecerá la conservación de características organolépticas como el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante.
- La refrigeración de los frutos a bajas temperaturas retrasará la madurez de consumo a comparación de los frutos almacenados a temperatura ambiente.
- El uso de la fertilización precosecha con silicio y molibdeno más la refrigeración de los frutos ayudará a conservar la calidad.

LITERATURA CITADA

Cacioppo, O. (1998). *La feijoa*. Madrid, España: Ediciones Mundiprensa.

Calvete, A. (2013). Contribución al mejoramiento genético participativo de guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg. Burret)) en el paisaje protegido quebrada de los cuervos. [Tesis de pregrado, Universidad de la República]. Repositorio: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/1683>

Carvajal-Aguilar, M. G. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante de las hojas y frutos de la feijoa (*Acca sellowiana*). [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4007>

- Cunda-Sisto, J. N. (2006). Caracterización de plantas de “guayabo del país” (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) desde un enfoque frutícola. [Tesis de pregrado, Universidad de la República].
- Ebrahimzadeh, M. A., Pourmorad, F., & Bekhradnia, R. A. (2008). Iron chelating activity, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. *African Journal of Biotechnology*, 7 (18): 3188-3192.
- Fischer, G., Miranda-Lasprilla, D., Cayón-Salinas, G., & Mazorra-Agudelo, M. (2003). *Cultivo, poscosecha y exportación de la feijoa (Acca sellowiana Berg)* (1ª edición). Produmedios: Universidad Nacional de Colombia.
- Galvis, J. A., Arjona, H., & Fischer, G. (2003). Efectos de la aplicación de soluciones de cloruro de calcio (CaCl_2) sobre la vida de almacenamiento y la calidad del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Van Dyke. *Agronomía colombiana*, 21 (3): 190-197.
- Perea-Dallos, M; Fischer, G & Miranda-Lasprilla, D. (2010). Feijoa (*Acca sellowiana* Berg.). En Perea-Dallos, M., Tirado-Perea, A., & Matallana, L. P. *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales* (330-349 pp.). Universidad Nacional de Colombia
- Quintero, C. (2012). Feijoa (*Acca sellowiana*). En Fischer, G., & Miranda, D. (1ª edición), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (443-470 pp.). Promedios.
- Schumann, M., & Lüdders, P. (1992). Cultivation of feijoa: Possibilities and limits in Colombia. *Erwerbsobstbau*, 34 (4), 110-112.
- Vuotto, M. L., Basile, A., Moscatiello, V., De Sole, P., Castaldo-Cobianchi, R., Laghi, E., & Lelpo, M. T. (2000). Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. *International journal of antimicrobial agents*, 13 (3), 197-201.

CAPITULO II. RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE SILICATO DE MAGNESIO Y FRIGONSERVACIÓN.

POST-HARVEST RESPONSE OF FEIJOA FRUIT (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) TO PRE-HARVEST FOLIAR APPLICATIONS OF MAGNESIUM SILICATE AND COLD STORAGE.

RESUMEN

Después de ser cosechados, los frutos maduran desde adentro hacia afuera; presentando cambios como pérdida de sabor y oscurecimiento de la pulpa mientras el cambio externo no es significativo. El objetivo fue evaluar la calidad fisicoquímica de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio (30, 40 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si), asimismo, la comparación de tres temperaturas de almacenamiento (0, 8 y 23 °C), evaluando las características de los frutos en tres fechas de muestreo (0, 8 y 14 días de almacenamiento). Los frutos tratados con 30 mg·L⁻¹ mostraron la menor actividad de la enzima PME, el menor valor de azúcares totales en cáscara y sólidos solubles totales (SST), en tanto que, los de plantas con 40 mg·L⁻¹ presentaron la menor pérdida de peso, firmeza, menor actividad de la enzima PME y bajos valores de azúcares totales en pulpa y cáscara. Finalmente, la aplicación de 50 mg·L⁻¹ tuvo efecto positivo en cuanto a menor pérdida de firmeza, mayor capacidad antioxidante en pulpa, contenido fenólico en cáscara y mayor vitamina C en pulpa y cáscara. Las temperaturas bajas (0 y 8 °C) favorecieron la disminución de la maduración de los frutos, mostrando los valores más bajos de SST, pérdida de peso, actividad de la enzima PME en pulpa y cáscara, así como los mayores valores de firmeza, vitamina C (cáscara y pulpa) y contenido fenólico (cáscara y pulpa). En cuanto a la interacción de los factores fue significativa en el porcentaje de pérdida de peso, contenido de azúcares totales, SST, vitamina C (cáscara y pulpa) y capacidad antioxidante (cáscara y pulpa).

Palabras clave: pectinmetilesterasa, almacenamiento, contenido fenólico, silicato de magnesio.

ABSTRACT

After harvest, the fruits ripen from the inside out, presenting changes such as loss of flavor and darkening of the pulp, while the external change is not significant. The objective was to evaluate the physicochemical quality of feijoa fruits fertilized at pre-harvest with three doses of magnesium silicate (30, 40 and 50 mg·L⁻¹ of MgO3Si), as well as the comparison of three storage temperatures (0, 8 and 23 °C), evaluating the characteristics of the fruits on three sampling dates (0, 8 and 14 days of storage). Fruits treated with 30 mg·L⁻¹ showed the lowest PME enzyme activity, the lowest total sugars in peel and TSS, while those from plants with 40 mg·L⁻¹ showed the lowest weight loss, firmness, lower PME enzyme activity and low total sugars in pulp and peel. Finally, the application of 50 mg·L⁻¹ had a positive effect in terms of reducing loss of firmness, higher antioxidant capacity in pulp, phenolic content in peel and higher vitamin C in pulp and peel. Low temperatures (0 and 8 °C) favored a decrease in fruit ripening, showing the lowest values of TSS, weight loss, PME enzyme activity, total solubles in pulp and peel, as well as the highest values in firmness, vitamin C (peel and pulp) and phenolic content (peel and pulp). The interaction of factors was significant in the percentage of weight loss, total sugars, TSS, vitamin C (peel and pulp) and antioxidant capacity (peel and pulp).

Keywords: pectinmethyl esterase, storage, senescence, phenolic content, magnesium silicate.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran falta de información sobre el comportamiento poscosecha de frutos de feijoa, principalmente en manejo y almacenamiento para conservar la calidad y reducir pérdidas durante la comercialización. Teniendo en cuenta el potencial de la especie es conveniente explorar el uso de productos que retrasen la maduración y aumenten el periodo poscosecha, de igual forma las prácticas en el manejo agronómico que mejoren características de frutos. Un ejemplo es la fertilización con la cual se busca generar una mayor resistencia del fruto y mejorar las características bioquímicas y físicas. Dada la importancia de la fertilización en el desarrollo del fruto se planteó como objetivo evaluar la calidad poscosecha de frutos de feijoa fertilizados vía foliar con silicato de magnesio y tres temperaturas de conservación durante la poscosecha para determinar la calidad de los frutos. Bernal (2008) mencionó que el silicato de magnesio es de origen mineral y natural, aporta Si y Mg; el Mg se libera de forma gradual y el Si se hidrata produciendo ácido monosilícico, de alta disponibilidad para raíces de plantas. Conjuntamente, otra parte del ácido monosilícico interactúa con complejos de aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn), y mejoró la disponibilidad del fósforo (P) bloqueando los espacios de fijación en suelos y como resultado una mejora sustancial en su asimilación. El silicio es absorbido por las raíces junto con el agua de la solución del suelo y fácilmente translocado en el xilema. La cantidad de fertilizante silicatado que debe ser aplicada aún no ha sido determinada para la mayoría de los suelos y cultivos, pero todo indica que cuanto mayor cantidad de silicio soluble activo esté presente, mejores serán los beneficios para el suelo y la planta (Brady, 1992 citado en Caicedo, 2008). Las investigaciones de Si han avanzado de forma considerable y es ampliamente reconocido el efecto beneficioso en diversas plantas, sin embargo, aún se necesita una mayor investigación acerca de los mecanismos que inducen al Si como agente benéfico para el cultivo, especialmente en condiciones adversas y estrés. No obstante, existe evidencia significativa de que este elemento muestra efectos positivos en procesos de germinación, crecimiento, producción de biomasa, concentración mineral y sustancias de importancia nutricional (Cabezas-Gutiérrez et al., 2022).

Por otro lado, de las principales metas de la investigación postcosecha es mantener la calidad, inocuidad y minimizar las pérdidas de los cultivos hortofrutícolas. La conservación de alimentos, en su contexto más amplio se puede definir como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismos patógenos y otros agentes responsables de su deterioro, y así permitir su consumo. La conservación de alimentos utiliza mecanismos tradicionales, así como nuevas tecnologías, el objetivo principal es preservar el sabor, nutrientes, textura, entre otros aspectos (Aguilar-Morales, 2012). En este caso se propuso el estudio de bajas temperaturas (0 y 8 °C) sobre las propiedades físicas y bioquímicas en frutos de feijoa fertilizados durante su crecimiento (precosecha) y el efecto de la combinación de ambos factores sobre la calidad de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal consistió en frutos de feijoa provenientes de la variedad Mammoth de 20 años, ubicados en el campo agrícola experimental “San Martín” de la Universidad Autónoma Chapingo. Dicha variedad se caracteriza por tener frutos de tamaño notable (longitud 7.5 cm, diámetro 4.5 cm), forma redonda u ovalada, piel lisa con gran contenido de pulpa. Su sabor es excelente, madura más temprano y es ligeramente sensible al manipuleo (Cacioppo, 1988).

La fertilización foliar fue a todo el árbol, considerando que la mayoría de los frutos estaban de 1 cm de diámetro (polar) aproximadamente, la aplicación se realizó hasta madurez fisiológica periodo que comprendió de finales de julio de 2021 hasta inicios de septiembre del mismo año. Se realizaron tres aplicaciones foliares a base de silicato de magnesio con 12 días de diferencia entre cada una.

En campo se usó un diseño experimental de bloques completos al azar para las tres aplicaciones del fertilizante foliar (Cuadro 1):

Cuadro 1. Tratamientos para la aplicación del silicato de magnesio en campo.

Tratamiento	Concentración
--------------------	----------------------

T1	Fertilización con 30 mg L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T2	Fertilización con 40 mg L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T3	Fertilización con 50 mg L ⁻¹ de MgO ₃ Si
Testigo	Sin fertilizante

Se cosecharon al azar 108 frutos en madurez fisiológica y se transportaron al laboratorio de nutrición de frutales, donde se estableció un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4x3, resultando doce tratamientos (Cuadro 2), cada uno con tres repeticiones de tres frutos, se almacenaron a 0, 8 y 23 °C, la evaluación de las variables se realizó a los 0, 8 y 14 días de vida poscosecha, separando pulpa y cáscara para analizar la diferencia en algunas variables (vitamina C, contenido fenólico, capacidad antioxidante y azúcares solubles totales).

Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio.

Tratamiento	Temperatura	Fertilización
T1	0 °C	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T2	8 °C	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T3	23 °C	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T4	0 °C	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T5	8 °C	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T6	23 °C	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T7	0 °C	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T8	8 °C	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T9	23 °C	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si
T10	0 °C	Testigo
T11	8 °C	Testigo
T12	23 °C	Testigo

Para el análisis de resultados se utilizó el paquete estadístico SAS® Versión 9.2, llevándose a cabo un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$).

Las variables de estudio fueron:

- **Peso**

Todos los frutos se pesaron al momento de la cosecha y posteriormente en las tres fechas de evaluación (0, 8 y 14 días después de la cosecha).

- **Pérdida de peso**

Para observar la disminución de peso los frutos se pesaron en tres fechas de evaluación (0, 8 y 14 días de vida poscosecha). Posteriormente, se calculó el porcentaje de pérdida de peso (PPP) mediante la siguiente formula:

$$\text{Pérdida de peso} = \left(\frac{\text{peso inicial (g)} - \text{peso final (g)}}{\text{peso inicial (g)}} \right) \times 100$$

- **Firmeza**

Se usó un penetrómetro digital marca Chatillon® modelo 25 LBF AMETEK con punta cónica de 7 mm de diámetro. Se realizaron tres mediciones por fruto, tomando como referencia dos medidas del plano ecuatorial y una del plano polar. Los datos se expresan como (kg/cm²).

- **Sólidos solubles totales**

Se determinó mediante un refractómetro digital portátil ATAGO PAL-1 de la marca Pocket® (0 a 32 %). Se colocaron dos gotas de jugo del plano ecuatorial del fruto en el prisma del equipo y se tomó la lectura. Los resultados se reportaron en porcentaje de °Brix.

- **Vitamina C**

La cuantificación del contenido de vitamina C de los frutos fue utilizada la técnica colorimétrica usando folín-ciocalteu descrita por Jagota & Dani (1982), la cual consiste en homogenizar la muestra con ácido tricloroacético para después centrifugar (10,000 rpm durante 20 min). Para la estimación de ácido ascórbico el extracto se diluyó con agua bidestilada de acuerdo con la curva (de acuerdo con las concentraciones) y se adicionó folín diluido (1:10), los tubos se agitaron manualmente y 10 minutos después se midió la absorbancia en un

espectrofotómetro Genesis 10 S UV-VIS a 760 nm, usando agua destilada como blanco de lectura. Los datos se reportan como $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Contenido fenólico**

Los fenoles totales se determinaron por el método folín-Ciocalteu descrito por Waterman & Mole (1994), el cual consistió en pesar 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) después se homogenizó con alcohol etílico absoluto al 70 %. Las muestras (100 μL) se mezclaron con agua destilada y posteriormente se adicionaron 250 μL de reactivo folín, se agitaron durante dos minutos para finalmente añadir 750 μL de Na_2CO_3 (carbonato de sodio). Las muestras se leyeron a 760 nm en el espectrofotómetro usando agua destilada como blanco de lectura. Los resultados se reportan como $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Capacidad antioxidante**

Se determinó mediante el método ABTS descrito por Özgen et al. (2006) que se basa en homogenizar 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) con metanol, la muestra consiste en 30 μL del extracto del fruto más 3.97 ml de ABTS preparado con buffer acetato pH 4.5 (1 ml de ABTS por cada 90 ml de buffer), este último se usará como blanco de lectura a 734 nm. La solución preparada de ABTS debe dar una absorbancia de 0.700 ± 0.010 a una longitud de onda de 734 nm. Las unidades utilizadas fueron: VCEAC (actividad antioxidante equivalente a vitamina C) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Azúcares totales**

El contenido de azúcares totales se cuantificó por el método de antrona, descrito por Witham et al. (1971). Se tomó 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) agregando 40 ml de alcohol, se evaporó en baño maría y el residuo se recuperó en 30 ml de agua destilada. Se utilizó 20 μL de la solución y se ajustó con agua destilada a 2 ml, después se tituló con 3 ml de la mezcla de ácido sulfúrico más antrona. Posteriormente se colocaron a baño maría durante tres minutos. Finalmente, se leyó la absorbancia a 600 nm usando de blanco de lectura la mezcla de antrona y reemplazando la muestra por agua destilada. Los datos se expresan en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Enzima pectinmetilesterasa**

La actividad de la pectinmetilesterasa (PME) se midió basándose en el procedimiento espectrofotométrico de Hagerman & Austin (1986). Se homogenizó la muestra con 5 ml de NaCl (0.5 M) y pvpp (1 %) (w/v). Después de cuatro horas de agitación a 4 °C, las muestras se centrifugaron (17,000 rpm durante 30 min) y se ajustó su pH a 7.5. Se utilizó 300 µL del extracto enzimático más 2.7 ml de solución a base de Buffer fosfato de potasio (3 mM) más pectina cítrica (0.1 %) y bromothymol (0.0015 %). Como blanco de muestra se reemplazó el extracto por 300 µL de NaCl (1 M). Las lecturas de absorbancia se realizaron a 620 nm antes y después de incubar las muestras a 37 °C durante 10 minutos. Los datos se reportan como $\text{UI} \cdot \text{min} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (UI= unidades internacionales y PF= peso fresco).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Peso (g)**

En cuanto a peso en las tres fechas de evaluación (0, 8 y 14 días de vida poscosecha) los frutos provenientes de plantas fertilizadas con $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de MgO_3Si (45.39, 40.57 y 37.91, respectivamente) presentaron el menor peso, diferenciándose estadísticamente del resto de los frutos con valores de 55.44 - 59.44 g en la primer fecha de evaluación, 52.53 - 54.94 g en la segunda y de 45.17 - 48.20 g en la última. Los resultados indicaron que la aplicación foliar de las diferentes concentraciones de silicato de magnesio generó la misma respuesta que sin la adición del fertilizante (Cuadro 3), tal como lo indicó Hernández-Valencia et al. (2022) en el cultivo de fresa, donde evaluaron tres concentraciones de silicio (0, 15 y 20 ppm) en la producción y peso de frutos sin encontrar diferencias respecto al testigo.

Cuadro 3. Comparación de medias en el cambio de peso (g) de frutos de feijoa de plantas fertilizadas en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de vida poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	55.81	a ^z	52.53	a	47.57	a
	40 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	45.39	b	40.57	b	37.91	b

	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	57.84	a	53.80	a	45.17	a
	Testigo	59.44	a	54.94	a	48.20	a
DMSH		6.49		6.50		5.96	
Temperatura	0 °C	53.80	a	50.90	a	44.21	ab
	8 °C	55.71	a	51.82	a	48.22	a
	23 °C	54.36	a	48.67	a	41.71	b
DMSH		5.09		5.09		4.67	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		9.15		9.91		10.26	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

De acuerdo con la comparación de medias no hubo diferencias significativas entre las tres temperaturas de almacenamiento en las dos primeras fechas de evaluación, sin embargo, a los catorce días de vida poscosecha los frutos almacenados a 8 °C conservaron el mayor peso (48.22 g) con similitud a los frutos a 0 °C (44.21 g) y estadísticamente diferente a los frutos que estuvieron a temperatura ambiente (41.71 g).

La interacción de fertilización x temperatura, no fue significativa ($\alpha= 0.05$) en las tres fechas de evaluación durante la poscosecha.

Cuadro 4. Interacción de fertilización x temperatura en el peso de frutos de feijoa en tres diferentes estados de madurez.

Tratamiento		Días de vida poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	52.37	ab ^z	50.50	ab	46.37	abc
	8 °C	59.50	a	57.00	a	52.83	a
	23 °C	55.57	ab	50.10	ab	43.50	abc
40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	47.77	ab	43.13	ab	40.53	abc
	8 °C	44.50	b	40.07	b	37.90	bc
	23 °C	43.90	b	38.50	b	35.30	c
50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	55.27	ab	53.10	ab	39.84	abc
	8 °C	57.03	ab	53.20	ab	50.13	ab
	23 °C	61.23	a	55.10	a	45.53	abc
Testigo	0 °C	59.80	a	56.87	a	50.10	ab
	8 °C	61.80	a	57.00	a	52.00	a
	23 °C	56.73	ab	50.97	ab	42.50	abc
DMSH		14.70		14.72		13.50	
CV (%)		9.15		9.91		10.26	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Pérdida de peso (%)**

La transpiración y en menor medida el consumo de sustratos, son la razón de la pérdida de peso de los frutos durante la maduración en poscosecha. La pérdida de agua libre es una de las principales causas de deterioro de los frutos, ya que se originan no solamente pérdidas cuantitativas directas, sino también de calidad relacionadas con el aspecto, pérdida de brillo, de turgencia, cambios en la textura y valor nutricional (Kays & Paull, 2004; Mercado-Silva et al., 1998). Los resultados obtenidos del factor temperatura mostraron que el mayor porcentaje de pérdida de peso (0.30 %) en la primer fecha de evaluación resultó en los frutos tratados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si diferenciándose estadísticamente ($\alpha=0.05$) del resto de frutos, en cuanto a la segunda fecha nuevamente 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si fue el tratamiento precosecha con mayor pérdida de peso en frutos (10.65 %) similar a los frutos testigo (7.64 %) y diferente estadísticamente a los frutos fertilizados con 30 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (Cuadro 5). Al concluir el experimento (tercer fecha de evaluación) los frutos que presentaron la mayor pérdida de peso fueron los tratados con: 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (16.10 %) y testigo (12.43 %) siendo estadísticamente distintos a los fertilizados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con el menor porcentaje de pérdida (6.56 %), contemplando que el uso de las menores concentraciones de silicato de magnesio ayudó en la disminución de pérdida de peso fresco. Por su parte, Costa & Pérez (2015) mencionaron que el silicio proporciona una protección mecánica a la epidermis, lo que disminuye la transpiración; proceso por el cual el producto pierde contenido de agua, que pasa al ambiente por evaporación y difusión. Su aplicación reduce el potencial hídrico de las células y promueve la modificación del intercambio gaseoso, con su aplicación en la planta se incrementan los compuestos orgánicos que contribuyen al ajuste osmótico, permitiendo la retención de agua (De Jesús et al., 2018; Cabezas-Gutiérrez et al., 2022; Gregori, 2007).

Cuadro 5. Comparación de medias en la pérdida de peso (%) de frutos de feijoa de plantas fertilizadas en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha		
		0	8	14

Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.24	b ^z	5.90	b	9.49	bc
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.30	a	10.65	a	6.56	c
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.22	b	6.90	b	16.10	a
	Testigo	0.23	b	7.64	ab	12.43	ab
DMSH		0.03		3.64		3.92	
Temperatura	0 °C	0.19	b	5.51	b	12.73	a
	8 °C	0.17	b	7.19	b	6.82	b
	23 °C	0.37	a	10.62	a	13.89	a
DMSH		0.02		2.86		3.07	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		**	
CV (%)		10.62		36.10		27.09	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

*, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Por otro lado, el factor temperatura en la primer y segunda fecha de evaluación generó diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre los frutos almacenados a baja temperatura (0 y 8 °C) y los conservados a temperatura ambiente, donde estos últimos tuvieron el mayor porcentaje de pérdida (0.37 % y 10.62 %, respectivamente), mientras en la tercer fecha la mayor pérdida de peso se dio en los frutos conservados a 0 y 23 °C (12.73 y 13.89 %, respectivamente) con diferencia estadística a los frutos almacenados a 8 °C, en los que se observó el menor porcentaje de pérdida de peso (6.82 %). Galvis (2001, como se citó en Parra & Fischer, 2013) corrobora lo anterior, mencionando que la amplitud de temperatura de almacenamiento recomendado para feijoa está entre 5 y 10 °C. De igual forma, Rodríguez et al. (2006) concluyeron que la pérdida de peso aumenta a través del periodo de almacenamiento y es menor para los frutos de feijoa almacenados a menor temperatura. Por otra parte, el uso de baja temperatura disminuye sustancialmente la velocidad de muchos procesos metabólicos como respiración, producción de etileno, maduración y senescencia. Además de proteger al fruto del ataque de patógenos que conducen al deterioro y pérdida de calidad (Kitinoja & Kader, 2002).

Cuadro 6. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en tres fechas de evaluación durante la poscosecha de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	0.19	cd ^z	3.55	b	8.02	cd

40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	8 °C	0.17	cd	4.18	ab	7.31	d
	23 °C	0.37	b	9.97	ab	13.15	bcd
	0 °C	0.21	cd	9.70	ab	6.01	d
	8 °C	0.22	c	9.95	ab	5.23	d
50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	23 °C	0.45	a	12.30	a	8.44	cd
	0 °C	0.18	cd	3.91	b	25.12	a
	8 °C	0.14	d	6.74	ab	5.82	d
	23 °C	0.33	b	10.04	ab	17.37	ab
Testigo	0 °C	0.17	cd	4.87	ab	11.75	bcd
	8 °C	0.16	cd	7.90	ab	8.90	bcd
	23 °C	0.35	b	10.16	ab	16.62	abc
DMSH		0.07		8.26		8.88	
CV (%)		10.62		36.10		27.09	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

La comparación de medias mostró que la interacción de los factores fertilización x temperatura no fue significativa al inicio (día cero) y a los ocho días de vida poscosecha, en cambio, la interacción fue altamente significativa ($\alpha=0.05$) en la última fecha de evaluación (14 días) donde los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si almacenados a 0 °C tuvieron la mayor pérdida de peso (25.12 %). Lo cual es similar a los frutos almacenados a 23 °C (misma concentración) y al testigo a 23 °C, pero con diferencia estadística a los frutos tratados con las tres concentraciones de silicato de magnesio almacenados a 8 °C y los fertilizados con 30 y 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si almacenados a 0 °C, donde se obtuvieron los menores valores de pérdida, resultados que coinciden con Kaluwa et al. (2010) estos autores recomendaron la aplicación de silicio en aguacate 'Hass' para mantener la calidad del fruto, probablemente debido a la supresión de la respiración y reducción de etileno. Concluyendo que este elemento pasa a través del exocarpo al mesocarpo y su aplicación más la refrigeración de frutos fue positiva en la disminución de pérdida de peso.

- **Firmeza (kg/cm²)**

La maduración poscosecha de algunas especies de frutos se caracteriza por el ablandamiento de la epidermis y la pulpa, causado por diferentes factores, entre ellos, la acción de las enzimas hidrolasas en la pared de la célula, las cuales actúan sobre la pectina; la enzima responsable de la solubilización de la pectina es la poligalacturonasa (PG), la cual presenta aumento en su actividad a medida

que avanza la maduración (Kays & Paull, 2004; Galvis, 2002). El análisis del factor fertilización mostró que no hubo diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en la firmeza de los frutos de feijoa en la primer fecha de evaluación (cero días). Sin embargo, en la segunda los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si mostraron la mayor firmeza (2.00 kg/cm²) y diferencia estadística con los frutos testigo (1.49 kg/cm²) (Cuadro 7). Este mismo comportamiento se observó en la última fecha donde la pérdida de firmeza de los frutos testigo fue mayor (1.46 kg/cm²) y estadísticamente diferente a la pérdida de los frutos fertilizados con 40 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (1.92 y 1.97 kg/cm²). Visto de esta forma, el uso de las diferentes concentraciones de silicato de magnesio favoreció la conservación de firmeza a comparación de los frutos testigo (sin aplicación), debido a que el uso de silicio mejora la resistencia mecánica de las células, el rol de este elemento en las paredes celulares parece ser análogo a la lignina como un elemento de resistencia y mayor rigidez para la sustitución del agua entre las microfibrillas y otros componentes de carbohidratos en las paredes de las células no lignificadas. (Valente et al., 2004; Castellanos-González et al., 2015). Gómez-Camacho et al. (2006) realizaron aplicaciones foliares de silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara y las imágenes tomadas del tejido muestran la evidencia de la deposición del silicio en pared celular y espacios intercelulares dando rigidez estructural a las paredes celulares y formando una capa protectora en las células epidérmicas. Munaretto et al. (2020) realizaron aplicaciones foliares de silicio en precosecha de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. Xavante observando que los frutos tratados conservaron mejores valores de firmeza a comparación de los que no se fertilizaron.

Cuadro 7. Comparación de medias en los valores de firmeza (kg/cm²) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	1.82	a ^z	1.82	ab	1.67	ab
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	1.71	a	1.65	ab	1.92	a
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	2.22	a	2.00	a	1.97	a
	Testigo	1.55	a	1.49	b	1.46	b

DMSH		0.70		0.45		0.43
Temperatura	0 °C	2.05	a	2.00	a	2.27 a
	8 °C	1.94	a	1.94	a	2.11 a
	23 °C	1.52	a	1.28	b	0.89 b
DMSH		0.55		0.35		0.34
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns
CV (%)		29.52		20.12		19.01

^aValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

En el resultado de la comparación de medias con relación a temperatura no hubo diferencias estadísticas significativas en la primer fecha de evaluación, mientras en la segunda y tercera los frutos con mayor pérdida de firmeza fueron los almacenados a 23 °C (1.28 y 0.89 kg/cm², respectivamente) con diferencia estadística ($\alpha=0.05$) a los frutos conservados a 0 y 8 °C, evidenciando que el uso de bajas temperaturas retardó el proceso de maduración, relacionándose directamente con la tasa de respiración de la fruta y la disminución de la hidrólisis de la enzima poligalacturonasa (PG) y celulasa que son las estructuras moleculares de la pared celular (Márquez-Cardozo et al., 2012). El sustrato de la poligalacturonasa en la pared celular es principalmente homogalacturonano, el cual se secreta a la pared celular en una forma altamente metil-esterificada y debe ser desesterificado antes de que pueda ser sustrato de PG. La desesterificación es realizada por la enzima PME la cual desesterifica los poliuronidos (Rodríguez-Félix et al., 2011).

El análisis de varianza de la interacción de los factores fertilización x temperatura fue no significativo en las tres fechas evaluadas durante el almacenamiento.

Cuadro 8. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en tres distintos estados de madurez de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	2.06	a ^z	1.93	ab	2.02	ab
	8 °C	2.07	a	2.07	ab	2.10	ab
	23 °C	1.49	a	1.47	ab	0.90	cd
40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	1.90	a	1.94	ab	2.47	ab
	8 °C	1.72	a	1.76	ab	2.34	ab
	23 °C	1.51	a	1.25	b	0.94	cd

50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	2.68	a	2.40	a	2.79	a
	8 °C	2.23	a	2.36	a	2.14	ab
	23 °C	1.76	a	1.24	b	0.98	cd
Testigo	0 °C	1.58	a	1.74	ab	1.79	cd
	8 °C	1.76	a	1.56	ab	1.87	abc
	23 °C	1.31	a	1.18	b	0.73	d
DMSH		1.59		1.03		0.98	
CV (%)		29.5		20.12		19.01	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Sólidos solubles totales (°Bx)**

Los sólidos solubles son uno de los parámetros fisicoquímicos de mayor interés en los procesos de maduración, gracias a la hidrólisis de los almidones ocurrida con ayuda de las amilasas propias del fruto, se comienza a liberar una gran cantidad de moléculas de glucosa que hacen que el fruto aumente la cantidad de sólidos solubles lo cual se ve reflejado en el aumento de los grados Brix, provocando que el fruto se vuelva más dulce y apetecible para el consumidor (Quintero et al., 2013). La comparación de medias de fertilización mostró que el menor contenido de SST en la primer fecha de evaluación (13.00 y 12.54 °Bx) fue en frutos provenientes de plantas tratadas en precosecha con 30 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con diferencia ($\alpha=0.05$) a los testigo y 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con los mayores valores para la variable, en cuanto a la segunda fecha el mayor valor de SST se dio en los frutos testigo (18.76 °Bx) similar a los frutos fertilizados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si y diferente estadísticamente a los de 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si donde el contenido de SST fue menor (14.59 °Bx). De igual forma, en la última fecha se observó comportamiento similar, el mayor valor de SST fue de 16.06 °Bx y el menor de 13.52 °Bx (Cuadro 9). Los SST tienden aumentar ligeramente a los ocho días de almacenamiento respecto al día cero y disminuyen en el día catorce (última fecha de evaluación) , esta tendencia se debe a que al madurar los frutos aumenta la concentración de sólidos disueltos en estos, que en su mayoría están formados por azúcares; sin embargo, cuando el fruto comienza a sobremadurarse el contenido de azúcares disminuye debido a que son utilizados para la respiración del fruto y las reservas de almidón están agotadas (Funch & Zauberman, 1980; como se citó en Tharanathan et al., 2006).

Cuadro 9. Comparación de medias del contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas durante su poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	13.00 ^z	b	14.59	c	13.52	c
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	14.26	a	17.53	ab	16.06	a
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	12.54	b	16.04	bc	14.02	bc
	Testigo	15.26	a	18.76	a	15.47	ab
DMSH		1.22		2.19		1.67	
Temperatura	0 °C	13.49	a	15.73	b	13.06	b
	8 °C	13.78	a	16.71	ab	14.29	b
	23 °C	14.03	a	17.76	a	16.95	a
DMSH		0.96		1.72			
Fertilización*Temperatura		ns		*		ns	
CV (%)		6.85		10.11		8.74	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias con relación a temperatura no presentó diferencias significativas en la primer fecha de evaluación, mientras en la segunda los frutos conservados a 0 °C presentaron el menor contenido de SST (15.73 °Bx) diferentes estadísticamente a los expuestos a 23 °C (17.76 °Bx) con el mayor valor de la variable, similar a los frutos evaluados en la última fecha (catorce días) donde los almacenados a 23 °C (16.95 °Bx) fueron estadísticamente diferentes a los frutos conservados a 0 y 8 °C, los cuales tuvieron el menor contenido de SST al finalizar el experimento demostrando que el uso de bajas temperaturas favoreció la disminución de la hidrólisis de almidón, proceso en la maduración de los frutos que incrementa el sabor dulce en los frutos, también hay degradación de carbohidratos poliméricos, almidón y celulosa, por lo que además del sabor se ve afectada la textura del fruto (Hiwasa & Ezura, 2014). De acuerdo con los resultados obtenidos el comportamiento de los valores se asemeja a lo observado por Velho et al. (2011) en frutos de feijoa almacenados a 23 y 4°C, con valores de SST que disminuyeron de 13 °Bx a 11.5 °Bx en frutos conservados a 23°C, mientras los conservados a 4°C se mantuvieron durante 15 días (13 °Bx) y posteriormente disminuyeron en el día 30 de almacenamiento.

La comparación de medias mostró que la interacción de fertilización x temperatura no fue significativa a los cero y catorce días de almacenamiento, mientras en la segunda fecha de evaluación (ocho días) la interacción fue significativa ($\alpha=0.05$).

Cuadro 10. Comparación de medias del contenido de sólidos solubles totales en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	12.67	bc ^z	13.50	c	12.33	c
	8 °C	13.07	abc	14.73	bc	13.17	c
	23 °C	13.27	abc	15.53	abc	15.07	bc
40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	13.80	abc	16.53	abc	14.40	bc
	8 °C	14.40	abc	17.60	abc	16.13	abc
	23 °C	14.57	abc	18.47	abc	17.63	ab
50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	12.47	bc	15.17	abc	12.80	c
	8 °C	12.40	c	15.97	abc	13.23	c
	23 °C	12.77	abc	17.00	abc	16.03	abc
Testigo	0 °C	15.03	abc	17.70	abc	12.70	c
	8 °C	15.23	ab	18.53	ab	14.63	bc
	23 °C	15.50	a	20.03	a	19.07	a
DMSH		2.77		4.97		3.80	
CV (%)		6.85		10.11		8.74	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

- **Vitamina C (mg·g⁻¹)**

Pulpa:

La vitamina C o ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble derivada del metabolismo de la glucosa. Es un importante antioxidante y se utiliza como indicador de la calidad nutricional, ya que es sensible a la degradación durante el procesamiento y el posterior almacenamiento. Sus funciones son neutralizar los radicales libres, reducir el hierro, regenerar la vitamina E y actuar como cofactor de enzimas α -cetoglutarato dioxigenasas. Los datos obtenidos del contenido de vitamina C en frutos de feijoa fertilizados con silicato de magnesio indicaron que en el día cero de vida poscosecha los frutos con mejor valor de vitamina C (0.57 mg·g⁻¹) fueron los tratados con 30 y 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (0.57 y 0.52 mg·g⁻¹, respectivamente) siendo estadísticamente diferentes ($\alpha=0.05$) a los frutos testigo con el menor contenido de vitamina C (0.41 mg·g⁻¹) (Cuadro 11).

A los ocho días de almacenamiento los frutos testigo fueron los de menor contenido ($0.36 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) diferenciándose estadísticamente de los frutos fertilizados con alguna concentración de silicato de magnesio. Finalmente, en el día catorce los frutos con la mayor concentración de silicio ($50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) presentaron el mayor contenido de vitamina C ($0.39 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) y diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) respecto al resto de frutos tratados. Esto se puede atribuir a la acción del silicio en la pared celular confiriendo mayor rigidez debido a su unión con la pectina y calcio presentes en el tejido epidérmico como a que el contenido de ácido ascórbico en frutos está asociado con la expresión de genes implicados en la degradación de pectinas. El ácido ascórbico es cofactor de las peptidil-prolil y -lisil hidroxilasas, un tipo de enzimas Fe-dioxigenasas, que participan de la síntesis de hidroxiprolina e hidroxilisina, las glicoproteínas ricas en hidroxiprolina (HRGP) son componentes clave de la pared celular y están implicadas en el soporte estructural de la pared celular. Por otra parte, Di-Matteo et al. (2010) mencionan que la cantidad de ácido ascórbico en las células vegetales depende de la estricta regulación de su síntesis, reciclaje metabólico, degradación y transporte. El ácido ascórbico se reduce si las formas oxidadas no se recuperan por dos reductasas: ácido monodehidroascórbico reductasa (MDHAR) y ácido dehidroascórbico reductasa (DHAR).

Feng-Ma & Yamaji (2006) mencionaron que las plantas que acumulan grandes cantidades de silicio se benefician más porque este elemento mejora la resistencia al estrés, si las plantas van a beneficiarse de Si deben ser capaces de adquirir el elemento en altas concentraciones sin importar si son monocotiledóneas o dicotiledóneas.

Cuadro 11. Comparación de medias del contenido de vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	$30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0.57	a ^z	0.46	a	0.33	b
	$40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0.52	ab	0.43	a	0.31	b
	$50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0.45	bc	0.45	a	0.39	a
	Testigo	0.41	c	0.36	b	0.32	b
DMSH		0.07		0.06		0.06	

Temperatura	0 °C	0.48	a	0.46	a	0.38	a
	8 °C	0.47	a	0.43	ab	0.34	ab
	23 °C	0.50	a	0.39	b	0.30	b
DMSH		0.05		0.05		0.05	
Fertilización*Temperatura		**		ns		ns	
CV (%)		12.40		11.64		14.54	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Nada (2020) menciona que el uso de silicio en fresa muestra un incremento en el contenido de vitamina C obteniendo frutos con mejores características. Los valores encontrados en esta investigación se asemejan a los reportados por González-García et al. (2018) en feijoas cultivadas en Veracruz, México con valores de $0.32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (frutos deshidratados).

De acuerdo con el comportamiento del contenido de vitamina C en las tres fechas de evaluación estudiadas al finalizar el experimento (día catorce) el porcentaje promedio de reducción de vitamina fue de 30.7 %, diferente a lo obtenido por Valle & Rodríguez (2011) quienes exponen que la vitamina C se reduce en un 70 % en frutas climatéricas durante su poscosecha, lo cual pudo ser debido a la degradación de ácidos orgánicos a medida que la fruta entra en estado de madurez.

En cuanto a la comparación de medias para temperatura de almacenamiento evaluadas (0, 8 y 23 °C), en el día cero no hubo diferencias estadísticas significativas, mientras en el día ocho de almacenamiento los frutos conservados a 23 °C ($0.39 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) fueron estadísticamente diferentes a los conservados a 0 °C con el mayor contenido de vitamina C ($0.46 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) observando el mismo comportamiento al finalizar el experimento (día catorce), siendo los frutos testigo los de menor contenido y estadísticamente diferente a los conservados a 0 °C que fueron los de mayor valor ($0.38 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$), esto se adjudica a las bajas temperaturas de almacenamiento, Di-Matteo et al. (2010) mencionan que el ácido ascórbico es más sensible a la degradación cuando el producto está sujeto a temperatura ambiente y el mayor grado de pérdida estará en repuesta a

temperaturas elevadas. Investigaciones similares reportan que el contenido de vitamina C tiende a disminuir con el transcurso de la conservación; al momento de cosecha los frutos de feijoa tienen en promedio un contenido de 57.74 ± 3.22 mg/100 g, luego de ocho días de conservación a 5 °C el promedio fue de 40.29 ± 2.09 mg/100 g y después de 15 días a la misma temperatura de conservación el contenido es de 26.77 ± 3.15 mg/100 g (Silveira, 2016).

De acuerdo con el análisis de varianza la interacción de fertilización x temperatura fue altamente significativa en la primer fecha de evaluación, donde los frutos fertilizados con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si conservados a 23 °C fueron los de mayor contenido (0.72 mg·g⁻¹) similar a los fertilizados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si a 8 °C. En el día ocho y catorce de almacenamiento la interacción no fue significativa (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias del contenido de vitamina C en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	0.46	b ^z	0.50	a	0.35	ab
	8 °C	0.53	b	0.45	ab	0.35	ab
	23 °C	0.72	a	0.43	ab	0.28	b
40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	0.53	b	0.49	a	0.32	b
	8 °C	0.56	ab	0.44	ab	0.32	b
	23 °C	0.46	b	0.37	ab	0.29	b
50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	0.50	b	0.47	ab	0.47	a
	8 °C	0.42	b	0.45	ab	0.36	ab
	23 °C	0.43	b	0.44	ab	0.35	ab
Testigo	0 °C	0.44	b	0.38	ab	0.39	ab
	8 °C	0.39	b	0.38	ab	0.32	b
	23 °C	0.44	b	0.33	b	0.26	b
DMSH		0.17		0.14		0.14	
CV (%)		12.40		11.64		14.54	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara:

En el día cero de almacenamiento el contenido de vitamina C en cáscara fue menor en los frutos testigo (0.65 mg·g⁻¹) con diferencia estadística ($\alpha=0.05$) a los demás frutos tratados que tuvieron un mayor contenido, observando el mismo comportamiento en el día ocho donde los frutos testigo presentaron 0.57 mg·g⁻¹.

En cuanto a la última fecha de evaluación los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si tuvieron el mayor contenido (0.76 mg·g⁻¹) de vitamina C con diferencia estadística al resto de frutos tratados, similar a lo obtenido en pulpa, atribuyendo los resultados a la acción benéfica del silicato de magnesio. Los valores de vitamina C fueron mayores a comparación de valores reportados en pulpa, González-García et al. (2018) mencionan que el contenido de vitamina C es mayor en cáscara (28 mg· 100 g⁻¹) a lo reportado en pulpa (3 mg· 100 g⁻¹). Igual que los valores en pulpa, los valores tienden a disminuir conforme aumentan los días de conservación, esto se asemeja a lo obtenido por García-Rivera et al. (2016) con mayores valores de vitamina C en los frutos cosechados a las 17 semanas después de la antesis que en los otros dos estados de maduración (20 y 21 semanas después de la antesis).

Cuadro 13. Comparación de medias del contenido de vitamina C (mg·g⁻¹) en cáscara de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.93	a ^z	0.74	a	0.58	b
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.85	a	0.74	a	0.58	b
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0.87	a	0.78	a	0.66	a
	Testigo	0.65	b	0.61	b	0.54	b
DMSH		0.15		0.10		0.06	
Temperatura	0 °C	0.81	a	0.77	b	0.63	a
	8 °C	0.83	a	0.70	a	0.58	ab
	23 °C	0.83	a	0.68	b	0.57	b
DMSH		0.12		0.08		0.05	
Fertilización*Temperatura		ns		*		*	
CV (%)		14.51		11.18		8.67	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey (α=0.05). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para temperatura no presentó diferencias estadísticas significativas (α=0.05) en la primer fecha de evaluación, sin embargo, en el día ocho los frutos almacenados a 8 °C tuvieron el menor valor (0.70 mg·g⁻¹) y diferencia estadística a los frutos conservados a 0 y 23 °C con valores de 0.77 y 0.68 mg·g⁻¹, respectivamente. Al finalizar el almacenamiento (día catorce) el

mayor contenido de vitamina C en cáscara ($0.63 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) se presentó en los frutos almacenados a 0°C diferenciándose estadísticamente ($\alpha=0.05$) de los almacenados a 23°C (Cuadro 13). Reafirmando que el uso de bajas temperaturas en el almacenamiento de frutos de feijoa disminuye la degradación del ácido ascórbico.

Cuadro 14. Comparación de medias del contenido de vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en la interacción de fertilización x temperatura de frutos de feijoa (cáscara) en tres fechas de evaluación.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0°C	0.94	a ^z	0.84	a	0.64	ab
	8°C	0.97	a	0.69	ab	0.59	ab
	23°C	0.88	a	0.69	ab	0.52	b
40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0°C	0.76	a	0.84	a	0.62	ab
	8°C	0.91	a	0.78	ab	0.52	b
	23°C	0.88	a	0.59	b	0.60	ab
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0°C	0.86	a	0.76	ab	0.73	a
	8°C	0.84	a	0.74	ab	0.62	ab
	23°C	0.92	a	0.84	a	0.65	ab
Testigo	0°C	0.67	a	0.66	ab	0.52	b
	8°C	0.62	a	0.59	b	0.58	ab
	23°C	0.65	a	0.58	b	0.52	b
DMSH		0.35		0.23		0.15	
CV (%)		14.51		11.18		8.67	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

De acuerdo con la comparación de medias la interacción fertilización x temperatura no fue significativa en el día cero, mientras en la segunda fecha (ocho días) fue significativa observando el mayor contenido ($0.84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en los frutos tratados con 30, 40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si conservados a 0°C y 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si a 23°C con diferencia estadística a los frutos testigo (8 y 23°C) y 40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si (23°C) con los menores valores para la variable y nuevamente la interacción en el día catorce fue significativa, donde el mayor valor ($0.73 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) resultó en los frutos fertilizados con 40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si conservados a 0°C (Cuadro 14), concluyendo que el uso de silicato de magnesio en precosecha más el almacenamiento poscosecha a baja temperatura favorece la conservación de ácido ascórbico en la cáscara de los frutos de feijoa.

- **Contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa:

Los compuestos fenólicos son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, siendo secretados como mecanismo de defensa a condiciones de estrés, tales como infecciones, radiaciones UV, entre otros (Muñoz-Jáuregui et al., 2007). En fertilización la comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) mostró diferencia estadística en el día cero de almacenamiento, los frutos fertilizados con $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si mostraron el mayor contenido fenólico ($3.26 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$) similar al contenido obtenido con las otras concentraciones de estudio y con diferencia estadística a los frutos testigo ($2.14 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$) (Cuadro 15). Este fue diferente a lo obtenido en el día ocho y catorce donde no hubo diferencias estadísticas entre el contenido fenólico del resto de frutos tratados. Los resultados obtenidos son menores a los reportados por González-García (2016) quien evaluó cuatro accesiones de feijoa y en promedio obtuvo $13.72 \pm 6.70 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$ de base seca, de igual forma, Carvajal-Aguilar (2015) obtuvo valores de $13.10 \pm 0.48 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$ de base seca. En cambio, los datos tienen similitud a lo reportado en la variedad de guayaba “Pera” con $2.98 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$ y “manzana” con $2.58 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$ e inferiores a las variedades “Regional roja” con $5.08 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$ y “regional blanca” $4.96 \text{ mg ácido gálico}\cdot\text{g}^{-1}$, evaluadas por Rojas-Barquera & Narváez-Cuenca (2009).

Cuadro 15. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	$30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	3.06	ab ^z	2.43	a	2.78	a
	$40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	2.57	ab	2.81	a	1.98	a
	$50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	3.26	a	2.99	a	2.61	a
	Testigo	2.14	b	2.30	a	2.32	a
DMSH		1.11		0.96		1.30	
Temperatura	0 °C	2.30	b	2.76	ab	2.84	a
	8 °C	3.47	a	2.99	a	2.24	a
	23 °C	2.50	b	2.16	b	2.20	a
DMSH		2.51		0.75		1.02	

Fertilización*Temperatura	ns	ns	ns
CV (%)	31.00	28.27	41.45

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

*, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Por otro lado, el análisis del factor temperatura mostró diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en el día cero de almacenamiento, donde el mayor contenido fenólico resultó en los frutos conservados a 8 °C (3.47 mg ácido gálico·g⁻¹) diferenciándose estadísticamente de los frutos almacenados en las otras dos temperaturas evaluadas (0 y 23 °C). Del mismo modo, en el día ocho los frutos almacenados a 8 °C tuvieron el mayor contenido fenólico (2.99 mg ácido gálico·g⁻¹) diferenciándose estadísticamente de los frutos almacenados a 23 °C. En la última fecha de evaluación los frutos no presentaron diferencias estadísticas en las tres temperaturas de estudio. Esta respuesta se atribuye a que el fruto de feijoa es sensible a bajas temperaturas, en algunos frutos se observa que en productos no sensibles al frío cerca de 0 °C existen pocos cambios en los polifenoles, puesto que se ralentizan tanto la biosíntesis como la degradación. En contraposición, en frutos sensibles a las bajas temperaturas, la refrigeración induce daños que promueven la degradación de compuestos fenólicos algunos ejemplos de estos frutos son: piña, aguacate, mango, papaya y plátano (Vicente et al., 2017).

En las tres fechas evaluadas la interacción de fertilización x temperatura no fue estadísticamente significativa (Tukey, $\alpha=0.05$) en las tres fechas evaluadas.

Cuadro 16. Comparación de medias del contenido fenólico (mg·g⁻¹) en la interacción de fertilización x temperatura de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha		
		0	8	14
30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	2.08 b ^z	2.56 a	3.99 ab
	8 °C	3.98 ab	2.94 a	4.72 a
	23 °C	3.12 ab	1.80 a	1.83 ab
40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	3.12 ab	2.80 a	1.87 ab
	8 °C	2.37 ab	3.62 a	1.73 ab
	23 °C	2.23 b	2.02 a	2.36 ab
50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	2.31 ab	3.07 a	2.58 ab
	8 °C	4.81 a	3.45 a	2.76 ab
	23 °C	2.65 ab	2.46 a	2.51 ab

Testigo	0 °C	1.71	b	2.61	a	1.60	b
	8 °C	2.71	ab	1.97	a	3.26	ab
	23 °C	2.01	b	2.33	a	2.11	ab
DMSH		2.51		2.19		3.0942	
CV (%)		31		28.27		41.45	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara:

El análisis del factor fertilización señaló que el mayor contenido fenólico (10.31 mg ácido gálico·g⁻¹) en la primer fecha de valoración se presentó en los frutos fertilizados en precosecha con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con diferencia estadística ($\alpha=0.05$) respecto al testigo (6.94 mg ácido gálico·g⁻¹), mientras en la segunda los frutos tratados con 40 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si tuvieron el mayor contenido fenólico (15.57 y 16.23 mg ácido gálico·g⁻¹, respectivamente) y diferencia estadística significativa con los frutos sin aplicación (testigo). Al finalizar, a los catorce días los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si fueron los de mayor contenido fenólico (16.76 mg ácido gálico·g⁻¹) y estadísticamente diferente a los testigo y los fertilizados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (Cuadro 17). Los resultados obtenidos aumentaron del día cero al ocho y finalmente decrecieron en el día catorce, aun así, el contenido fenólico es mayor a lo obtenido en pulpa. Peng et al. (2019) mencionan que la cáscara de feijoa posee un mayor contenido fenólico que la pulpa, cuantificando un total de 15 compuestos fenólicos en extractos de feijoa, y siete fueron reportados por primera vez (epigallocatequina, procianidina B2, galato de epigallocatequina, miricetina-3-O-galactósido, galato de epicatequina, quercetina-3-ramnósido y quercetina-3-ramnósido).

Cuadro 17. Comparación de medias en el contenido fenólico (mg ácido gálico·g⁻¹) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	10.31	a ^z	13.61	ab	12.26	ab
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	8.80	ab	15.57	a	11.13	b
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	9.79	a	16.23	a	16.76	a
	Testigo	6.94	b	11.07	b	11.28	b
DMSH		2.63		4.14		4.64	

Temperatura	0 °C	8.09	a	13.72	a	10.68	b
	8 °C	9.73	a	13.72	a	15.82	a
	23 °C	9.05	a	14.92	a	12.07	b
DMSH		2.06		3.25		3.64	

Fertilización*Temperatura	ns	ns	ns
CV (%)	22.61	22.58	27.78

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para el factor temperatura no indicó diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) entre las temperaturas de almacenamiento de los frutos de feijoa en el día cero y ocho de almacenamiento. A diferencia del día catorce, donde los frutos con el mayor contenido fenólico (15.82 mg ácido gálico·g⁻¹) fueron los almacenados a 8 °C diferenciándose estadísticamente de los conservados a 0 y 23 °C. Deduciendo que la mejor temperatura de almacenamiento fue 8 °C para una mejor respuesta de la variable.

En las tres fechas de almacenamiento evaluadas la interacción de fertilización x temperatura no fue significativa ($\alpha=0.05$)

Cuadro 18. Comparación de medias del contenido fenólico en la interacción de fertilización x temperatura en cáscara de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	8.76	a ^z	13.96	a	11.71	b
	8 °C	11.22	a	11.80	a	13.16	b
	23 °C	10.94	a	15.06	a	11.91	b
40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	10.05	a	14.63	a	9.21	b
	8 °C	8.37	a	15.30	a	11.56	b
	23 °C	7.97	a	16.78	a	12.60	b
50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	7.84	a	14.64	a	11.84	b
	8 °C	11.08	a	16.94	a	24.54	ab
	23 °C	10.46	a	17.10	a	13.91	b
Testigo	0 °C	5.71	a	11.65	a	9.96	b
	8 °C	8.26	a	10.82	a	14.01	b
	23 °C	6.84	a	10.73	a	9.88	b
DMSH		5.96		9.38		10.51	
CV (%)		22.61		22.58		27.78	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Capacidad antioxidante (VCEAC mg·g⁻¹)**

Pulpa:

La capacidad antioxidante (CA) es toda sustancia que hallándose presente a bajas concentraciones, con respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula) retarda o previene la oxidación de dicho sustrato, por medio de varios mecanismos como la quelación de radicales libres y la intercepción de oxígeno libre. Los antioxidantes sintéticos han sido usados como aditivos alimentarios por décadas con el fin de mantener la calidad de los productos, previniendo la degradación de lípidos (Hamid et al., 2010; Rioja-Antezana, 2018). La comparación de medias para el factor fertilización señaló que el mayor valor de capacidad antioxidante (5.12 mg·g⁻¹) en la primer fecha de valoración fue en los frutos fertilizados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con diferencia estadística ($\alpha=0.05$) a los tratados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si y testigo (3.57 y 3.64 mg·g⁻¹, respectivamente) (Cuadro 19). En contraste, no hubo diferencias estadísticas en la segunda y tercer fecha de evaluación y el mayor valor de CA (5.55 mg·g⁻¹) se dio en los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si diferenciándose estadísticamente de los frutos testigo que mostraron el menor valor de la variable (4.17 mg·g⁻¹), demostrando que el uso de silicato de magnesio favorece la conservación de la capacidad antioxidante, existe alta relación entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante, la pérdida u oxidación de compuestos fenólicos genera la disminución en la capacidad antioxidante (Muñoz-Jáuregui et al., 2007); en la maduración suele haber mayor biosíntesis de estos compuestos, por lo que su contenido incrementa (Orazem et al., 2013). En este caso el contenido fenólico en pulpa tendió a disminuir conforme el fruto se acercaba a senescencia, comportamiento similar observado en la capacidad antioxidante en pulpa de los frutos de feijoa.

Cuadro 19. Comparación de medias de la capacidad antioxidante (mg·g⁻¹) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenado a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	4.53	ab ^z	10.56	a	4.97	ab
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	5.12	a	10.18	a	4.44	ab

		50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	3.57	b	10.15	a	5.55	a
		Testigo	3.64	b	10.15	a	4.17	b
DMSH			1.38		1.33		1.27	
Temperatura	0 °C		4.33	a	10.36	a	4.23	b
	8 °C		4.20	a	10.20	a	4.68	ab
	23 °C		4.11	a	10.21	a	5.44	a
DMSH			1.08		1.04		0.99	
Fertilización*Temperatura			*		ns		ns	
CV (%)			25.35		10.00		20.42	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

*, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

No hubo diferencias estadísticas en el análisis del factor temperatura para el día cero y ocho de almacenamiento, sin embargo, en el día catorce los frutos almacenados a 0 °C mostraron el menor valor de CA (4.23 mg·g⁻¹) y diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$) respecto a los frutos testigo (5.44 mg·g⁻¹) los cuales tuvieron el mayor valor, la CA mostró un comportamiento semejante al contenido fenólico, presentando una reducción de los valores a bajas temperaturas, esto puede atribuirse a que la CA de un fruto se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc. Los resultados de CA obtenidos en feijoa son superiores al comparar con valores reportados por Peñaloza & Rojano (2014) en otras especies como: mora (*Rubus glaucus*) con 4.60 - 6.0 mg·g⁻¹, piña (*Ananas comosus*) 1 - 1.5 mg·g⁻¹, guayaba (*Psidium guajava* L.) 3.76 - 3.94 mg·g⁻¹, en recursos vegetales promisorios de Perú, como: cereza (0.36 mg·g⁻¹), noni (0.23 mg·g⁻¹), carambola (0.055 mg·g⁻¹) (Muñoz-Jáuregui et al., 2007).

La interacción de los factores fertilización x temperatura resultó estadísticamente significativa en el día cero de almacenamiento, en cambio, no hubo diferencias significativas en el día ocho y catorce.

Cuadro 20. Comparación de medias de capacidad antioxidante (mg·g⁻¹) en la interacción de fertilización x temperatura en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha						
		0		8		14		
30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	0 °C	4.56	ab ²	11.38	a	4.35	a	
	8 °C	3.83	ab	9.92	a	5.64	a	

40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	23 °C	5.18	ab	10.38	a	4.94	a
	0 °C	5.20	ab	10.60	a	3.84	a
	8 °C	6.58	a	10.26	a	3.72	a
50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si	23 °C	3.58	ab	9.67	a	5.75	a
	0 °C	3.71	ab	9.67	a	5.70	a
	8 °C	3.27	b	10.15	a	5.38	a
Testigo	23 °C	3.72	ab	10.63	a	5.56	a
	0 °C	3.84	ab	9.81	a	3.02	a
	8 °C	3.11	b	10.49	a	4.00	a
	23 °C	3.96	ab	10.14	a	5.49	a
DMSH		3.14		3.02		2.87	
CV (%)		25.35		10.00		20.42	

^aValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara:

La comparación de medias para el factor fertilización en el día cero de almacenamiento mostró que los frutos con mayor valor de CA (17.73 mg·g⁻¹) fueron los fertilizados en precosecha con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si diferenciándose estadísticamente de los frutos tratados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con el menor valor de CA (16.11 mg·g⁻¹). Por el contrario, en el día ocho los frutos fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si resultaron los de mayor CA (23.36 mg·g⁻¹) y estadísticamente diferentes ($\alpha=0.05$) al resto de tratamientos. Al finalizar el experimento (día catorce) los frutos testigo presentaron el mayor valor de la variable (16.51 mg·g⁻¹) y diferencia estadística significativa a los tratados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (Cuadro 21).

Es importante mencionar que los valores de CA en cáscara superan en gran medida a los encontrados en pulpa y al paso de los catorce días de almacenamiento los datos muestran el mismo comportamiento a los obtenidos en pulpa, aumentando a los siete días de conservación y finalmente disminuyendo. Araya et al. (2006) mencionan que la forma del consumo de las frutas es una variable importante para considerar, en manzana (sin cáscara) se aprecia una reducción de alrededor de 50 % de la CA, debido a la pérdida de quercetina, flavonol presente en la cáscara. González-García (2016) menciona que la capacidad antioxidante es mayor en la cáscara de feijoa, tanto liofilizada

como deshidratada a comparación con pulpa, la cáscara presenta un alto valor nutracéutico debido a su contenido de antioxidantes y de vitamina C.

Cuadro 21. Comparación de medias de la capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en cáscara de feijoa fertilizadas en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	17.73	a ^z	20.45	b	14.76	ab
	40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	17.26	ab	20.98	b	14.40	b
	50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	16.11	b	23.36	a	15.22	ab
	Testigo	16.77	ab	20.85	b	16.51	a
DMSH		1.53		1.50		1.78	
Temperatura	0 °C	17.10	a	21.25	a	14.99	a
	8 °C	16.48	a	21.19	a	14.90	a
	23 °C	17.33	a	21.79	a	15.78	a
DMSH		1.20		1.18		1.40	
Fertilización*Temperatura		ns		*		ns	
CV (%)		6.94		5.41		9.02	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

No hubo diferencias estadísticas significativas en la comparación de medias para el factor temperatura de almacenamiento en las tres fechas de almacenamiento evaluadas, sin embargo, los frutos almacenados a temperatura ambiente mostraron el mayor valor en cualquier fecha de muestreo. La interacción de los factores (fertilización x temperatura) no fue significativa en el día cero, en cambio, fue significativa a los ocho días y finalmente en el día catorce no significativa.

Cuadro 22. Comparación de medias de la capacidad antioxidante en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	17.38	a ^z	20.31	b	14.46	a
	8 °C	17.11	a	20.83	b	14.48	a
	23 °C	18.71	a	20.22	b	15.33	a
40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	17.58	a	19.95	b	14.62	a
	8 °C	16.29	a	19.86	b	14.33	a
	23 °C	17.91	a	23.12	ab	14.26	a
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	16.58	a	24.46	a	14.86	a
	8 °C	16.34	a	22.79	ab	14.81	a
	23 °C	15.40	a	22.85	ab	15.99	a
Testigo		16.85	a	20.27	b	16.03	a

	8 °C	16.17	a	21.30	ab	15.97	a
	23 °C	17.28	a	20.98	b	17.53	a
DMSH		3.46		3.41		4.04	
CV (%)		6.94		5.41		9.02	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Azúcares totales (mg de glucosa·g⁻¹)**

Pulpa:

Los carbohidratos forman parte de la estructura de las células y funcionan como reservas de energía; algunos carbohidratos simples como sacarosa, glucosa y fructosa, se consideran atributos de calidad de los frutos. El proceso de maduración se asocia usualmente con el rompimiento de polímeros de carbohidratos, especialmente de sustancias pécticas y hemicelulosa, lo que cambia el sabor y la textura del fruto; por otra parte, el aumento de los azúcares lo hace más dulce y, por lo tanto, más aceptable (Solarte et al., 2010). La comparación de medias para el factor fertilización en el contenido de azúcares totales en el día cero de almacenamiento indicó diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$) entre los frutos testigo con el mayor valor (97.41 mg·g⁻¹), los tratados con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con el segundo valor de importancia (91.72 mg·g⁻¹) y los fertilizados con 40 y 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si con un menor contenido (89.46 y 89.63 mg·g⁻¹, respectivamente), muy diferente a los ocho días de almacenamiento donde no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 23). En el día catorce, el mayor contenido de azúcares totales resultó en frutos testigo (99.08 mg·g⁻¹) con diferencia estadística a los tratados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (96.35 mg·g⁻¹) siendo la concentración que mejores resultados presentó para la variable, el uso de silicato de magnesio favorece la rigidez de la pared celular y por consiguiente disminuye los cambios fisiológicos relacionados con la senescencia que llevan a la solubilización o despolimerización parcial o completa de polisacáridos de pared celular, como pectinas y celulosas (Gapper et al., 2013; Villamizar-Vargas et al., 2019). Según Peñuela (2004, como se citó en Rosero et al., 2020) los frutos en los primeros estados de desarrollo contienen cantidades mínimas de azúcares y mayor

cantidad de almidón, ácidos y fenoles, cuando se alcanza la madurez las células se alargan considerablemente y los contenidos de azúcar se incrementan. Esto se relaciona con la disminución del almidón debido que se hidrolizan por la maduración y pasan a transformarse en carbohidratos. Rodríguez et al. (2006) concluyen que para feijoa (clon Quimba), la sacarosa y la glucosa fueron los azúcares de mayor impacto durante la maduración del fruto.

Cuadro 23. Comparación de medias en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	91.72	b ^z	98.55	a	97.11	ab
	40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	89.46	c	100.32	a	96.35	b
	50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	89.63	c	99.87	a	97.56	ab
	Testigo	97.41	a	99.41	a	99.08	a
DMSH		1.84		1.89		2.03	
Temperatura	0 °C	92.20	ab	98.67	b	97.83	a
	8 °C	90.86	b	99.36	ab	97.63	a
	23 °C	93.11	a	100.58	a	97.12	a
DMSH		1.44		1.48		1.59	
Fertilización*Temperatura		**		*		*	
CV (%)		1.54		1.47		1.60	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

*, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

En la primer fecha de evaluación el análisis para el factor temperatura mostró diferencia estadística ($\alpha=0.05$) entre los frutos almacenados a 23 °C con el mayor contenido de azúcares y los conservados a 8 °C, mientras en la segunda fecha los frutos almacenados a 23 °C nuevamente mostraron el mayor valor (100.58 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) y estadísticamente se diferenciaron de los conservados a 0 °C (98.67 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$), por último, a los catorce días la comparación de medias no mostró diferencias estadísticas entre las tres temperaturas de almacenamiento.

La comparación de mediana de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el día cero fue altamente significativa ($\alpha=0.05$), los frutos fertilizados con 30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si conservados a 23 °C y los testigo en las tres temperaturas de almacenamiento fueron los de mayor contenido de azúcares y

estadísticamente distintos al resto de tratamientos, mientras en el octavo día la interacción fue significativa mostrando que los frutos tratados con 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si conservados a 23 °C fueron los de mayor contenido de azúcares (104.30 mg·g⁻¹) similar a los tratados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si conservados a 8 y 23 °C y los testigo a 8 °C y estadísticamente distinto al resto de tratamientos. A los catorce días los frutos fertilizados con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si conservados a 8 °C y los testigo almacenados a 23 °C fueron los de mayor valor (99.29 y 100.50 mg·g⁻¹, respectivamente) y estadísticamente diferentes a los fertilizados con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si almacenados a 23 °C (94.68 mg·g⁻¹).

Cuadro 24. Comparación de medias de fertilización x temperatura en el contenido de azúcares totales (mg·g⁻¹) en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	90.70	b ^z	98.61	b	97.36	ab
	8 °C	88.27	b	98.90	b	99.29	a
	23 °C	96.20	a	98.14	b	94.68	b
40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	89.57	b	98.38	b	96.71	ab
	8 °C	89.57	b	98.29	b	95.94	ab
	23 °C	89.24	b	104.30	a	96.40	ab
50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	89.71	b	98.06	b	98.60	ab
	8 °C	89.47	b	100.12	ab	97.17	ab
	23 °C	89.71	b	101.42	ab	96.92	ab
Testigo	0 °C	98.82	a	99.62	b	98.64	ab
	8 °C	96.12	a	100.12	ab	98.10	ab
	23 °C	97.29	a	98.48	b	100.50	a
DMSH		4.17		4.29		4.60	
CV (%)		1.54		1.47		1.60	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara:

La comparación de medias para el factor fertilización en la primer fecha de valorización evidenció que el mayor contenido de azúcares totales se dio en los frutos testigo (59.50 mg·g⁻¹) y estadísticamente se diferenció ($\alpha=0.05$) de los tratados con 30 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (56.10 mg·g⁻¹), mientras en el octavo día los frutos testigo fueron los de mayor valor y estadísticamente diferente al resto de tratamiento. Al finalizar el experimento, nuevamente los frutos testigo mostraron el mayor contenido de azúcares (61.09 mg·g⁻¹) con diferencia estadística a los

fertilizados con 50 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (57.65 mg·g⁻¹) y los tratados con 30 y 40 mg·L⁻¹ de MgO₃Si (54.69, 54.45 mg·g⁻¹, respectivamente) (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comparación de medias en el contenido de azúcares totales (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	56.10	c ^z	57.67	b	54.69	c
	40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	59.27	ab	56.66	b	54.45	c
	50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	56.53	bc	58.02	b	57.65	b
	Testigo	59.50	a	60.56	a	61.09	a
DMSH		2.89		1.75		2.09	
Temperatura	0 °C	56.72	b	56.37	c	55.25	b
	8 °C	54.73	b	57.77	b	55.49	b
	23 °C	62.10	a	60.54	a	60.17	a
DMSH		2.26		1.37		1.63	
Fertilización*Temperatura		*		ns		*	
CV (%)		3.85		2.31		2.82	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para el factor temperatura de almacenamiento en las tres fechas evaluadas mostró que los frutos testigo (23 °C) presentaron en mayor contenido de azúcares totales (62.10, 60.54 y 60.17 mg·g⁻¹) siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos, Este comportamiento puede ser explicado por el efecto de las bajas temperaturas, las cuales disminuyen la actividad de las amilasas que degradan el almidón, y la enzima sacarosa invertasa que desdobla la sacarosa (Yamaki, 1995 citado en Galvis et al., 2002).

La interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento resultó significativa en el día cero de almacenamiento, no significativa en el día ocho y significativa a los catorce, concluyendo que el uso de silicato de magnesio como fertilizante foliar en precosecha más el uso de bajas temperaturas de almacenamiento poscosecha reduce la maduración de los frutos.

Cuadro 26. Comparación de medias de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	54.76	c ^z	56.43	c	53.13	c
	8 °C	54.45	c	55.97	c	53.01	c
	23 °C	59.10	bc	60.62	ab	57.95	ab
40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	60.78	abc	55.57	c	52.29	c
	8 °C	54.51	c	55.95	c	52.59	c
	23 °C	62.52	ab	58.46	abc	58.48	ab
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	54.40	c	55.28	c	54.99	bc
	8 °C	54.53	c	57.62	bc	54.44	bc
	23 °C	60.65	abc	61.15	ab	62.52	a
Testigo	0 °C	56.94	bc	58.19	abc	60.61	a
	8 °C	55.45	c	61.55	ab	60.93	a
	23 °C	66.13	a	61.93	a	61.74	a
DMSH		6.55		3.96		4.73	
CV (%)		3.85		2.31		2.82	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa:

La pectinmetilesterasa (PME) cataliza la hidrólisis de metil ésteres del C-6 de residuos de ácido galacturónico, lo cual genera la desmetilación de las pectinas incrementando la susceptibilidad de los polímeros pécticos a la degradación por enzimas como poligalacturonasa (PG) y consecuentemente, la actividad de otras enzimas hidrolíticas de la propia pared celular (Díaz-Cruz, et al., 2016). En la primer evaluación la actividad de la enzima PME en el análisis para el factor fertilización mostró diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre los frutos testigo ($6.27 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) y los fertilizados con 30 y 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si , los cuales tuvieron los menores valores de actividad (2.38 y $2.44 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente), nuevamente en el octavo día los frutos testigo fueron los de mayor actividad ($11.53 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) y estadísticamente diferente a los tratados con 30 y 40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si . Finalmente, en el día catorce la comparación de medias no presentó diferencias significativas, indicando que al inicio de la madurez el silicio tiene un efecto positivo al disminuir la actividad enzimática y conforme aumenta la madurez de los frutos la actividad de la enzima PME es similar en los diferentes

tratamientos (Cuadro 27). He et al. (2015) identificó silicio en la pared celular de las plantas, donde forma enlaces covalentes con componentes de la pared celular, se especula que los polisacáridos de la pared y la lignina actúan como moldes para inducir la biosilificación. Isa et al. (2010) mostró que el suministro de Si resulta en un mayor crecimiento y acumulación de Si con la formación de solo unos pocos cuerpos de sílice, lo que sugiere que existe relación entre el Si con componentes de hemicelulosa (HC), pectinas y ligninas en la célula.

Además, los efectos del silicio sobre la regeneración de la pared celular se investigaron con microscopía confocal mediante combinación de escaneo láser (CLSM), las células vegetales pueden resintetizar rápidamente la pared celular después que se elimina y, por lo tanto, el protoplasto es un excelente proxy para el estudio de la regeneración de la pared celular, aunque los mecanismos de regeneración aún no son claros. Después del cultivo de protoplastos en presencia de (+Si) y ausencia de Si, observaron que el Si mejoraba tanto la cantidad y velocidad de regeneración de la pared celular a partir de protoplastos desnudos (Sheng & Chen, 2020; He et al., 2015).

Cuadro 27. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en pre cosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	2.38	b ^z	5.34	c	7.76	a
	40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	4.06	ab	6.49	bc	8.66	a
	50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	2.44	b	9.07	ab	8.03	a
	Testigo	6.27	a	11.53	a	8.83	a
DMSH		3.50		3.15		1.97	
Temperatura	0 °C	2.65	a	7.85	a	7.27	b
	8 °C	3.77	a	8.37	a	7.62	b
	23 °C	4.94	a	8.11	a	10.07	a
DMSH		2.74		2.47		1.54	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		71.17		29.92		18.23	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La temperatura no generó diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en la primer y segunda fecha evaluada durante el almacenamiento, en cambio, en el día catorce los frutos conservados a 23 °C presentaron la mayor actividad (10.07 UI·min·g⁻¹) y diferencia estadística respecto a las temperaturas de almacenamiento restantes, mostrando el efecto benéfico del uso de bajas temperaturas; de tal manera que, mientras más baja, los procesos metabólicos serán más lentos por lo que las bajas temperaturas promueven una mayor conservación de frutas y vegetales. La aplicación de frío por encima del punto de congelación del agua en el fruto reduce la velocidad de reacciones metabólicas al modificar la energía de activación, la velocidad máxima y la constante de Michaelis de las reacciones enzimáticas y la concentración de sustratos y productos de la reacción (Laminkanra & Richard, 2002; Artés-Calero & Artés-Hernández, 2002).

La interacción de los factores de estudio (fertilización x temperatura) no fue significativa en el análisis de varianza de las tres fechas de estudio.

Cuadro 28. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa (mg·g⁻¹) en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	3.71	a ^z	5.38	b	6.99	ab
	8 °C	1.55	a	5.37	b	7.43	ab
	23 °C	1.86	a	5.27	b	8.86	ab
40 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	2.28	a	5.93	b	8.03	ab
	8 °C	4.20	a	7.15	ab	8.54	ab
	23 °C	5.71	a	6.40	ab	9.41	ab
50 mg·L ⁻¹ de MgO ₃ Si	0 °C	0.88	a	8.52	ab	6.77	b
	8 °C	2.79	a	7.85	ab	6.67	b
	23 °C	3.66	a	10.85	ab	10.65	ab
Testigo	0 °C	3.73	a	11.57	ab	7.29	ab
	8 °C	6.55	a	13.12	a	7.83	ab
	23 °C	8.53	a	9.91	ab	11.37	a
DMSH		7.93		7.14		4.46	
CV (%)		71.17		29.92		18.23	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara:

En el día cero y catorce no hubo diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) para el factor fertilización, en cambio, en el octavo día de almacenamiento los frutos testigo resultaron los de mayor valor ($10.93 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) y se diferenciaron estadísticamente de los fertilizados con 30 y $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si con los menores valores de la variable (6.87 y $5.74 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) justificando lo expuesto en la actividad de la enzima PME en pulpa donde los valores en los frutos testigo fueron superiores a los tratamientos en los que se aplicó silicato de magnesio. Los valores de la actividad de la enzima PME son ligeramente superiores a los valores de pulpa (Cuadro 29).

Cuadro 29. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con silicato de magnesio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	3.78	a ^z	6.87	bc	11.38	a
	40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	5.62	a	5.74	c	11.78	a
	50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	4.86	a	9.34	ab	11.19	a
	Testigo	7.04	a	10.93	a	11.86	a
DMSH		4.41		3.57		1.95	
Temperatura	0 °C	5.42	a	7.39	a	10.43	b
	8 °C	4.89	a	7.43	a	10.68	b
	23 °C	5.67	a	9.84	a	13.54	a
DMSH		3.46		2.79		1.52	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		63.77		33.39		12.98	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

El análisis estadístico para el factor temperatura no presentó diferencias estadísticas en el día cero y ocho de almacenamiento poscosecha, sin embargo, en el día catorce los frutos conservados a baja temperatura mostraron la menor actividad (10.43 y $10.68 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) diferenciándose estadísticamente ($\alpha=0.05$) de los frutos almacenados a 23°C , corroborando los resultados obtenidos en pulpa y recalcando la importancia del uso de bajas temperaturas en el almacenamiento poscosecha de frutos de feijoa.

Cuadro 30. Comparación de medias en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	2.77	a ^z	7.54	ab	8.63	c
	8 °C	3.81	a	6.08	ab	12.10	abc
	23 °C	4.76	a	6.99	ab	13.41	ab
40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	3.63	a	4.92	ab	11.66	abc
	8 °C	8.70	a	4.49	b	10.54	abc
	23 °C	4.54	a	7.81	ab	13.16	ab
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de MgO_3Si	0 °C	9.09	a	7.21	ab	10.59	abc
	8 °C	1.92	a	7.81	ab	10.05	bc
	23 °C	3.57	a	13.00	a	12.94	abc
Testigo	0 °C	6.17	a	9.90	ab	10.86	abc
	8 °C	5.13	a	11.36	ab	10.05	bc
	23 °C	9.83	a	11.54	ab	14.67	a
DMSH		10.00		8.08		4.41	
CV (%)		63.77		33.39		12.98	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

La interacción de los factores fertilización x temperatura en las tres fechas de almacenamiento evaluadas no fueron significativas en la actividad de la enzima PME.

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de silicato de magnesio favoreció la disminución de pérdida de peso, firmeza, azúcares totales y la actividad de la enzima pectinmetilesterasa; incrementando los valores de capacidad antioxidante, contenido fenólico en cáscara y vitamina C en cáscara-pulpa. De igual forma, el factor temperatura (0 y 8 °C) retrasó los procesos metabólicos en los frutos, en contraste a 23 °C. La interacción de los factores de estudio (fertilización foliar + bajas temperaturas de almacenamiento) en la última fecha de evaluación (catorce días) benefició características fisicoquímicas como aumento de firmeza, vitamina C (cáscara y pulpa) y disminuyó la pérdida de peso. El contenido de sólidos solubles totales y azúcares totales se redujeron.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Morales, J. (2012). Métodos de conservación de alimentos (1ª edición). Red tercer milenio.
- Araya, H., Clavijo, C., & Herrera, C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56 (4), 361-365.
- Artés-Calero, F., & Artés-Hernández, F. D. A. (2002). Daños por frío en la postrecolección de frutas y hortalizas (299-310 pp.). En *Avances en Ciencia y Técnicas del frío*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Bernal, J. (2008). Response of rice and sugarcane to magnesium silicate in different soils of Colombia, South America. En *Proceedings of the 4 th International Conference on silicon in Agriculture* (pp. 26-31).
- Cabezas-Gutiérrez, A., Camus-Araya, F., Condori, W. E., González-Vallejos, F. A., & Mazuela-Águila, P. (2022). El silicio (Si) y su efecto mitigador del estrés salino en cultivos hortícolas. *Idesia (Arica)*, 40 (1), 129-133.
- Cacioppo, O. (1988). *La feijoa*. Ediciones Mundiprensa.
- Caicedo, L. M., & Chavarriaga, W. (2008). Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia. *Agronomía Colombiana*, 15 (1), 27-37.
- Cuastumal-Canacuan, H. G., Valencia-Murillo, B. L., & Ordóñez-Santos, L. E. (2016). Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. *Revista Lasallista de Investigación*, 13 (1), 85-93.
- Díaz-Cruz, C. A., Regalado, C., Morales-Sánchez, E., Velázquez, G., & Amaya-Llano, S. (2016). Determinación de actividad de pectinmetilesterasa parcialmente purificada de bagazo y pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) Var. Keitt. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1 (1) 406-410.

- Di-Matteo, A., Sacco, A., Anaclería, M., Pezzotti, M., Delledonne, M., Ferrarini, A., Frusciante, L., & Barón, A. (2010). The ascorbic acid content of tomato fruits is associated with the expression of genes involved in pectin degradation. *BMC Plant Biology*, 10 (1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-10-163>
- Feng-Ma, J., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in plant science*, 11 (8), 392-397. Doi: 10.1016/j.tplants.2006.06.007.
- Galvis, J. A., Arjona, H., Landwehr, T., Martínez, R., & Fischer, G. (2002). Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la conservación del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Van Dyke. *Agronomía Colombiana*, 19 (1-2), 23-35.
- Galvis, J. A., Arjona, H., & Martínez, R. (2002). Caracterización fisiológica del crecimiento y desarrollo del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Van Dyke en el municipio de el Espinal. *Agronomía Colombiana*, 20 (3), 39-45.
- Gapper, N. E., McQuinn, R. P., & Giovannoni, J. J. (2013). Molecular and genetic regulation of fruit ripening. *Plant Molecular Biology*, 82 (6), 575-591.
- García-Rivera, L. M., Váquiro-Herrera, H.A., & Solanilla-Duque, J. F. (2016). Physicochemical characterization and nutritional composition analysis of pineapple guava at three different ripening stages. *Agronomía Colombiana*, 34 (2), 217-227. Doi:10.15446/agron.colomb.v34n2.56030
- Gómez-Camacho, R., Rodríguez-Mendoza, M., Cárdenas-Soriano, E., Sandoval-Villa, M., & Colinas-León, M. T. (2006). Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara. *Revista Chapingo serie horticultura*, 12 (1), 69-75.

- Castellanos-González, L., Silva-Campos, C. N., & De Mello-Prado, R. (2015). El silicio en la resistencia de los cultivos a las plagas agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 36, 16-24.
- González-García, K. E. (2016). Comparación de las características físico químicas de la *Feijoa sellowiana* Berg. En poscosecha y procesada. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo]. Repositorio de la Universidad Autónoma Chapingo.
- González-García, K. E., Guerra-Ramírez, D., Del Ángel-Coronel, O. A., & Cruz-Castillo, J. G. (2018). Physical and chemical attributes of feijoa fruit in Veracruz, México. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 24 (1), 5-12. Doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.01.006>
- Gregori, G. (2007). La transpiración de frutas y verduras [Sesión de conferencia]. 17° Symposium internacional PHYTOMA. Infopost.
- Hagerman, A. E., & Austin, P.J. (1986). Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methylesterase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34 (3) 440-444. Doi: <https://doi.org/10.1021/jf00069a015>
- Hamid, A. A., Aiyelaagbe, O., Usman, L. A., Ameen, O. M., & Lawal, A. (2010). Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4 (8), 142-151.
- He, C., Ma, J., & Wang, L. (2015). A hemicellulose-bound form of silicon with potential to improve the mechanical properties and regeneration of the cell wall of rice. *New Phytologist*, 206 (3), 1051-1062. <https://doi.org/10.1111/nph.13282>
- Hernández-Valencia, R. D., Juárez-Maldonado, A., Pérez-Hernández, A., Lozano-Cavazos, C. J., Zermeño-González, A., & González-Fuentes, J. A. (2022). Influencia de fertilizantes orgánicos y del silicio sobre la fisiología, el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo de fresa. *Nova scientia*, 14 (28) 1-16.

- Hiwasa, K. & H. Ezura. (2014). Part I. Physiology and metabolism. En: Nath, P., M. Bouzayen, J. Pech & A. Mattoo. *Fruit ripening: Physiology, signalling and genomics* (pp. 1-99). CABI, London, UK.
- Isa, M., Bai, S., Yokoyama, T., Feng-Ma, J., Ishibashi, Y., Yuasa, T., & Iwaya-Inoue, M. (2010). Silicon enhances growth independent of silica deposition in a low-silica rice mutant, *Isi1*. *Plant and Soil*, 331 (1), 361-375.
- Jagota, S.K. & Dani, S.M. (1982). A new colorimetric technique for the estimation of vitamin C using Folin phenol reagent. *Analytical biochemistry*, 127 (1), 178-182. Doi:10.1016/0003-2697(82)90162-2
- De Jesús, E., Fátima, R., Guerrero, A., Araújo, J., & Brito, M. (2018). Growth and gas exchanges of arugula plants under silicon fertilization and water restriction. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (2), 119-124.
- Kaluwa, K., Bertling, I., Bower, J.P. & Tesfay, S. Z. (2010). Silicon application effects on 'Hass' avocado fruit physiology. *Anuario de la asociación de productores de Aguacate de Sudáfrica*, 33, 44-47.
- Kays, S.J., & Paull, R.E. (2004). *Postharvest biology*. Exxon Press, Athens, GA.
- Kitinoya, L., & Kader, A. A. (4ª edición). (2002). *Técnicas de manejo poscosecha a pequeña escala: Manual para los productos hortofrutícolas*. Centro de investigación e información en tecnologías poscosecha, Universidad de California, Davis.
- Lamikanra O. & Richard O. A. (2002). Effect of storage on some volatile aroma compounds in fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50 (14), 4043-4047. Doi: 10.1021/jf011470v.
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (3), 207-220.

- Márquez-Cardozo, C. J., Villacorta-Lozano, V., Yepes-Betancur, D. P., Ciro-Velásquez, H. J., & Cartagena-Valenzuela, J. R. (2012). Physiological and physicochemical characterization of the soursop (*Annona muricata* L. cv. Elita). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 65 (1), 6477-6486
- Mercado-Silva, E., Benito-Bautista, P., & Garcia-Velasco, M. A. (1998). Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central México. *Postharvest Biology and Technology*, 13 (2), 143-150.
- Munaretto, L. M., Silva, T., Botelho, R. V., & De Resende, J. T. V. (2020). Qualidade de amoras-pretas cv. Xavante tratadas em pré-colheita com silício. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 13 (1), 1-11.
- Muñoz-Jáuregui, A. M., Ramos-Escudero, D. F., Alvarado-Ortiz U., & Castañeda-Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73 (3), 142-149.
- Nada, M. M. (2020). Effect of Foliar Application with Potassium Silicate and Glycine Betaine on Growth and Early Yield Quality of Strawberry Plants. *Journal of Plant Production*, 11 (12), 1295-1302. Doi: 10.21608/jpp.2020.149800
- Orazem, P., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., & Hudina, M. (2013). Changes during the last ripening stage in pomological and biochemical parameters of the 'Redhaven' peach cultivar grafted on different rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 160, 326-334. Doi: 10.1016/j.scienta.2013.06.016
- Özgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Miller, A. R., & Scheerens, J. C. (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-

- Diphenyl-1- picrylhydrazyl (DPPH). Methods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (4), 1151-1157.
- Padh, H. (1990). Cellular functions of ascorbic acid. *Biochemistry and Cell Biology*, 68 (10), 1166-1173.
- Parra, A., & Fischer, G. (2013). Maduración y comportamiento poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7 (1), 98-110.
- Pasquariello, M. S., Mastrobuoni, F., Donatella, D. P., Zampella, L., Capuano, L. R., Scortichini, M., & Petriccione, M. (2015). Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) germplasm. *Scientia Horticulturae*, 191, 1-9.
- Peng, Y., Bishop, K. S., & Young-Quek, S. (2019). Extraction optimization, antioxidant capacity and phenolic profiling of extracts from flesh, peel and whole fruit of New Zealand grown feijoa cultivars. *Antioxidants*, 8 (5), 141.
- Peñaloza, J. K., & Rojano, B. A. (2014). Potenciación de la capacidad antioxidante mediante interacción sinergista entre bioactivos de frutas nativas colombianas. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 22 (33), 3-25.
- Quintero, V., Giraldo, G., Lucas, A. J., & Vasco, L. J. (2013). Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11 (1), 10-18.
- Rioja-Antezana, A. P., Vizaluque, B. E., Aliaga-Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *chenopodium quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, 35 (5), 168-176.

- Rodríguez-Félix, A., Hernández-Fortiz, J., & Ochoa-Villegas, M. A. (2011). Cambios en enzimas pectolíticas durante la maduración del durazno 'Flordaprince'. *Interciencia*, 36 (1), 65-70.
- Rodríguez, M., Arjona, H. E., & Galvis, J. A. (2006). Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 24 (1), 68-76.
- Rosero, L. D., Hernández, D. A., & Ortiz, D. P. (2020). Propiedades fisicoquímicas y nutricionales en la pre y poscosecha de la guayaba feijoa (*Acca sellowiana*), *Revista Hashtag*, 1 (16), 32-43.
- Sheng, H., & Chen, S. (2020). Plant silicon-cell wall complexes: Identification, model of covalent bond formation and biofunction. *Plant Physiology and Biochemistry*, 155, 13-19.
- Silveira, A. C., Oyarzún, D., Rivas, M., & Zaccari, F. (2016). Evaluación de la calidad poscosecha en frutos de guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). *Agrociencia* (Uruguay), 20 (2), 14-21.
- Solarte, M.E., Hernández, M. S., Morales, A. L., Fernández-Trujillo, J. P., & Melgarejo, L. M. (2010). Caracterización fisiológica y bioquímica del fruto de guayaba durante la maduración. En: Morales, A.L. y L.M. Melgarejo (eds.). *Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (P. guajava L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva* (pp. 85-119). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Tharanathan, R. N., Yashoda, H. M. & Prabha, T.N. (2006). Mango (*Mangifera indica* L.), "The King of Fruits": an Overview. *Food Reviews International*, 22 (2), 95-123. Doi: 10.1080/87559120600574493
- Valente, A., Morais, R., Couto, C., & Correia, J. H. (2004). Modeling, simulation and testing of a silicon soil moisture sensor based on the dual-probe heat-

- pulse method. *Sensors and Actuators A: Physical*, 115 (2-3), 434-439.
<https://doi.org/10.1016/j.sna.2004.04.056>
- Valle, M.E., & Rodríguez, G. (2011). Evaluación de la vitamina C por HPLC en el desarrollo poscosecha de tomate (*Solanum Lycopersicum* v. Dominator). *Revista ECIPerú*, 8 (1), 48-53. Doi: 10.33017/RevECIPeru2011.0009
- Velho, A.C., Do Amarante-Talamini, C.V., Argenta, L. C. & Steffensl, C. A. (2011). Influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (1), 14-20.
- Vicente, A. R., Concellón, A., Viña, S. Z., Lemoine, M. L., Rodoni, L., Zaro, M. J., Hasperue, J., Massolo, J. F., Ortíz, C. M., González-Forte, L., Quinteros, N., Valerga, L., Darré, M., Ortíz-Araque, L. C., & Pintos, F. (2017). Alteraciones de los polifenoles en la etapa de poscosecha. Grupo de investigación en tecnología poscosecha, centro de investigación y desarrollo en criotecnología de alimentos. *Actas de Seminario de polifenoles en frutas y hortalizas*.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/72815>
- Villagrán, M., Muñoz, M., Díaz, F., Troncoso, C., Celis-Morales, C., & Mardones, L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Revista chilena de nutrición*, 46 (6), 800-808.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000600800>
- Villamizar-Vargas, R., Quinceno-Gómez, C., & Giraldo-Giraldo, G. (2019). Comportamiento de características fisicoquímicas durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha. *Revista U. D. C. A. Actualidad y divulgación científica*, 22 (1), e 1159.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1159>
- Waterman, P.G., & Mole, S. (1994). *Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites*. Blackwell Scientific publications.

Witham, F. H., Blaydes, D. F., & Devlin, R. M. (1971). *Experiments in plant physiology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, U.S.A.

CAPITULO III. RESPUESTA POSCOSECHA DE FRUTOS DE FEIJOA (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) A LAS APLICACIONES FOLIARES PRECOSECHA DE MOLIBDATO DE AMONIO Y FRIGONSERVACIÓN.

POST HARVEST RESPONSE OF FEIJOA FRUIT (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret)
TO PRE-HARVEST FOLIAR APPLICATIONS OF AMMONIUM MOLYBDATE AND
COLD STORAGE.

RESUMEN

Las bases fisiológicas de los procesos de maduración de los frutos de feijoa durante la poscosecha no son bien conocidas, lo que hace difícil el establecimiento de estrategias de conservación de su calidad, por tanto, el objetivo fue evaluar los cambios que ocurren en las características físico-químicas en tres fechas de evaluación (0, 8 y 14 días de vida poscosecha) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio (100, 200 y 300 mg l⁻¹) y almacenados a tres temperaturas durante la poscosecha: 0, 8 y 23 °C. En el fruto se midió: peso, pérdida de peso, firmeza y sólidos solubles totales. Asimismo, en pulpa y cáscara se cuantificó: vitamina C, contenido fenólico, capacidad antioxidante, azúcares solubles totales y la actividad de la enzima pectinmetilesterasa. De acuerdo con los resultados obtenidos 100 mg l⁻¹ favoreció el peso, vitamina C (cáscara y pulpa) y capacidad antioxidante (cáscara), mientras 200 mg l⁻¹ mostró frutos de mejor firmeza, mayor contenido fenólico (pulpa) disminución en azúcares totales (pulpa) y finalmente, 300 mg l⁻¹ presentó mayor capacidad antioxidante (pulpa) y el menor valor de sólidos solubles totales y azúcares totales (cáscara). Las bajas temperaturas de almacenamiento (0 y 8 °C) causaron menor pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales y azúcares totales en cáscara y pulpa.

Palabras clave: molibdato de amonio, firmeza, calidad, vitamina C, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The physiological basis of the ripening processes of feijoa fruits during postharvest are not well known, which makes it difficult to establish strategies for the conservation of their quality, therefore, the objective was to evaluate the changes that occur in the physicochemical characteristics on three evaluation dates (0, 8 and 14 days of postharvest life) in feijoa fruits fertilized in preharvest with three doses of ammonium molybdate (100, 200 and 300 mg·L⁻¹) and stored at three temperatures during postharvest: 0, 8 and 23 °C. Fruit weight, weight loss, firmness and total soluble solids were measured. The following were also quantified in the pulp and peel: vitamin C, phenolic content, antioxidant capacity, total soluble sugars and the activity of the enzyme pectinmethylesterase. According to the results obtained, 100 mg·L⁻¹ favored weight, vitamin C (peel and pulp) and antioxidant capacity (peel), while 200 mg·L⁻¹ induced fruits of better firmness, higher phenolic content (pulp), decrease in total sugars (pulp) and finally, 300 mg·L⁻¹ generated fruits with higher antioxidant capacity (pulp) and the lowest value of total soluble solids and total sugars (peel). Low storage temperatures (0 and 8 °C) caused less loss of weight, firmness, total soluble solids and total sugars in peel and pulp.

Keywords: ammonium molybdate, firmness, quality, vitamin C, antioxidant capacity.

INTRODUCCIÓN

La información sobre el manejo poscosecha de feijoa es escasa, su período de maduración es muy corto, lo cual dificulta el comercio hacia regiones distantes cuando se transporta (Ramírez et al., 2005). Se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar tratamientos para mantener la calidad de los frutos una vez cosechados, pero, con pocos conocimientos acerca de las condiciones precosecha que influyen en el comportamiento poscosecha de estos (Fischer, 2005).

El molibdeno es absorbido por las plantas en forma de ion molibdato MoO_4^{2-} . Kaiser et al. (2005) mencionó que el molibdeno es un oligoelemento que se encuentra en el suelo y es necesario para el crecimiento de la mayoría de los organismos biológicos, incluidos plantas y animales, no es biológicamente activo, sino más bien encontrado predominantemente para ser una parte integral de un orgánico complejo de pterina llamado cofactor de molibdeno (Moco). Moco, es un grupo protésico, participa en el sitio activo de las enzimas Mo, como la nitrato reductasa, la xantina deshidrogenasa, aldehído oxidasa, sulfito oxidasa y la mitocondrial componente reductor de amidoxima. Estas enzimas juegan un papel importante en la asimilación de nitrato, la biosíntesis de fitohormonas, el metabolismo de las purinas, la desintoxicación de sulfitos y la reducción de una amplia gama de compuestos N-hidroxilados (Hille et al., 2011), así mismo, cumple, una función importante en fijación simbiótica de N en leguminosas y como activador enzimático en la reducción de nitrato por parte de la enzima nitrato reductasa. Los síntomas de deficiencia de Mo son muy variables entre plantas, pero en árboles frutales causan clorosis o amarillamiento de hojas viejas, deformación de hojas y reducción del crecimiento. Los contenidos de Mo en suelo y tejido foliar son muy bajos, lo que hace difícil con frecuencia su determinación mediante al análisis de suelos y foliares (Molina, 2002). Motivo por el que se planteó como objetivo determinar la calidad de los frutos de feijoa fertilizados vía foliar en precosecha con molibdato de amonio y almacenamiento a tres temperaturas durante poscosecha.

Asimismo, el almacenamiento poscosecha a bajas temperaturas es de suma importancia para mantener la calidad de los frutos, Wills et al. (1998) citado en Parra & Fischer (2013) expusieron que la prolongación de la vida en almacenamiento de los productos agrícolas usando bajas temperaturas (lo más cerca posible del punto más bajo que el producto puede resistir sin comprometer su calidad) se basa en la disminución de su intensidad respiratoria, la cual, a su vez, se relaciona con una reducción en la velocidad de la actividad enzimática.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. El material vegetal consistió en frutos de feijoa de la variedad Mammoth provenientes de plantas de 20 años. La fertilización foliar fue a todo el árbol, considerando que la mayoría de los frutos estaban de 1 cm de diámetro (polar) aproximadamente, la aplicación se realizó hasta madurez fisiológica periodo que comprendió de finales de julio de 2021 hasta inicios de septiembre del mismo año. Se llevaron a cabo tres aplicaciones foliares de molibdato de amonio con 12 días de diferencia entre cada una.

En el campo se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar para realizar las aplicaciones del fertilizante (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos para la aplicación del molibdato de amonio en campo.

Tratamiento	Concentración
T1	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T2	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T3	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
Testigo	Sin fertilizante

Se cosecharon al azar 108 frutos en madurez fisiológica y se transportaron al laboratorio de nutrición de frutales, donde se estableció un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4x3, generando doce tratamientos (Cuadro 2), cada uno con tres repeticiones de tres frutos, se almacenaron a 0, 8 y 23 °C, los frutos se evaluaron a los 0, 8 y 14 días después de la cosecha,

separando pulpa y cáscara para analizar la diferencia en algunas variables (vitamina C, contenido fenólico, capacidad antioxidante y azúcares solubles totales).

Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio fertilización x temperatura de almacenamiento.

Tratamiento	Temperatura	Fertilización
T1	0 °C	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T2	8 °C	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T3	23 °C	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T4	0 °C	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T5	8 °C	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T6	23 °C	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T7	0 °C	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T8	8 °C	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T9	23 °C	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O
T10	0 °C	Testigo
T11	8 °C	Testigo
T12	23 °C	Testigo

Para el análisis de resultados se utilizó el paquete estadístico SAS® Versión 9.2, llevándose a cabo un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$).

Las variables de estudio fueron:

- **Peso**

Todos los frutos se pesaron al momento de la cosecha y posteriormente en los estados de madurez que se estudiaron.

- **Pérdida de peso**

Para observar la disminución de peso los frutos se pesaron en cada fecha de evaluación (0, 8 y 14 días de vida poscosecha). Posteriormente, se calculó el porcentaje de pérdida de peso (PPP) mediante la siguiente formula:

$$\text{Pérdida de peso} = \left(\frac{\text{peso inicial (g)} - \text{peso final (g)}}{\text{peso inicial (g)}} \right) \times 100$$

- **Firmeza**

Se usó un penetrómetro digital marca Chatillon® modelo 25 LBF AMETEK con punta cónica de 7 mm de diámetro. Se realizaron tres mediciones por fruto, tomando como referencia dos medidas del plano ecuatorial y una del plano polar.

- **Sólidos solubles totales**

Se determinó mediante un refractómetro digital portátil ATAGO PAL-1 de la marca Pocket® (0 a 32 %). Se colocaron dos gotas de jugo del plano ecuatorial del fruto en el prisma del equipo y se tomó la lectura. Los resultados se reportaron en porcentaje de °Brix.

- **Vitamina C**

La cuantificación del contenido de vitamina C de los frutos se realizó con la técnica colorimétrica usando folín-ciocalteu descrita por Jagota & Dani (1982), la cual consiste en homogenizar la muestra con ácido tricloroacético y posteriormente centrifugar (10,000 rpm durante 20 minutos). Para la estimación de ácido ascórbico el extracto se diluyó con agua bidestilada y se adicionó folín diluido (1:10), las muestras se agitaron manualmente y 10 minutos después se midió la absorbancia en un espectrofotómetro Genesis 10 S UV-VIS a 760 nm usando agua destilada como blanco de lectura. Los datos se reportan como $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Contenido fenólico**

Los fenoles totales se determinaron por el método folín-Ciocalteu descrito por Waterman & Mole (1994), el cual consistió en pesar 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) después se homogenizó con alcohol etílico absoluto al 70 %. Las muestras (100 μL) se mezclaron con agua destilada y posteriormente se adicionaron 250 μL de reactivo folín, se agitaron durante dos minutos para finalmente añadir 750 μL de Na_2CO_3 (carbonato de sodio). Las muestras se leyeron a 760 nm en el espectrofotómetro usando agua destilada como blanco de lectura. Los resultados se reportan como $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Capacidad antioxidante**

Se determinó mediante el método ABTS descrito por Özgen et al. (2006) que se basa en homogenizar 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) con metanol, la muestra consiste en 30 μ L del extracto del fruto más 3.97 ml de ABTS preparado con buffer acetato pH 4.5 (1 ml de ABTS por cada 90 ml de buffer), este último se usará como blanco de lectura a 734 nm. La solución preparada de ABTS debe dar una absorbancia de 0.700 ± 0.010 a una longitud de onda de 734 nm. Las unidades utilizadas fueron: VCEAC (actividad antioxidante equivalente a vitamina C) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Azúcares totales**

El contenido de azúcares totales se cuantificó por el método de antrona, descrito por Witham et al. (1971). Se tomó 0.1 g del fruto (pulpa y cáscara) agregando 40 ml de alcohol, se evaporó en baño maría y el residuo se recuperó en 30 ml de agua destilada. Se utilizó 20 μ L de la solución y se ajustó con agua destilada a 2 ml, después se tituló con 3 ml de la mezcla de ácido sulfúrico más antrona. Posteriormente se colocaron a baño maría durante tres minutos. Finalmente, se leyó la absorbancia a 600 nm usando de blanco de lectura la mezcla de antrona y reemplazando la muestra por agua destilada. Los datos se expresan en $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (PF= peso fresco).

- **Enzima pectinmetilesterasa**

La actividad de la pectinmetilesterasa (PME) se midió basándose en el procedimiento espectrofotométrico de Hagerman & Austin (1986). Se homogenizó la muestra con 5 ml de NaCl (0.5 M) y pvpp (1 %) (w/v). Después de cuatro horas de agitación a 4 °C, las muestras se centrifugaron (17,000 rpm durante 30 minutos) y se ajustó su pH a 7.5. Se utilizó 300 μ L del extracto enzimático más 2.7 ml de solución a base de Buffer fosfato de potasio (3 mM) más pectina cítrica (0.1 %) y bromothymol (0.0015 %). Como blanco de muestra se reemplazó el extracto por 300 μ L de NaCl (1 M). Las lecturas de absorbancia se realizaron a 620 nm antes y después de incubar las muestras a 37 °C durante

10 minutos. Los datos se reportan como $\text{UI} \cdot \text{min} \cdot \text{g}^{-1}$ PF (UI= unidades internacionales y PF= peso fresco).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Peso (g)**

Para cualquier fecha de muestreo (cero, ocho y catorce días de vida poscosecha) las concentraciones de fertilización evaluadas generaron respuestas similares, los frutos de feijoa fertilizados en precosecha con $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio tuvieron un mayor peso (69.94, 67.49 y 60.99 g, respectivamente) y diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$) respecto al resto de tratamientos, de los cuales los frutos tratados con $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio mostraron el menor peso (29.62, 26.66 y 24.03 g, respectivamente) contemplando que el uso de molibdato de amonio incrementó el tamaño de los frutos (Cuadro 3). Molina (2002) menciona que el molibdeno cumple una función importante como activador enzimático en la reducción de nitrato por parte de la enzima nitrato reductasa (NR), a todo esto, una mayor actividad de la NR en las hojas se debe a la asimilación del nitrato, que ocurre en mayor cuantía en este tejido, que aportan la energía (ATP) y los agentes reductores (proveedores de electrones) necesarios para dicho proceso. En este sentido, la cantidad de clorofila se relaciona con una mayor acción de la NR (Taiz & Zeiger, 2013). El contenido de clorofila en hojas se presenta como una de las variables más importantes, es uno de los compuestos químicos más importantes de la biosfera, todos los organismos fotosintéticos dependen casi exclusivamente de la clorofila como compuesto especializado en la captación y transformación de la energía lumínica en energía química (ATP y NADPH), por lo cual esto puede reflejarse en un mayor rendimiento y calidad de las cosechas (Gómez-Martin, 2012; Zermeño-González et al., 2015). Longbottom et al. (2010) informaron que las aspersiones foliares de molibdeno en vides Merlot son un medio efectivo para aumentar el rendimiento y el tamaño de la baya.

Cuadro 3. Comparación de medias en el cambio de peso (g) en frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	29.62	c ^z	26.66	c	24.03	c
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	69.94	a	67.49	a	60.99	a
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	52.88	b	49.91	b	44.28	b
	Testigo	59.44	b	54.94	b	48.20	b
	DMSH	9.67		9.22		8.52	
Temperatura	0 °C	51.04	a	48.80	a	43.47	a
	8 °C	51.12	a	47.83	a	43.93	a
	23 °C	56.76	a	52.62	a	45.73	a
DMSH		7.58		7.23		6.68	
Fertilización*Temperatura		*		*		*	
CV (%)		14.05		14.26		14.77	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

En cuanto al factor temperatura (0, 8 y 23 °C) no hubo diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en las tres fechas de estudio. Finalmente, la interacción de los factores de estudio fue significativa en los frutos fertilizados con 200 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio en las tres temperaturas de almacenamiento fueron superiores y estadísticamente diferentes al peso de los frutos tratados con 100 mg L⁻¹ de molibdato de amonio en las tres temperaturas.

Cuadro 4. Comparación de medias en la interacción de fertilización x temperatura en el peso (g) de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	28.97	c ^z	26.77	c	24.57	c
	8 °C	29.10	c	25.83	c	23.77	c
	23 °C	30.80	c	27.37	c	23.77	c
200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	71.17	a	69.53	a	60.83	a
	8 °C	69.33	a	66.47	a	61.57	a
	23 °C	69.33	a	66.47	a	60.57	a

300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	44.23	bc	42.03		38.37	bc
				bc			
	8 °C	44.23	bc	42.03		38.37	bc
				bc			
Testigo	23 °C	70.17	a	65.67	a	56.10	ab
	0 °C	59.80	ab	56.87	ab	50.10	ab
	8 °C	61.80	ab	57.00	ab	52.00	ab
	23 °C	56.73	ab	50.97	ab	42.50	abc
DMSH		22.09		20.87		19.29	
CV (%)		14.18		14.26		14.77	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Pérdida de peso (%)**

La respiración y sobre todo aumentos en su tasa pueden afectar la calidad de la fruta, por ejemplo, producto del calor de respiración que aumenta la temperatura se produce pérdida de agua en el proceso y como consecuencia pérdida de peso, además, es posible observar en muchos casos una baja de la acidez porque los ácidos son usados como sustrato preferenciales para el proceso de respiración (Defilippi et al., 2013). Al inicio, la comparación de medias ($\alpha=0.05$) para el factor fertilización indicó que la pérdida de peso en el día cero de almacenamiento fue menor en los frutos testigo (0.23 %) a comparación de los tratamientos con aplicación de molibdato de amonio, en cuanto al octavo día los frutos tratados con 200 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio tuvieron el menor valor (3.50 %) y diferencia estadística a los fertilizados con 100 mg·L⁻¹ (10.12 %), en el día catorce no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Demostrando que el uso de 200 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio como fertilizante foliar en precosecha favoreció en la conservación del peso en frutos (Cuadro 5), Kaiser et al., (2005) expusieron que una de las funciones del molibdeno es como parte estructural esencial de una oxidasa que se convierte al aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA, donde tiene un efecto significativo sobre los niveles de ABA en las células vegetales, en consecuencia, la reducción de la transpiración a través de los estomas es una respuesta crucial regulada por ABA en plantas expuestas a estrés. El cierre de los poros estomáticos en las hojas es un mecanismo por el cual las plantas superiores regulan el balance hídrico. Las

células oclusivas o guardias, que integran el poro estomático, responden a cambios en los niveles hídricos (Rodríguez-Pérez, 2006).

Cuadro 5. Comparación de medias de la pérdida de peso (%) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0.75	a ^z	10.12	a	9.84	a
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0.69	a	3.50	b	9.42	a
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0.72	a	5.37	ab	10.81	a
	Testigo	0.23	b	7.64	ab	12.43	a
DMSH		0.20		5.62		4.77	
Temperatura	0 °C	0.48	b	4.95	a	10.27	ab
	8 °C	0.59	ab	7.11	a	8.27	b
	23 °C	0.72	a	7.92	a	13.33	a
DMSH		0.15		4.40		3.74	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		26.07		64.94		34.57	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Para el factor temperatura en la primer fecha de almacenamiento se encontró que los frutos almacenados a 23 °C fueron los de mayor pérdida de peso (0.72 %) diferenciándose estadísticamente de los conservados a 0 °C con el menor porcentaje de pérdida (0.48 %). Diferente a lo obtenido en el octavo día donde no hubo diferencias estadísticas entre las tres temperaturas de almacenamiento estudiadas. A los catorce días nuevamente los frutos almacenados a 23 °C fueron los de mayor pérdida de peso (13.33 %) y estadísticamente diferente a los conservados a 8 °C (8.27 %), los cuales mostraron la menor pérdida de peso, similar al estudio realizado por Rodríguez-Rodríguez et al. (2005) quienes evaluaron dos temperaturas de almacenamiento (19 y 8 °C) sobre el comportamiento poscosecha de pitahaya amarilla donde 8 °C favoreció el tiempo de duración de la fruta.

El análisis de varianza de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en las tres fechas estudiadas durante el almacenamiento.

Cuadro 6. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en la pérdida de peso de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	0.61	abc ^z	7.72	a	8.49	a
	8 °C	0.68	ab	11.43	a	8.08	a
	23 °C	0.96	a	11.21	a	12.95	a
200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	0.53	abc	2.24	a	12.09	a
	8 °C	0.68	ab	4.13	a	7.33	a
	23 °C	0.86	a	4.13	a	8.84	a
300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	0.60	abc	4.98	a	8.76	a
	8 °C	0.83	a	4.98	a	8.76	a
	23 °C	0.72	ab	6.17	a	14.92	a
Testigo	0 °C	0.17	c	4.87	a	11.75	a
	8 °C	0.16	c	7.90	a	8.90	a
	23 °C	0.35	bc	10.16	a	16.62	a
DMSH		0.45		12.73		10.81	
CV (%)		26.07		64.94		34.57	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Firmeza (kg/cm²)**

La firmeza es un atributo de la textura de las frutas y vegetales que está relacionada con el punto de cosecha, la pared celular de la fruta va cambiando la textura de ésta, haciéndola cada vez más blanda a medida que madura (Mohsenin, 1986 citado en Oliveros-Tascón et al., 2002). El resultado de la comparación de medias para el factor fertilización en el día cero y ocho de almacenamiento señaló que los frutos tratados con 200 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio presentaron la mayor firmeza (3.02 y 1.72 kg/cm², respectivamente) y se diferenciaron estadísticamente ($\alpha=0.05$) del resto de frutos tratados, con similitud a los frutos evaluados a los catorce días donde nuevamente los fertilizados con 200 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio mostraron la mayor firmeza (1.59 kg/cm²) con diferencia estadística a los frutos testigo (1.19 kg/cm²), observando que el uso de molibdato de amonio favorece la preservación de la firmeza de los frutos (Cuadro 7). La función mejor documentada del molibdeno en vegetales es como parte de la enzima nitrato reductasa, es una molibdoenzima que cataliza la reducción de

nitrito (NO_3^-) a nitrito ($-\text{NO}_2^-$) (Wencomo-Cárdenas, 2019). Raigón et al. (2006) señalaron que la existencia de nitrógeno de forma abundante colabora en la formación de clorofila, que aumenta la actividad fotosintética y por tanto el desarrollo vegetal. Una gran cantidad de nitrógeno hace que las células de las plantas lleguen más tarde a la senectud, manteniéndolas turgentes.

Cuadro 7. Comparación de medias de la firmeza (kg/cm^2) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	1.95	b ^z	1.16	b	1.30	ab
	200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	3.02	a	1.72	a	1.59	a
	300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	2.06	b	1.22	b	1.47	ab
	Testigo	1.41	b	1.48	ab	1.19	b
	DMSH	0.69		0.47		0.36	
Temperatura	0 °C	2.60	a	1.67	a	1.87	a
	8 °C	2.21	a	1.63	a	1.48	b
	23 °C	1.52	b	0.89	b	0.82	
	DMSH	0.54		0.36		0.28	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		25.40		25.98		20.21	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Para el factor temperatura en el día cero y ocho de almacenamiento poscosecha mostró un comportamiento similar, los frutos almacenados a 23 °C (1.52 y 0.89 kg/cm^2 , respectivamente) tuvieron mayor pérdida de firmeza diferenciándose estadísticamente ($\alpha=0.05$) de los almacenados a 0 y 8 °C. Respecto a los frutos en la última fecha de evaluación el valor de firmeza en las tres temperaturas de almacenamiento fueron diferentes estadísticamente, siendo los almacenados a 0 °C los de mayor firmeza (1.87 kg/cm^2) y los conservados a 23 °C los de menor valor (0.82 kg/cm^2) semejante a lo expuesto por Galvis et al., (2002) en el almacenamiento de mango variedad Van Dyke a tres temperaturas (7, 10 y 12 °C) comparando con los datos de pérdida de firmeza de frutos a temperatura

ambiente, siendo éstos últimos los de mayor pérdida mencionando que las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas que degradan los componentes de la pared celular.

De acuerdo con el análisis de varianza la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en las tres fechas de evaluación.

Cuadro 8. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la firmeza de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0	8	14			
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	2.50 abc ^z	1.38	abc	1.95	a	
	8 °C	2.12	bc	1.25	abc	1.32	ab
	23 °C	1.23	c	0.84	c	0.65	b
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	3.79	a	2.26	a	1.98	a
	8 °C	3.05	ab	1.92	ab	1.84	a
	23 °C	2.21	bc	0.97	bc	0.95	b
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	2.54	abc	1.44	abc	2.08	a
	8 °C	2.27	abc	1.26	abc	1.37	ab
	23 °C	1.36	c	0.97	bc	0.73	b
Testigo	0 °C	1.58	bc	1.58	abc	1.46	ab
	8 °C	1.39	c	2.11	a	1.38	ab
	23 °C	1.26	c	0.76	c	0.73	b
DMSH		1.57		1.06		0.82	
CV (%)		25.40		25.98		20.21	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Sólidos solubles totales (°Bx)**

El contenido de sólidos solubles totales (SST) es sinónimo de calidad interna, expresados como porcentaje de masa de materia fresca, presenta correlación positiva con el contenido de azúcares y, por tanto, generalmente es aceptado como una característica importante de calidad (Mata-Montaña & Méndez-Natera, 2009). La comparación de medias del factor fertilización reveló que no hay diferencia estadística en el contenido de SST en el día cero de almacenamiento, sin embargo, en el día ocho los frutos testigo se diferenciaron estadísticamente ($\alpha=0.05$) del resto de frutos tratados con el mayor valor de SST (18.76°Bx). Mientras en el día catorce los frutos tratados con 300 mg·L⁻¹ de molibdato de

amonio tuvieron el menor contenido de SST (13.29°Bx) y diferencia estadística con los frutos testigo y los tratados con 100 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio (15.13 y 14.87°Bx, respectivamente) (Cuadro 9). Li et al., (2017) estudiaron el efecto de la aspersión foliar de molibdeno (67.5, 135, 168.75, 202.5 g ha⁻¹) sobre los sólidos solubles totales en frutos de fresa concluyendo que el porcentaje de SST fue sustancialmente influenciado por la fertilización a base de molibdeno, donde el valor más alto se obtuvo en frutos tratados con 135 g ha⁻¹ de molibdeno atribuyendo dicha respuesta a la alta acumulación de fotosintatos en las hojas y frutos. Considerando que las actividades de sacarosa fosfato sintasa y otras enzimas metabolizadoras de sacarosa juegan un papel importante en la determinación del contenido de azúcar soluble de la fruta para muchas especies, y especialmente para estimular la acumulación de sacarosa, menciona que es muy probable que el molibdeno participe en la síntesis de estas enzimas (Lester et al. 2001; Hubbard et al. 2006; Raigón et al. 2006).

Cuadro 9. Comparación de medias en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) de frutos de feijoa fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	13.43	a ^z	15.80	b	14.87	a
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	12.90	a	15.70	b	14.28	ab
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	15.03	a	16.31	b	13.29	b
	Testigo	15.26	a	18.76	a	15.13	a
DMSH		2.56		1.02		1.35	
Temperatura	0 °C	13.83	a	16.06	b	13.63	b
	8 °C	14.26	a	16.58	ab	13.88	b
	23 °C	14.38	a	17.28	a	15.68	a
DMSH		2.01		0.80		1.06	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		13.94		4.73		7.23	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey (α=0.05). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Respecto a la comparación de medias para el factor temperatura en el primer día de almacenamiento (día cero) no hubo diferencias estadísticas, sin embargo, en el día ocho los frutos almacenados a 23 °C revelaron el mayor valor de SST (17.28 °Bx) diferenciándose estadísticamente de los conservados a 0 °C (16.06 °Bx). Finalmente, después de catorce días los frutos almacenados a 23 °C con el mayor contenido de SST (15.68 °Bx) expusieron diferencias estadísticas respecto a los conservados a 0 y 8 °C (13.63 y 13.88 °Bx, respectivamente), esto se atribuye a que el uso de refrigeración disminuye la tasa de respiración y de otros procesos metabólicos que conllevan a la maduración, senescencia, deterioro y pérdida de calidad de consumo (Imahori et al. 2008).

La interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en las tres fechas evaluadas durante la vida poscosecha.

Cuadro 10. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	13.50	a ^z	15.47	c	14.30	abc
	8 °C	12.80	a	15.67	c	14.73	abc
	23 °C	14.00	a	16.27	bc	15.57	ab
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	12.07	a	15.42	c	13.67	bc
	8 °C	13.90	a	15.90	c	13.63	bc
	23 °C	12.73	a	15.77	c	15.53	abc
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	14.73	a	15.67	c	12.67	bc
	8 °C	15.10	a	16.20	c	12.50	c
	23 °C	15.27	a	17.07	bc	14.70	abc
Testigo	0 °C	15.03	a	17.70	bc	13.87	abc
	8 °C	15.23	a	18.53	ab	14.63	abc
	23 °C	15.50	a	20.03	a	16.90	a
DMSH		ns		ns		ns	
CV (%)		13.94		4.73		7.23	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa

La vitamina C o ácido ascórbico es una lactona de seis carbonos la cual se sintetiza a partir de la glucosa en muchos animales. Funciona como un cofactor en diversas reacciones de hidrolización y amidación. De este modo, se requiere para facilitar la conversión de algunos residuos de prolina y lisina que se encuentran en la procolágena, para la síntesis de colágeno (Ordóñez-Santos et al., 2013). Los resultados obtenidos para el factor fertilización en el día cero de almacenamiento señalan que el mayor contenido de vitamina C en pulpa lo obtuvieron los frutos fertilizados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y estadísticamente se diferenciaron ($\alpha=0.05$) del resto de frutos. En el día ocho y catorce los frutos testigo mostraron el menor contenido de vitamina C (0.36 y $0.32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) siendo diferentes estadísticamente a los tratados con 100 y $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio (Cuadro 11). Kostova (2010) realizó un estudio sobre el efecto del molibdeno en el contenido de vitamina C en diferentes frutas demostrando que altas concentraciones de molibdeno en el fruto ($10\text{-}11 \text{ mg kg}^{-1}$) tiene efectos positivos sobre el contenido de vitamina C. De igual forma, Cheng (1994, citado en Sabatino et al., 2019) suministraron molibdeno (molibdato de sodio) en fresa y frambuesa concluyendo que el contenido de ácido ascórbico aumentó linealmente con las tasas de aplicación de Mo.

Cuadro 11. Comparación de medias del contenido de vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	$100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.33	b ^z	0.43	a	0.45	a
	$200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.39	a	0.48	a	0.43	ab
	$300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.45	a	0.42	ab	0.37	bc
	Testigo	0.41	a	0.36	b	0.32	c
	DMSH	0.06		0.06		0.07	
Temperatura	0°C	0.41	a	0.44	a	0.42	a
	8°C	0.35	b	0.43	a	0.39	a
	23°C	0.42	a	0.41	a	0.37	a

DMSH	0.04	0.05	0.05
Fertilización*Temperatura	ns	ns	ns
CV (%)	11.74	12.29	14.09

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

En cuanto a la comparación de medias para el factor temperatura en la primer fecha de evaluación evidenció que los frutos conservados a 8 °C fueron los de menor contenido de vitamina C ($0.35 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) y estadísticamente diferentes a los almacenados a 0 y 23 °C. Mientras en el segundo y tercero no hubo diferencias estadísticas entre temperaturas. El análisis de varianza de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en las tres fechas de estudio.

Cuadro 12. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0 °C	0.31	bc ²	0.45	ab	0.43	ab
	8 °C	0.26	c	0.43	ab	0.47	ab
	23 °C	0.41	ab	0.42	ab	0.43	ab
200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0 °C	0.40	ab	0.48	a	0.48	a
	8 °C	0.35	bc	0.47	ab	0.39	abc
	23 °C	0.43	ab	0.48	a	0.42	abc
300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0 °C	0.48	a	0.44	ab	0.37	abc
	8 °C	0.42	ab	0.43	ab	0.40	abc
	23 °C	0.45	a	0.40	ab	0.35	abc
Testigo	0 °C	0.44	ab	0.38	ab	0.39	abc
	8 °C	0.39	abc	0.38	ab	0.32	bc
	23 °C	0.40	ab	0.33	b	0.26	c
DMSH		0.13		0.15		0.16	
CV (%)		11.74		12.29		14.09	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara

El contenido de vitamina C (cáscara) en el día cero de almacenamiento fue mayor en los frutos fertilizados en precosecha con 200 y 300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de

amonio (0.67 y $0.74 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) mostrando diferencia estadística a los tratados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio ($0.55 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). Por otro lado, en el octavo día los frutos fertilizados con $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio revelaron el mayor valor de vitamina C ($0.73 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) con diferencia estadística significativa a los tratados con $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y testigo (0.62 y $0.61 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) (Cuadro 13). En el día catorce, el mayor contenido de vitamina C se presentó en los frutos fertilizados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio ($0.81 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) y estadísticamente se diferenciaron de los frutos testigo ($0.54 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$), los cuales tuvieron la mayor pérdida de vitamina C, es importante mencionar que los resultados de la variable fueron mayores en cáscara a lo obtenido en pulpa coincidiendo con Phan-Thi et al. (2019) quienes hallaron que en cáscara los valores son superiores ($0.95 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) a lo resultante en pulpa de feijoa ($0.51 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$).

Cuadro 13. Comparación de medias en el contenido de vitamina C ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	$100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.55	b ^z	0.70	ab	0.81	a
	$200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.67	a	0.73	a	0.64	b
	$300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	0.74	a	0.62	b	0.58	bc
	Testigo	0.65	ab	0.61	b	0.54	c
	DMSH	0.11		0.10		0.08	
Temperatura	0°C	0.63	ab	0.66	a	0.65	a
	8°C	0.62	b	0.68	a	0.66	a
	23°C	0.71	a	0.66	a	0.62	a
DMSH		0.08		0.08		0.06	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		*	
CV (%)		13.05		11.97		9.77	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Para el factor temperatura en la primer fecha de evaluación indicó el mayor valor de vitamina C ($0.71 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en los frutos almacenados a 23°C y estadísticamente

se diferenciaron de los conservados a 8 °C (0.62 mg·g⁻¹) con el menor valor. En cuanto al día ocho y catorce no hubo diferencias estadísticas en la comparación de medias. De acuerdo con el análisis de varianza la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa en el día cero y ocho, en cambio, en el catorce de almacenamiento la interacción es significativa.

Cuadro 14. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura en el contenido de vitamina C (mg·g⁻¹) en frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	0.47	b ^z	0.68	a	0.75	ab
	8 °C	0.52	ab	0.73	a	0.84	a
	23 °C	0.67	ab	0.69	a	0.85	a
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	0.62	ab	0.71	a	0.73	ab
	8 °C	0.63	ab	0.73	a	0.61	bc
	23 °C	0.76	a	0.75	a	0.59	bc
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	0.74	a	0.58	a	0.59	bc
	8 °C	0.71	ab	0.68	a	0.61	bc
	23 °C	0.76	a	0.61	a	0.52	c
Testigo	0 °C	0.67	ab	0.66	a	0.52	c
	8 °C	0.62	ab	0.59	a	0.58	bc
	23 °C	0.65	ab	0.58	a	0.52	c
DMSH		0.25		0.23		0.18	
CV (%)		13.05		11.97		9.77	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey (α=0.05). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Contenido fenólico (mg·g⁻¹)**

Pulpa

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas y se caracterizan por presentar en su estructura uno o más anillos aromáticos unidos a uno o más grupos hidroxilo (OH) responsables de la capacidad, de atrapar y/o estabilizar radicales libres y quelar iones metálicos que pueden actuar como pro-oxidantes (Blasa et al., 2010). La comparación de medias del contenido fenólico en la primer fecha de evaluación indicaron que los frutos tratados con 100 y 200 mg l⁻¹ de molibdato de amonio fueron superiores (3.72 y 3.66 mg·g⁻¹) y estadísticamente diferentes a los frutos testigo (2.14 mg·g⁻¹), comportamiento similar se observó en el día catorce donde los mismos tratamientos presentaron

el mayor contenido fenólico (2.65 y 3.22 mg·g⁻¹, respectivamente) y los testigo el menor (2.32 mg·g⁻¹). Mientras en el octavo día no hubo diferencias estadísticas significativas entre los frutos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias del contenido fenólico (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	3.72	a ^z	3.14	a	2.65	a
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	3.66	a	2.51	a	3.22	a
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	2.83	ab	2.65	a	2.80	ab
	Testigo	2.14	b	2.30	a	2.32	b
DMSH		1.10		1.24		0.75	
Temperatura	0 °C	3.35	a	2.67	a	2.52	a
	8 °C	3.25	a	2.99	a	2.89	a
	23 °C	2.65	a	2.29	a	2.84	a
DMSH		0.86		0.97		0.58	
Fertilización*Temperatura		ns		ns		ns	
CV (%)		27.53		36.12		21.02	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey (α=0.05). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

El factor temperatura de almacenamiento no tuvo diferencias estadísticas significativas y de igual forma, la interacción de fertilización x temperatura no fue significativa en las tres fechas analizada (Tukey, α =0.05).

Cuadro 16. Comparación de medias de la interacción de los factores fertilización x temperatura en el contenido fenólico (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	4.20	ab ^z	3.03	a	2.41	ab
	8 °C	3.37	ab	3.95	a	2.74	ab
	23 °C	3.58	ab	2.44	a	2.80	ab
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	4.60	a	2.39	a	3.25	ab
	8 °C	3.63	ab	2.81	a	2.96	ab
	23 °C	2.74	ab	2.33	a	3.46	a
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	2.90	ab	2.65	a	2.81	ab

Testigo	8 °C	3.30	ab	3.22	a	2.61	ab
	23 °C	2.28	ab	2.08	a	2.99	ab
	0 °C	1.71	b	2.65	a	1.60	b
	8 °C	2.71	ab	3.22	a	3.26	ab
	23 °C	2.01	b	2.08	a	2.11	ab
DMSH		2.50		2.8184		1.70	
CV (%)		27.53		36.12		21.02	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara

La comparación de medias para el factor fertilización en el día cero apuntó que el mayor contenido fenólico ($10.71 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) resultó en los frutos fertilizados con 100 y 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y no mostraron diferencia a los frutos tratados con 300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y testigo, los cuales presentaron el menor contenido (8.64 y $7.16 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente). Mientras en el día ocho y catorce la comparación de medias no señaló diferencias estadísticas entre las diferentes concentraciones de fertilizante analizadas. El contenido fenólico en cáscara es mayor a lo expuesto en pulpa de feijoa, similar a lo obtenido por Karsli (2020) quien evaluó el contenido fenólico en hojas, cáscara y pulpa de feijoa y concluye que el mayor CF se reflejó en hojas y cáscara siendo aproximadamente tres veces mayor a lo resultante en pulpa (Cuadro 17).

Cuadro 17. Comparación de medias del contenido fenólico ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados en poscosecha a tres diferentes temperaturas.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	10.71	a ^z	10.75	a	11.31	a
	200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	10.71	a	10.13	a	11.77	a
	300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	8.64	b	9.76	a	11.99	a
	Testigo	7.16	b	11.07	a	11.95	a
	DMSH	1.99				2.17	
Temperatura	0 °C	8.26	b	10.33	a	10.45	b
	8 °C	10.33	a	9.77	a	12.35	a
	23 °C	9.33	ab	11.19	a	12.47	a
DMSH		1.56		3.04		1.70	

Fertilización*Temperatura	ns	ns	*
CV (%)	16.50	28.65	14.24

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

Para temperatura la comparación de medias ($\alpha=0.05$) en la primer fecha de evaluación mostró que los frutos almacenados a 8 °C muestran el mayor contenido fenólico (10.33 mg·g⁻¹) y son estadísticamente diferente a los conservados a 0 °C donde el valor fue el más bajo (8.26 mg·g⁻¹). En el día ocho no hubo diferencias estadísticas entre las tres temperaturas y finalmente, a los catorce días los frutos conservados a 0 °C tuvieron el menor contenido (10.45 mg·g⁻¹) y diferencia estadística respecto a los almacenados a 8 y 23 °C (12.35 Y 12.47 mg·g⁻¹, respectivamente).

En cuanto a la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en la primer y segunda fecha, en cambio, la interacción fue significativa en el día catorce donde los frutos fertilizados en precosecha con 300 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio y almacenados a 23°C manifestaron el mayor contenido fenólico (14.91 mg·g⁻¹) y estadísticamente se diferenciaron de los frutos testigo conservados a 0 °C (9.96 mg·g⁻¹).

Cuadro 18. Comparación de medias del contenido fenólico en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	10.09	abc ^z	10.64	a	11.15	ab
	8 °C	11.22	ab	9.83	a	11.32	ab
	23 °C	10.81	abc	11.79	a	11.46	ab
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	8.74	abc	10.46	a	10.51	ab
	8 °C	12.34	a	8.36	a	13.17	ab
	23 °C	11.06	ab	11.57	a	11.63	ab
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	7.82	bc	8.58	a	10.16	ab
	8 °C	9.49	abc	10.06	a	10.91	ab
	23 °C	8.60	abc	10.65	a	14.91	a
Testigo	0 °C	6.38	c	11.65	a	9.96	b
	8 °C	8.26	abc	10.82	a	14.01	ab
	23 °C	6.84	bc	10.73	a	11.88	ab
DMSH		4.51		8.79		4.92	

CV (%)	16.50	28.65	14.24
^z Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.			

- **Capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa

Los antioxidantes son compuestos que disminuyen las reacciones de oxidación causadas por el oxígeno atmosférico en diferentes biomoléculas. La oxidación provoca cambios en los atributos de calidad, disminuyendo la vida útil de numerosos productos de las industrias de los alimentos, los cosméticos y los polímeros (Restrepo et al., 2010). La comparación de medias del factor fertilización señaló que en el día cero de almacenamiento el mayor contenido de capacidad antioxidante (CA) ($9.92 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) se obtuvo en los frutos fertilizados en precosecha con $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio diferenciándose estadísticamente de los frutos testigo con el menor contenido ($8.86 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). Mientras en la evaluación del día ocho de almacenamiento la mayor CA resultó en frutos tratados con 100 y $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio (6.28 y $4.78 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) siendo estadísticamente diferentes a los tratados con $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y testigo (9.76 y $10.93 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente). En cambio, en el día catorce los frutos fertilizados con $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio mostraron el mayor contenido ($9.64 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) y fueron estadísticamente diferentes al resto de tratamientos, siendo la concentraciones que presentó mejores resultados (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de medias de la capacidad antioxidante de frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	$100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	9.70	ab ^z	6.28	b	5.64	b
	$200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	9.92	a	4.78	b	3.47	c
	$300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	9.48	ab	9.76	a	9.64	a
	Testigo	8.86	b	10.93	a	3.62	c
DMSH		0.91		1.73		1.89	

Temperatura	0 °C	9.73	a	6.27	b	4.67	b
	8 °C	9.43	a	9.42	a	5.74	ab
	23 °C	9.32	a	8.12	a	6.37	a
DMSH		0.72		1.36		1.48	

Fertilización*Temperatura	ns	**	**
CV (%)	7.45	16.84	26.06

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

En temperatura de almacenamiento no hubo diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en el día cero de almacenamiento, sin embargo, en el día ocho el menor valor resultó en frutos conservados a 0 °C (6.27 mg·g⁻¹) y estadísticamente se diferenciaron de los almacenados a 8 y 23 °C. Mientras en la última fecha analizada nuevamente los frutos conservados a 0 °C presentaron el menor contenido (4.67 mg·g⁻¹) y diferenciándose estadísticamente de los almacenados a 23 °C (6.37 mg·g⁻¹).

No fue significativa ($\alpha=0.05$) la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el día cero, mientras en el día ocho y catorce la interacción fue altamente significativa.

Cuadro 20. Comparación de medias de la capacidad antioxidante en la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	10.65	a ^z	4.71	b	4.75	b
	8 °C	9.38	a	9.44	a	5.81	b
	23 °C	9.07	a	4.69	b	6.37	b
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	9.90	a	4.49	b	5.80	b
	8 °C	9.45	a	4.97	b	2.31	b
	23 °C	10.41	a	4.86	b	2.31	b
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	9.20	a	4.38	b	5.13	b
	8 °C	10.10	a	12.78	a	10.84	a
	23 °C	9.15	a	12.12	a	12.96	a
Testigo	0 °C	9.17	a	11.48	a	3.02	b
	8 °C	8.78	a	10.49	a	4.00	b
	23 °C	8.63	a	10.81	a	3.83	b
DMSH		2.08		3.93		4.29	
CV (%)		7.45		16.84		26.06	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara

Con relación al factor fertilización no hubo diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) en la evaluación realizada el día cero de almacenamiento, en cambio, en el octavo día los frutos testigo expusieron mayor capacidad antioxidante (CA) en cáscara ($15.63 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) siendo estadísticamente diferentes al resto de tratamientos con valores menores. Muy diferente al día catorce, donde los frutos fertilizados con 100 y $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio tuvieron mayor CA (15.93 y $15.73 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) diferenciándose estadísticamente de los frutos testigo ($14.62 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) (Cuadro 21). Evidenciando un mayor contenido de capacidad antioxidante en la cáscara del fruto, Cabel-Barreto et al. (2022) mencionan que la actividad antioxidante de las cáscaras de fruta en su mayoría presenta altos porcentaje de inhibición de radicales empleado en los diversos métodos, algunas incluso en mayor proporción que la misma pulpa de la fruta. En este sentido, Weston (2010) dice que la mayor parte de la actividad antioxidante del fruto de feijoa reside en el grupo de las proantocianidinas de los productos polifenólicos, que por lo general proporciona a la fruta un efecto astringente y a veces sabor amargo y cabe destacar que la piel forma una masa apreciable de todo el fruto y se caracteriza por ser agrio (ácido) y amarga (astringente) razón por la que se asume que tiene mayores valores de capacidad antioxidante.

Cuadro 21. Comparación de medias de la capacidad antioxidante ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante la poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	17.86	a ^z	13.16	b	15.93	a
	200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	17.06	a	13.03	b	14.93	ab
	300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	17.77	a	12.08	b	15.73	a
	Testigo	16.66	a	15.63	a	14.62	b
DMSH		1.24		1.13		1.09	
Temperatura	0 °C	17.20	ab	12.83	b	14.25	b

	8 °C	16.85	b	14.42	a	15.59	a
	23 °C	17.96	a	13.18	b	16.07	a
DMSH		0.97		0.89		0.86	

Fertilización*Temperatura	**	**	**
CV (%)	5.53	6.50	5.52

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para el factor temperatura de almacenamiento en la primer fecha de valoración señaló el mayor valor de CA en los frutos almacenados a 23 °C (17.96 mg·g⁻¹) y diferencia estadística con los frutos conservados a 8 °C (16.85 mg·g⁻¹). Contrario al día ocho donde los frutos a 8 °C indicaron el mayor valor de CA (14.42 mg·g⁻¹) y con diferencia estadística a las dos temperaturas restantes. En el día catorce los frutos conservados a 0 °C tuvieron el menor contenido diferenciándose estadísticamente de los almacenados a 8 y 23 °C (15.59 y 16.07 mg·g⁻¹, respectivamente).

En las tres fechas de evaluación la interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento fue altamente significativa ($\alpha=0.05$) en las tres fechas de evaluación en la capacidad antioxidante de frutos de feijoa (cáscara).

Cuadro 22. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la capacidad antioxidante de frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	18.95	ab ²	12.78	bc	14.63	c
	8 °C	18.99	ab	13.54	b	17.54	ab
	23 °C	15.66	c	13.15	bc	15.61	bc
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	15.96	c	13.54	b	13.77	c
	8 °C	16.38	bc	13.56	b	15.42	bc
	23 °C	18.82	ab	12.00	bc	15.60	bc
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	17.38	abc	12.05	bc	14.25	c
	8 °C	15.85	c	13.61	b	14.75	c
	23 °C	20.07	a	10.59	c	18.20	a
Testigo	0 °C	16.52	bc	12.94	bc	14.36	c
	8 °C	16.17	bc	16.96	a	14.63	c
	23 °C	17.28	abc	16.98	a	14.87	c
DMSH		2.82		2.57		2.48	
CV (%)		5.53		6.50		5.52	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Azúcares totales ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa

La glucosa y la fructosa se incrementan en las primeras fases de maduración del fruto, debido a que la mayoría de estos acumulan almidón en sus estados iniciales y se originan azúcares más sencillos durante la maduración por efecto de la marcada actividad de las enzimas α -amilasa, β -amilasa y almidón fosforilasa (Kays 1997 citado en Álvarez-Herrera et al., 2009). En la primer fecha de evaluación (día cero) la comparación de medias de fertilización señaló diferencia estadística entre los frutos testigo ($99.30 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) con el mayor contenido de azúcares y el resto de los tratamientos, muy diferente a los resultados del octavo día donde el mayor valor fue en los frutos tratados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio ($103.87 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos. Mientras en el día catorce nuevamente los frutos testigo indicaron un mayor contenido de azúcares ($94.63 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) similar a los tratados con $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio y diferencia estadística significativa con los tratados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de molibdato de amonio ($89.16 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) (Cuadro 23), esto se puede atribuir a que el molibdeno es un activador de la enzima nitrato reductasa, que a su vez se relaciona directamente con el contenido de clorofila y cloroplastos, mayor desarrollo de cloroplastos y contenido de clorofila aumenta la capacidad fotosintética de hojas y frutos, lo que proporciona más sustrato para precursores de azúcares, ácidos orgánicos, y compuestos aromáticos volátiles (Nadakuduti et al., 2012). Li et al. (2017) realizaron aplicaciones foliares de molibdeno (67.5, 135, 168.75, 202.5 g ha^{-1}) en fresa donde los frutos asperjados con 135 g ha^{-1} de Mo mostraron el contenido de azúcar más alto como resultado el mayor valor de dulzor en la fruta.

Cuadro 23. Comparación de medias del contenido de azúcares solubles ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha		
		0	8	14

Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	94.88	b ^z	103.87	a	89.16	c
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	93.52	b	97.07	c	90.43	bc
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	94.58	b	100.85	b	92.14	ab
	Testigo	99.30	a	100.18	b	94.63	a
DMSH		2.62		2.25		2.60	
Temperatura	0 °C	94.73	b	98.56	b	88.32	b
	8 °C	93.56	b	99.76	b	89.14	b
	23 °C	98.43	a	103.16	a	97.32	a
DMSH				1.77		2.04	
Fertilización*Temperatura		ns		**		**	
CV (%)		2.11		1.73		2.19	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para el factor temperatura de almacenamiento mostró un comportamiento similar en las tres fechas de estudio (cero, ocho y catorce días poscosecha), donde los frutos almacenados a 23° C resultaron con el mayor valor de azúcares totales (98.43, 103.16 y 97.32 mg·g⁻¹, respectivamente) y diferencia estadística a las dos temperaturas de estudio restantes, esto se atribuye a que el uso de bajas temperaturas durante el almacenamiento de frutas reduce la tasa de cambios bioquímicos inducidos por la actividad enzimática y disminución de respiración (Canet & Álvarez, 2006). Similar a lo reportado por Rodríguez-Rodríguez et al. (2005) donde frutos de pitahaya amarilla almacenados a 19 °C de temperatura tuvieron un tiempo de duración menor al resto de los tratamientos y fue más susceptible al ataque de patógenos, presentando los valores de concentración de azúcares más altos (0.14 g/g) al finalizar el experimento.

En el día cero la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento no fue significativa ($\alpha=0.05$) en el día cero de poscosecha, en cambio, en el ocho y catorce la interacción fue altamente significativa.

Cuadro 24. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares solubles totales (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	94.04		103.98	ab	88.21	c
	8 °C	92.58	bc	103.06	ab	87.36	c
	23 °C	98.00	abc	104.58	ab	91.92	bc
200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	92.36	c	97.12	c	88.83	c
	8 °C	93.19	bc	97.90	c	86.77	c
	23 °C	95.01	bc	96.19	c	95.70	b
300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0 °C	93.68	bc	96.19	c	88.62	c
	8 °C	92.34	c	100.96	bc	86.77	c
	23 °C	97.73	abc	105.39	ab	96.16	b
Testigo	0 °C	98.82	ab	96.95	c	87.64	c
	8 °C	96.12	bc	97.12	c	90.76	bc
	23 °C	102.96	a	106.48	a	105.50	a
DMSH		5.94		5.11		5.89	
CV (%)		2.11		1.73		2.19	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey (α=0.05). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara

La comparación de medias del factor fertilización en el contenido de azúcares totales en cáscara de frutos de feijoa expuso que en la primer fecha de estudio los frutos testigo exhibieron el mayor valor (58.06 mg·g⁻¹) y diferencia estadística a los tratados con 300 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio (52.86 mg·g⁻¹). De igual forma, en la segunda evaluación los frutos testigo indicaron el mayor contenido de azúcares totales diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos. Finalmente, después de catorce días poscosecha los frutos testigo y los fertilizados con 100 mg·L⁻¹ de molibdato de amonio fueron los de mayor valor (61.09 y 59.91 mg·g⁻¹, respectivamente) con diferencia estadística al resto de tratamientos (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comparación de medias del contenido de azúcares totales (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con tres concentraciones de molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas en poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha		
		0	8	14

Fertilización	100 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	55.86	ab ^z	57.67	b	59.91	a
	200 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	54.78	bc	56.64	b	54.88	b
	300 mg·L ⁻¹ de (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	52.86	c	57.27	b	56.05	b
	Testigo	58.06	a	60.56	a	61.09	a
DMSH		2.33		1.48		1.77	
Temperatura	0 °C	53.36	b	54.87	c	57.50	b
	8 °C	53.21	b	56.24	b	56.36	b
	23 °C	59.60	a	62.99	a	60.08	a
DMSH		1.83		1.16		1.39	
Fertilización*Temperatura		*		**		*	
CV (%)		3.25		1.97		2.36	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias con relación al factor temperatura en las tres fechas de evaluación expuso que los frutos almacenados a 23 °C fueron los de mayor contenido de azúcares totales (59.60, 62.99 y 60.08 mg·g⁻¹, respectivamente) diferenciándose estadísticamente de las dos temperaturas restantes, el comportamiento se asemejó a lo obtenido en pulpa.

De acuerdo con el análisis de varianza la interacción de los factores temperatura x temperatura en el día cero y catorce fue significativa, mientras en el octavo día poscosecha resultó altamente significativa ($\alpha=0.05$).

Cuadro 26. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en el contenido de azúcares solubles totales (mg·g⁻¹) de frutos de feijoa.

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	53.44	bc ^z	54.65	c	60.34	ab
	8 °C	52.65	bc	54.65	c	56.96	bc
	23 °C	61.49	a	63.71	a	62.43	a
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	51.18	c	53.01	c	55.74	c
	8 °C	52.15	bc	53.59	c	53.22	c
	23 °C	61.00	a	63.33	a	55.68	c
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	51.89	bc	53.62	c	53.33	c
	8 °C	52.57	bc	55.19	bc	54.33	c

Testigo	23 °C	54.11	bc	63.00	a	60.47	ab
	0 °C	56.94	ab	58.19	b	60.61	ab
	8 °C	55.45	bc	61.55	a	60.93	ab
	23 °C	61.79	a	61.93	a	61.74	a
DMSH		5.29		3.36		4.02	
CV (%)		3.25		1.97		2.36	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

- **Enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$)**

Pulpa

La degradación de la pared celular ocurre durante la maduración principalmente en los poligalacturónidos debido a la acción de las poligalacturonasas. Del mismo modo se ha observado que la pectinmetilesterasa cataliza la deesterificación del grupo carboxilo del ácido poligalacturónico e incrementa la susceptibilidad de las pectinas a la poligalacturonasa (Álvarez-Herrera et al., 2009). La comparación de medias en la primer y segunda fecha evaluada mostró que la actividad de la enzima PME fue mayor en los frutos testigo (6.02 y $11.53 \text{ UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en la primera y de los tratados con $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$ en la segunda, en cambio, en la última fecha no hubo diferencias estadísticas ($P\leq 0.05$) entre tratamientos, contemplando que los frutos fertilizados con molibdato de amonio en precosecha disminuyen la actividad de la enzima PME en los primero ocho días poscosecha, esto puede atribuirse a que el molibdeno fortalece las células de la pared celular y mantiene la firmeza de los frutos y como consecuencia de la disminución de la actividad enzimática.

Cuadro 27. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa) fertilizados en precosecha con molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	2.68	b ^z	5.14	c	7.42	a
	200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	3.60	b	6.88	bc	10.18	a
	300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	2.38	b	8.90	ab	6.84	a

	Testigo	6.02	a	11.53	a	8.83	a
DMSH		1.73		3.22		3.43	
Temperatura	0 °C	2.80	a	7.93	a	8.15	a
	8 °C	4.11	a	8.36	a	7.55	a
	23 °C	4.10	a	8.06	a	9.24	a
DMSH		1.36		2.53		2.69	
Fertilización*Temperatura		*		ns		ns	
CV (%)		36.4		30.6		31.78	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

La comparación de medias para el factor temperatura de almacenamiento no presentó diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en las tres fechas analizadas, mientras la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento fue significativa en el día cero, diferente al día ocho y catorce donde la interacción no fue significativa.

Cuadro 28. Comparación de medias de la interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) en frutos de feijoa (pulpa).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	2.54	c ²	5.63	b	9.26	a
	8 °C	2.91	bc	4.77	b	6.70	a
	23 °C	2.57	c	5.02	b	6.29	a
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	3.15	bc	6.19	ab	11.85	a
	8 °C	4.81	abc	7.54	ab	9.75	a
	23 °C	2.85	bc	6.90	ab	8.93	a
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	2.50	c	8.32	ab	4.20	a
	8 °C	2.19	c	7.99	ab	5.94	a
	23 °C	2.44	c	10.40	ab	10.37	a
Testigo	0 °C	3.00	bc	11.57	ab	7.29	a
	8 °C	6.55	ab	13.12	a	7.83	a
	23 °C	8.53	a	9.91	ab	11.37	a
DMSH		3.93		7.30		7.78	
CV (%)		36.4		30.6		31.78	

²Valores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

Cáscara

Los frutos testigo fueron los de mayor actividad enzimática (6.47 y $11.53 \text{ UI} \cdot \text{min} \cdot \text{g}^{-1}$) en el día cero y ocho, mostrando diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$) respecto al resto de tratamientos con menor actividad enzimática. En cuanto a la comparación de medias en el día catorce poscosecha los valores fueron estadísticamente similares (Cuadro 29). El comportamiento de la actividad enzimática en la cáscara de los frutos durante las tres fechas de estudio fue similar a lo observado en pulpa, siendo superiores debido a que durante la maduración ocurren cambios en la estructura de la pared celular; lo cual implica aumento en la actividad de enzimas capaces de degradar los componentes de ésta.

Cuadro 29. Comparación de medias de la actividad de la enzima pectinmetilesterasa ($\text{UI} \cdot \text{min} \cdot \text{g}^{-1}$) de frutos de feijoa (cáscara) fertilizados en precosecha con molibdato de amonio y almacenados a tres temperaturas durante poscosecha.

Factor	Niveles	Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
Fertilización	100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	4.26	b ^z	6.48	b	11.56	a
	200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	4.51	b	6.25	b	11.49	a
	300 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$	4.13	b	8.10	b	12.15	a
	Testigo	6.47	a	11.53	a	8.83	a
	DMSH	1.72		3.01		4.07	
Temperatura	0 °C	4.85	a	8.19	a	11.00	a
	8 °C	4.94	a	8.10	a	11.57	a
	23 °C	4.75	a	7.98	a	10.47	a
DMSH		1.35		2.36		3.19	
Fertilización*Temperatura		*		ns		**	
CV (%)		27.38		28.69		28.48	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación. *, ** y ns; significativo, altamente significativo y no significativo, respectivamente.

No hubo diferencias estadísticas en la comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) para temperatura de almacenamiento en las tres fechas poscosecha de estudio,

en contraste, la interacción de los factores fertilización x temperatura de almacenamiento fue significativa en el día cero, no significativa en el día ocho y altamente significativa en el catorce.

Cuadro 30. Comparación de medias de la interacción de fertilización x temperatura de almacenamiento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa de frutos de feijoa (cáscara).

Tratamiento		Días de almacenamiento poscosecha					
		0		8		14	
100 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	4.83	ab ^z	7.46	abc	7.37	b
	8 °C	4.62	b	6.59	abc	17.12	a
	23 °C	3.33	b	5.39	abc	10.20	ab
200 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	5.77	ab	6.12	bc	15.76	ab
	8 °C	4.45	b	4.61	c	11.04	ab
	23 °C	3.31	b	8.02	abc	7.68	b
300 mg·L⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄H₂O	0 °C	4.45	b	7.61	abc	13.56	ab
	8 °C	4.13	b	8.08	abc	10.28	ab
	23 °C	3.81	b	8.60	abc	12.62	ab
Testigo	0 °C	4.34	b	7.61	abc	7.29	b
	8 °C	6.55	ab	13.12	abc	7.83	b
	23 °C	8.53	a	9.91	abc	11.37	ab
DMSH		3.90		6.83		9.23	
CV (%)		27.38		28.69		28.48	

^zValores con la misma letra en la misma columna no presenta diferencias estadísticas significativas Tukey ($\alpha=0.05$). DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; C.V: Coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

El uso de molibdato de amonio como fertilizante precosecha en feijoa favoreció el aumento de peso de frutos, firmeza, y en pulpa y cáscara altos contenidos de vitamina C, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. Por otra parte, se presentó una disminución en el contenido de sólidos solubles totales y azúcares solubles totales. El uso de bajas temperaturas redujo los cambios bioquímicos en la maduración de los frutos conservando algunas características de calidad (capacidad antioxidante, vitamina C y contenido fenólico) por más tiempo, razón por la que la combinación de los factores de estudio (fertilización x temperatura de almacenamiento) fue favorable.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Herrera, J. G., Galvis, J. A., & Balaguera-López, H. E. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Agronomía Colombiana*, 27 (2), 253-259.
- Blasa, M., Gennari, L., Angelino, D., & Ninfali, P. (2010). The antioxidants of fruits and vegetables in health. In *Bioactive Foods in Promoting Health* (1^a edition, pp. 37-58). Elsevier Inc. Doi:10.1016/B978-0-12-374628-3.00003-7
- Cabel-Barreto, A., Bendezu-Chaquila, J., & Jacobo-Culquichicon, K. (2022). Efectos beneficiosos de las cáscaras de frutas y análisis de la capacidad antioxidante. *Journal of Agro-industry Sciences*, 4 (2), 59-67.
- Canet, P. W. & Álvarez, T. M. D. (2006). Quality and safety of frozen vegetables. In Sun, W. D. (ed.). *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging* (pp. 377-410). Taylor y Francis Group, LLC. Florida, USA.
- Defilippi, B., Robledo, P., & Becerra, C. (2013). Manejo de cosecha y poscosecha en arándano. Undurraga, P. & Vargas, S. *Manual de Arándano* (pp. 107-115). Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6685>
- Fischer, G. (2005). Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha. *Revista Comalfi*, 32 (1), 22-34.
- Galvis, J. A., Arjona, H., Landwehr, T., Martínez, R., & Fischer, G. (2002). Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la conservación del fruto de mango (*mangifera indica* L.) variedad Van Dyke. *Agronomía Colombiana*, 19 (1-2), 23-35.
- Gómez-Martin, F. (2012). *Regulación de los pasos iniciales de la degradación de clorofila durante la senescencia foliar*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio: <https://doi.org/10.35537/10915/2764>

- Hagerman, A. E., & Austin, P.J. (1986). Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methylesterase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34 (3), 440-444. Doi: <https://doi.org/10.1021/jf00069a015>
- Hille, R., Nishino, T., & Bittner, F. (2011). Molybdenum enzymes in higher organisms. *Coordination Chemistry Reviews*, 255 (9-10), 1179–1205. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2010.11.034>
- Hubbard, N. L., Pharr, D. M., & Huber, S. C. (2006). Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruit of various species. *Physiologia Plantarum*, 82 (2), 191–196. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1991.tb00080.x>
- Imahori, Y., Takemura, M., & Bai, J. (2008). Chilling-induced oxidative stress and antioxidant responses in mume (*Prunus mume*) fruit during low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, 49 (1), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.10.017>
- Jagota, S.K. & Dani, H.M. (1982). A new colorimetric technique for the estimation of vitamin C using Folin phenol reagent., 127 (1), 178-182. Doi:10.1016/0003-2697(82)90162-2
- Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Ngaire-Brady, J., Phillips, T., & Tyerman, S. D. (2005). The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of Botany*, 96 (5), 745-754. <https://doi.org/10.1093/aob/mci226>
- Karsli, B. (2020). Antibacterial and antioxidant activity of pulp, peel and leaves of Feijoa sellowiana: Effect of extraction techniques, solvents and concentration. *Food and Health*, 7 (1), 21-30. <https://doi.org/10.3153/FH21003>
- Kostova, D. (2010). An influence of molybdenum upon the content of antioxidants in the fruits of tomatoes. In *Fourth International Conference on Water Observation and Information System For Decision Support* (pp. 1-8), BALWOIS.

- Lester, G. E., Saucedo-Arias, L., & Gómez-Lim, M. (2001). Muskmelon fruit soluble acid invertase and sucrose phosphate synthase activity and polypeptide profiles during growth and maturation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126 (1), 33-36. Doi: <https://doi.org/10.21273/JASHS.126.1.33>
- Li, L., Wei, X., Ji, M. L., Chao, Y., Ling, L., Gao, D. S., & Fu, X. L. (2017). Effects of molybdenum on nutrition, quality, and flavour compounds of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Akihime) fruit. *Journal of integrative agriculture*, 16 (7), 1502-1512. Doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61518-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61518-6)
- Longbottom, M. L., Dry, P. R., & Sedgley, M. (2010). Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structures and on yield components of *Vitis vinifera* cv. Merlot. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16 (3), 477-490. Doi: 10.1111/j.1755-0238.2010.00109.x
- Mata-Montaña, N. J., & Méndez-Natera, J. R. (2009). Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9 (2), 295-303.
- Molina, E. A. (2002). Fertilización foliar de cultivos frutícolas. En: Meléndez, G. y Molina, E. A. *Fertilización foliar: principios y aplicaciones* (pp. 85-100). Centro de investigaciones agronómicas.
- Nadakuduti, S. S., Pollard, M., Kosma, D. K., Allen, J. C., Ohlrogge, J. B., & Barry, C. S. (2012). Pleiotropic phenotypes of the sticky peel mutant provide new insight into the role of CUTIN DEFICIENT2 in epidermal cell function in tomato. *Plant physiology*, 159 (3), 945-960.
- Oliveros-Tascón, C. E., Montoya-Restrepo E. C., & Ayala, A. A. (2002). Efecto de la broca del café en la firmeza del grano en los estados de cereza, pergamino húmedo y pergamino seco. *Cenicafé*, 53 (1), 25-33.

- Ordóñez-Santos, L. E., Ospina-Portilla, M. A., & Rodríguez-Rodríguez, D. X. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 10 (2), 44-51.
- Özgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Miller, A. R., & Scheerens, J. C. (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). *Methods. Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (4), 1151-1157.
- Parra, A., & Fischer, G. (2013). Maduración y comportamiento poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7 (1), 98-110.
- Phan-Thi, A., Chaliha, M., Sultanbawa, Y., & Netzel, M. E. (2019). Nutritional characteristics and antimicrobial activity of Australian grown feijoa (*Acca sellowiana*). *Foods*, 8 (9), 376.
- Raigón, M. D., García-Martínez, M. D., Guerrero, C. & Esteve, P. (2006). *Actividad de la nitrato reductasa y su relación con los factores productivos en lechuga* [Resumen de la presentación de la conferencia]. VII Congreso SEAE. Zaragoza, España: Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Ramírez, J. M., Galvis, J. A., & Fischer, G. (2005). Maduración poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg) tratada con CaCl_2 en tres temperaturas de almacenamiento. *Agronomía Colombiana*, 23 (1), 117-127
- Restrepo, A. M., Cortés, M., & Rojano, B. A. (2010). Potenciación de la capacidad antioxidante de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) por incorporación de vitamina E utilizando la técnica de integración a vacío. *Vitae*, 17 (2), 135-140.
- Rodríguez-Rodríguez, D., Patiño-Gutiérrez, M., Miranda-Lasprilla, D., Fischer, G., & Galvis-Vanegas, J. A. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos

temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía (Medellín)*, 58 (2), 2827-2857.

Rodríguez-Pérez, L. (2006). Implicaciones fisiológicas de la osmorregulación en plantas. *Agronomía Colombiana*, 24 (1), 28-37.

Sabatino, L., D'Anna, F., Lapichino, G., Moncada, A., D'Anna, E., & De Pasquale, C. (2019). Interactive effects of genotype and molybdenum supply on yield and overall fruit quality of tomato. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1922.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiología vegetal* (5ª edición). Porto Alegre, Brasil: Artmed.

Waterman, P.G., & Mole, S. (1994). *Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites*. Blackwell Scientific publications.

Wencomo-Cárdenas, H. B. (2019). Actividad de la enzima nitrato reductasa en plántulas de *Jatropha curcas* L. bajo diferentes porcentajes de sombra. *Pastos y Forrajes*, 42 (4), 268-276.

Weston, R. J. (2010). Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review. *Food Chemistry*, 121 (4), 923-926.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.047>

Witham, F. H., Blaydes, D. F., & Devlin, R. M. (1971). *Experiments in plant physiology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, U.S.A

Zermeño-González, A., Méndez-López, G., Rodríguez-García, R., Cadena-Zapata, M., Cárdenas-Palomo, J. O., & Catalán-Valencia, A. (2015). Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. *Agrociencia*, 49 (8), 875-887.