

11º Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos

Domesticación inicial de *Campomanesia xanthocarpa* y *C. guazumifolia*: Un enfoque integral basado en el conocimiento fisiológico

Gauna, J. M. ¹; Olguin, F. Y. ²; Gortari, F. ²; Pinazo, M. A. ³; Costa, L. ¹; Graciano, C. ¹

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), La Plata, Argentina

²Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Argentina 

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná, Campana, Argentina 

Resumen

Editor

Maximiliano Dini 
Instituto Nacional de
Investigación Agropecuaria
(INIA), Canelones,
Uruguay

Gabriela Speroni 
Universidad de la
República, Montevideo,
Uruguay

Received 14 Aug 2024

Accepted 20 May 2025

Published 15 Oct 2025

Correspondence

Juan Marcelo Gauna
marcelo.gauna@agro.unlp.edu.ar

La gestión de los sistemas productivos y la conservación de los bosques requieren innovación para producir sustentablemente. Los productos forestales no madereros, y en especial los frutales nativos, son plataformas prometedoras para el desarrollo económico rural. Sin embargo, la escasa y reciente domesticación de estas especies requiere de mucho trabajo y tiempo, hasta que el conocimiento científico se transforma en prácticas de cultivo. Nuestro objetivo fue proponer estrategias de aprovechamiento, diversificación de cultivos y manejo poscosecha para la domesticación de dos frutales nativos del Bosque Atlántico: *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá, y *Campomanesia guazumifolia*, siete capotes. Para ello estudiamos la composición y regeneración natural de estas especies en el bosque nativo para diagnosticar la situación de aprovechamiento directo de árboles silvestres; el establecimiento en diversas condiciones de cultivo, para definir prácticas de cultivo; el comportamiento poscosecha de los frutos, y las estrategias de conservación, para extender la vida poscosecha. *C. xanthocarpa* y *C. guazumifolia* son muy poco frecuentes en el bosque nativo y las poblaciones naturales pueden tener distinta composición en función del sitio. El establecimiento de guavirá es exitoso en condiciones de baja cobertura, mientras que siete capotes es sensible a la competencia interespecífica y al estrés térmico y lumínico, por lo cual el mejor sitio de plantación fue en yerbales de manejo mínimo. Los frutos de *C. xanthocarpa* se pueden cosechar a madurez fisiológica según el color superficial. Para el caso de *C. guazumifolia* la madurez se puede determinar por la firmeza del fruto. Para ambas especies la refrigeración permite extender el tiempo de vida poscosecha.

Palabras clave: bosque atlántico, ecofisiología, guavirá, productos forestales no madereros, poscosecha, producción sustentable, siete capotes



Initial domestication of *Campomanesia xanthocarpa* and *C. guazumifolia*: A comprehensive approach based on physiological knowledge

Abstract

Productive systems management and forest conservation require innovation to produce sustainably. Non-timber forest products, especially native fruit trees, are promising platforms for rural economic development. Nevertheless, the limited and recent domestication of these species requires a considerable investment of time and effort until scientific knowledge is effectively translated into cultivation practices. Our objective was to propose strategies for use, crop diversification and postharvest management for the domestication of two Atlantic Forest native fruit trees: *Campomanesia xanthocarpa*, *guavirá*, and *Campomanesia guazumifolia*, *sete capotes*. For this purpose, we studied the composition and natural regeneration of these species in the native forest to assess the impact of harvest from wild trees; the establishment in different growing conditions, to define cultivation practices; the postharvest behavior of the fruits, and conservation strategy to extend the postharvest life. *C. xanthocarpa* and *C. guazumifolia* are very rare in the native forest and natural populations may have different composition depending on the site. The establishment of *guavirá* is successful under low canopy coverage, while *sete capotes* is sensitive to interspecific competition and thermal- and light-stress, so the best planting site was in minimally managed *yerba mate* plantations. The *C. xanthocarpa* fruits can be harvested at physiological maturity depending on the surface color. In the case of *C. guazumifolia*, maturity can be determined by the firmness of the fruit. For both species, refrigeration can extend the postharvest life. It is feasible to domesticate both species and extend the postharvest life of their fruits.

Keywords: Atlantic forest, ecophysiology, non-timber forest products, postharvest, sustainable production

Domesticação inicial da *Campomanesia xanthocarpa* y *C. guazumifolia*: Uma abordagem holística com base no conhecimento fisiológico

Resumo

O gerenciamento dos sistemas de produção e a conservação das florestas exigem inovação para produzir de forma sustentável. Os produtos florestais não madeireiros, especialmente as árvores frutíferas nativas, são plataformas promissoras para o desenvolvimento econômico rural. Entretanto, a domesticação escassa é recente dessas espécies exige muito trabalho e tempo até que o conhecimento científico seja transformado em práticas de cultivo. Nosso objetivo foi propor estratégias de uso, diversificação de culturas e manejo pós-colheita para a domesticação de duas árvores frutíferas nativas: *Campomanesia xanthocarpa*, *guaviroba*, e *Campomanesia guazumifolia*, *sete capotes*. Para isso, estudamos a composição e a regeneração natural dessas espécies na floresta nativa para diagnosticar a situação do uso direto da floresta; o estabelecimento em diferentes condições de cultivo, para estabelecer práticas de cultivo; o comportamento pós-colheita dos frutos e as estratégias de conservação, para estender a vida pós-colheita. O *C. xanthocarpa* e o *C. guazumifolia* são muito raros na floresta nativa e as populações naturais podem ter composições diferentes, dependendo do local. O estabelecimento do *guaviroba* é bem-sucedido em condições de dossel baixo, enquanto o *sete capotes* é sensível à competição interespecífica e ao estresse por calor e luz, de modo que o melhor local de plantio foi em planta de erva minimamente manejada. Os frutos do *C. xanthocarpa* podem ser colhidos na maturidade fisiológica, dependendo da cor da superfície. No caso do *C. guazumifolia*, a maturidade pode ser determinada pela firmeza do fruto. Para ambas as espécies, a vida pós-colheita pode ser estendida pela refrigeração.

Palavras-chave: mata atlântica, ecofisiologia, *guaviroba*, produtos florestais não madeireiros, pós-colheita, produção sustentável, *sete capotes*

1. Introducción

La seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los bosques son preocupaciones internacionales actuales y la Organización de Naciones Unidas (ONU) propone realizar acciones coordinadas urgentes para transformar los sistemas alimentarios y desarrollar prácticas agrícolas sostenibles⁽¹⁾. Un desafío de la innovación productiva sustentable es aumentar la reducida base de especies cultivadas, para lo cual se requiere de la diversificación productiva y la domesticación de nuevas especies con potencial alimenticio. El proceso de domesticación de especies vegetales ha estado influido por los cambios climáticos, el crecimiento poblacional y las transformaciones sociales e ideológicas⁽²⁾⁽³⁾. Además, se deben afrontar los nuevos desafíos de diversificación de las matrices productivas⁽⁴⁾ y, al mismo tiempo que los territorios se han reestructurado como parte del extractivismo agrario, los Estados tienen que atender al desarrollo de las economías marginalizadas⁽⁵⁾. Ante la necesidad de combatir el hambre y mantener un ambiente saludable, el modelo tradicional nos ha dejado con menos empleo agrícola, productores sin tierras, emigración rural y estandarización de monocultivos⁽⁶⁾. Como contrapartida, de 2015 a 2020 en Argentina se desarrolló el Proyecto de Uso Sustentable de la Biodiversidad, que sintetiza un enfoque de desarrollo regional basado tanto en prácticas y conocimientos locales como en producción y comercialización de alimentos con identidad local⁽⁷⁾. Algunos de sus logros fueron la elaboración de planes de manejo del bosque nativo para la producción de productos forestales no madereros (PFNM), la formación de redes territoriales y la incorporación de varias especies nativas al Código Alimentario Argentino⁽⁸⁾. Los PFNM pueden contribuir al desarrollo económico cuando se diseñan políticas específicas, ya que permiten dar valor al bosque en pie y que las comunidades que viven asociadas a los bosques tengan oportunidades de utilizar económicamente estos recursos⁽⁸⁾⁽⁹⁾.

Los bosques y selvas del país presentan gran diversidad de especies forestales que ofrecen servicios ecosistémicos importantes a nivel de paisaje. Históricamente, el paisaje productivo de la provincia de Misiones se basó en la premisa de reemplazo del bosque nativo para la instalación de cultivos agrícolas o forestales mono-específicos⁽¹⁰⁾. Estos cultivos típicos de té, tabaco, maíz, mandioca o plantaciones de cítricos, pinos y eucaliptus son muy vulnerables, en un contexto de cambio climático y fragilidad de los suelos, ante lo cual surgen nuevas propuestas de cultivo y se destacan aquellas basadas en las especies nativas⁽¹¹⁾⁽¹²⁾. Algunas especies tienen aptitud maderera y otras ofrecen PFNM, que pueden ser alimentos, tintes, resinas, gomas, fibras, condimentos o incluso productos medicinales. Guavirá, *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, siete capotes, *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg, y yerba mate, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., son tres especies arbóreas nativas del Bosque Atlántico, presentes en la Selva Paranaense, que se extiende en el noreste de Argentina, Paraguay y el sur de Brasil⁽¹³⁾. Las tres especies componen el estrato arbóreo inferior y son utilizadas con fines alimentarios por las comunidades guaraníes⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾. La yerba mate es uno de los cultivos más importantes de la región, dada la amplia difusión de su consumo interno y el creciente interés de los mercados internacionales, y ante los últimos eventos de sequía extrema se comenzó a repensar la producción en torno a la arborización de los yerbales para evitar los daños de radiación directa del sol⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾. Los frutos de guavirá y siete capotes, caracterizados por su corta vida poscosecha, son aprovechados por las comunidades locales para producir derivados, como pulpa congelada, mermelada, dulce en barra, helado, jugo o bebidas alcohólicas. En el sector agroindustrial los frutos son utilizados para la producción de aromatizantes y saborizantes⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾. Otros usos etnobotánicos documentados en las comunidades Mbya Guaraní están relacionados con los usos medicinales de hojas y frutos de estas especies, como antidiarreico, lombri-cida y para el tratamiento de la otitis, así como también forman parte de la cultura popular por tener relevancia mitológica o ser especies mencionadas en leyendas⁽²⁰⁾. Cabe destacar que el uso de estos frutos para consumo como fruta fresca es muy limitado y se destina al consumo en las inmediaciones de las plantas de las que se recolectan, ya que los frutos tienen una corta vida poscosecha⁽²¹⁾. Los frutos de guavirá son considerados alimentos funcionales debido al elevado contenido de carbohidratos (7,8-10,2%), fibra dietaria (4,1-9,8%), proteínas (1,0-1,1%) y lípidos (0,7-1,9%), además de contener vitamina C y compuestos fenólicos⁽¹⁸⁾.

En el caso de siete capotes, son mucho más escasos los estudios del fruto, pero también es un alimento funcional que tiene elevado contenido de carbohidratos (7,57%), fibra dietaria (4.1-9.8%), proteínas (1,9%) y lípidos (0,67%)(22).

La mayoría de los frutos utilizados de guavirá son recolectados directamente del bosque nativo. Si bien existen algunas experiencias de plantación, no existe información de base para el manejo silvicultural. Siete capotes es descrita como una especie de la sucesión secundaria, tolerante a la sombra⁽¹⁸⁾ o climática⁽²³⁾⁽²⁴⁾. Sus frutos se recolectan del bosque nativo y no se han podido hallar registros de plantaciones. Por el contrario, guavirá es descrita como una especie heliófila y hay antecedentes exitosos de su instalación en plantaciones experimentales a sol pleno⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾.

Actualmente, la información necesaria para la producción de estas especies frutales nativas es escasa, fragmentada y discontinua, por lo que es imprescindible un abordaje integral del estudio ecológico, fisiológico y poscosecha, para domesticar estas especies desde la plantación hasta la comercialización. Nuevas estrategias de intervención extensionista se han propuesto trabajar junto con agricultores familiares de Misiones, desarrollar emprendimientos asociados a la producción de especies frutales nativas, capacitarse, intercambiar experiencias y organizarse con el fin de planificar la cadena agroforestal de la fruta nativa, estimar la potencialidad de la producción de estos sistemas, diversificar yerbales con la incorporación de frutales nativos, incorporar técnicas de cosecha y poscosecha, entre otros⁽¹²⁾. De esta manera, en poco tiempo es posible describir la situación de base, ensayar los requerimientos y las limitaciones productivas de los huertos frutales y proponer alternativas de manejo poscosecha para extender la vida de los frutos aptos para consumo como fruta fresca. Nuestro objetivo fue analizar estrategias de cultivo dentro y fuera del bosque de dos frutales nativos y describir la vida poscosecha de ambos frutos, con base en evidencias fisiológicas.

2. Materiales y métodos

2.1 Estructura de poblaciones naturales

Los relevamientos de la estructura del bosque nativo se llevaron a cabo en una reserva bajo administración de INTA. En dichos bosques no se realiza extracción de productos madereros o no madereros desde hace al menos 50 años. La estructura corresponde a bosques maduros con diferentes estratos y competencia, típicos de estas formaciones boscosas. Los relevamientos se llevaron a cabo en 3 parcelas permanentes (1 hectárea cada una) y 4 parcelas temporales (una parcela de 20×30 m, T1, y tres parcelas de 25×25 m cada una, T2 a T4) en el predio del Campo Anexo Manuel Belgrano (CAMB) dependiente del INTA EEA Montecarlo en San Antonio, Misiones, Argentina. El objetivo de dicha área es de preservación y conservación sin transformación del bosque nativo secundario preexistente. Se registró la presencia de individuos adultos (al menos 10 cm de diámetro a la altura del pecho, DAP), plantas jóvenes (>130 cm de altura y hasta 10 cm de DAP) y plantines (30 cm-130 cm de altura). Además, se registró el DAP de todos los árboles mayores a 10 cm y se calculó el área basal de cada parcela para describir al rodal. A partir del conteo de individuos se calculó la densidad de cada categoría fitosociológica como número de individuos por hectárea (ind ha⁻¹). Cada parcela se caracterizó según el área basal (m² ha⁻¹) y la altitud del terreno (msnm).

2.2 Condiciones de cultivo

En primer lugar, plantamos en la primavera plantines seminales de 1 año de ambas especies ($n_{\text{guavirá}}=253$, $n_{\text{siete capotes}}=126$), en huertos frutales monoespecíficos, en un marco de plantación de 2×2 m, bajo tres condiciones de cobertura del dosel, clasificadas acorde al porcentaje de cobertura estimado mediante el análisis de fotografías del dosel superior con *script* de R para cobertura⁽²⁷⁾ (<40%: baja, 40-80%: intermedia, >80%: alta). Las condiciones de cobertura baja e intermedia correspondieron a los huertos instalados en áreas desmonta-

das en el predio de instalaciones del CAMB, sin uso agrícola inmediato. La cobertura intermedia fue dada por pocos árboles presentes en la parquización. La cobertura alta correspondió a los huertos instalados bajo dosel de bosque nativo, distante 300 m de las instalaciones del CAMB. Las semillas para producir los plantines fueron recolectadas de al menos 15 árboles presentes en distintas localidades de Misiones (San Antonio, Dos de Mayo, Eldorado y Posadas), sin ningún proceso de selección previa, por lo que se presume elevada variabilidad genética. Las tres categorías de cobertura se acompañaron de mediciones de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), temperatura de suelo, y temperatura y humedad relativa del aire (HR), durante el otoño y la primavera entre las 12 y 14 h (**Tabla 1**). A lo largo de 3 años, en otoño y primavera, estudiamos el establecimiento de los plantines a partir del registro de supervivencia, crecimiento en altura (cm), en las tres condiciones microambientales.

En una segunda instancia, con base en los datos iniciales de los huertos monoespecíficos, plantamos en la siguiente primavera plantines de 1 año de ambas especies ($n_{\text{guavirá}}=285$, $n_{\text{siete capotes}}=253$), en intercultivo en la línea de plantación de yerbales maduros (35-40 años) y productivos con dos tipos de manejo (intensivo y mínimo). En ambos yerbales la densidad inicial de plantación es de 2×3 m, con fallas aleatorias sin reposición, pero se diferencian por los tratamientos culturales de mecanización del suelo y aplicación de agroquímicos, que en el sistema intensivo generan pérdida de estructura y compactación del suelo así como el crecimiento de vegetación gramínea altamente competitiva; mientras que en el sistema de manejo mínimo estas prácticas están ausentes y el control de vegetación espontánea se reduce al uso de motoguadaña. En otoño y primavera durante 2 años evaluamos el establecimiento de los plantines a partir de la supervivencia y la altura de la parte aérea de la planta, medida con cinta métrica (cm) y el diámetro al cuello de la planta, con calibre digital (mm, DAC).

Tabla 1. Valores mínimos y máximos de PAR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), T° del suelo (°C), T° del aire (°C) y HR del aire (%), registrados en otoño y primavera al mediodía

Cobertura	Otoño			Primavera		
	baja	intermedia	alta	baja	intermedia	alta
PAR	13 - 921	1 - 907	1 - 144	99 - 1570	1 - 1537	1 - 540
T° suelo	14,2 - 26	14,6 - 22,2	14,1 - 20,7	16,1 - 33,9	15,8 - 33,6	15 - 23,2
T° aire	19,4 - 30,6	17,6 - 30	18,9 - 28,4	16,6 - 43,1	17,5 - 38,6	17,4 - 31,3
HR aire	31 - 60	29,4 - 63	42 - 65	23 - 66	24 - 66	38 - 66

2.3 Manejo poscosecha

En la localidad de San Antonio se cosecharon los frutos de guavirá y de siete capotes de 3 árboles silvestres en distintos grados de madurez en noviembre y febrero, respectivamente, fechas que corresponden al momento de máxima fructificación de cada especie. Se cosecharon 240 frutos sin defectos apreciables a simple vista, se acondicionaron bajando el calor de campo hasta temperatura ambiente y se transportaron refrigerados a 10 °C (72 h (guavirá), 48 h (siete capotes)) hasta el laboratorio donde fueron clasificados, para el caso de guavirá, en función del color superficial observado a ojo desnudo, y, para siete capotes, en función de la firmeza mediante el tacto. A lo largo de un total de 7 días se almacenaron a temperatura ambiente y en refrigeración de 8-10 °C, en oscuridad. Se evaluaron los parámetros color superficial, firmeza, acidez titulable (AT, %m/m), sólidos solubles (SS, °brix) y el índice de madurez ($IM=SS/AT$) para caracterizar los frutos cosechados y describir cómo se modifican estos parámetros durante el almacenamiento poscosecha comparando dos condiciones, refrigerados y a temperatura ambiente. La firmeza del fruto se midió con un texturómetro portátil (Western Industrial Supply, San Francisco); el color superficial de los frutos se evaluó en el sistema CIELab por colorimetría (Minolta CR300, Osaka, Japón); el contenido de sólidos solubles para estimar azúcares por refractometría a partir del fruto fresco triturado (Milwaukee MA871, Rocky Mount, EE. UU.), y la acidez

titulable a partir de un extracto de fruto con agua destilada por volumetría ácido-base utilizando NaOH 0,1N como agente valorante y fenolftaleína como indicador⁽²⁸⁾. A partir de un extracto etanólico de los frutos se determinó el contenido de clorofila a, clorofila b y carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$) según Lichtenthaler⁽²⁹⁾ y compuestos fenólicos (mg de ácido gallico g^{-1}) según Bárcena y otros⁽³⁰⁾.

2.4 Análisis estadístico

La regeneración natural en el bosque nativo se describe mediante conteo. Para evaluar el efecto de la altitud, del área basal y de la frecuencia de adultos conespecíficos sobre la frecuencia de cada categoría de regeneración, se utilizó la regresión de Poisson y estadístico de Chi cuadrado de Wald, con altitud, área basal y frecuencia de adultos conespecíficos como variables predictoras. La frecuencia de adultos se analizó con la misma metodología, utilizando la altitud y el área basal como variables predictoras. La altura de los plantines en los huertos se analizó con modelos lineales generales y mixtos (MLGM), considerando el nivel de cobertura y la fecha como efectos fijos, y el huerto como variable aleatoria. En los yerbales, la altura y el DAC se analizaron con MLGM, considerando tipo de manejo (intensivo o mínimo) y fecha como efectos fijos, y parcela anidada a bloque como variable aleatoria. Las medias las comparamos por LSD con corrección de Bonferroni. Los análisis multivariados (análisis de componentes principales, análisis discriminante y análisis canónico) los realizamos con variables estandarizadas y distancia euclídea para las variables de poscosecha. Todos los análisis los realizamos con el programa Infostat⁽³¹⁾.

3. Resultados

3.1 Poblaciones naturales

En el relevamiento de regeneración en parcelas de bosque nativo con presencia de individuos adultos de guavirá y siete capotes, se observan diferentes variables del bosque que tendrían influencia en la abundancia y los patrones de distribución de las distintas clases de tamaño de cada especie, como la cercanía a los arroyos, la altitud o la mayor ocupación del sitio por área basal (Tabla 2).

Tabla 2. Relevamiento de individuos de distintas clases de tamaño (plantines, juveniles y adultos) de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá (GU), y *C. guazumifolia*, siete capotes (SC)

Tipo de bosque	Parcela	Altitud (msnm)	Área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)	Guavirá			Siete capotes		
				Plantines (ind ha^{-1})	Juveniles (ind ha^{-1})	Adultos (ind ha^{-1})	Plantines (ind ha^{-1})	Juveniles (ind ha^{-1})	Adultos (ind ha^{-1})
Selva alta	P1	557	27	12	9	3	1	0	1
	P2	548	26	18	5	2	5	0	1
	P3	564	22	25	4	0	0	0	0
Borde de arroyo	T1	444	38	466	283	33	283	166	100
	T2	454	28	688	144	272	176	16	16
	T3	540	40	336	64	0	160	32	0
	T4	502	17	112	64	16	432	288	0
Pendiente de Altitud				-0,008	-0,022	-0,108	-0,017	-0,015	-0,046
Pendiente de Área basal				0,095	0,033	-0,276	-0,043	-0,236	0,128
Pendiente de frec. de adultos				0,005	n. s.		n. s.	0,037	

El tipo de bosque se clasificó según Keller⁽²⁰⁾. Al pie de la tabla se indican las pendientes de la regresión de Poisson. Reportamos todas las pendientes significativas ($p < 0,0001$); n. s. significa que no es significativa.

3.2 Condiciones de cultivo

En los huertos monoespecíficos, guavirá tuvo buenas tasas de supervivencia (>80%) en todas las condiciones de cobertura, en comparación con siete capotes, que tuvo mejores condiciones para sobrevivir en coberturas intermedias del 40-80% (Figura 1).

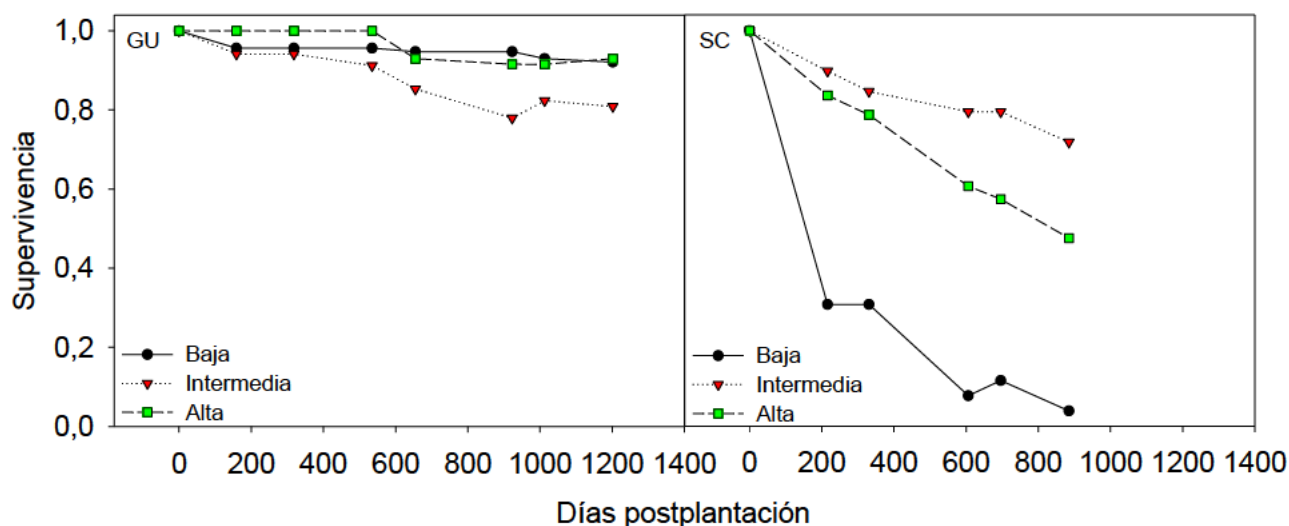


Figura 1. Supervivencia de plantines de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá (GU), y *C. guazumifolia*, siete capotes (SC), en tres condiciones de cobertura: baja (<40%), intermedia (40-80%) y alta (>80%)

El crecimiento en altura de guavirá fue mayor en condiciones de baja cobertura, mientras que las plantas de siete capotes no pudieron crecer efectivamente, debido a la muerte y el rebrote de la parte aérea en todas las condiciones (Figura 2).

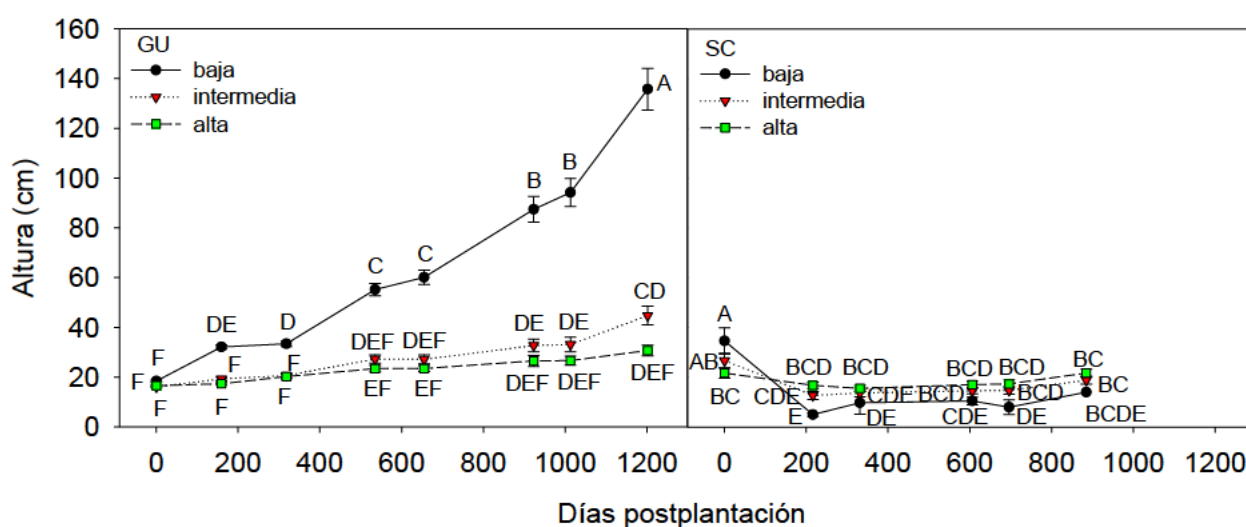


Figura 2. Crecimiento de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá (GU), y *C. guazumifolia*, siete capotes (SC), en tres condiciones de cobertura: baja (<40%), intermedia (40-80%) y alta (>80%)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

Cuando analizamos los plantines intercultivados en sistemas maduros y productivos de yerba mate, la supervivencia luego de 2 años de plantación fue mayor para siete capotes que para guavirá, sin importar la intensidad de las prácticas de manejo (**Figura 3**).

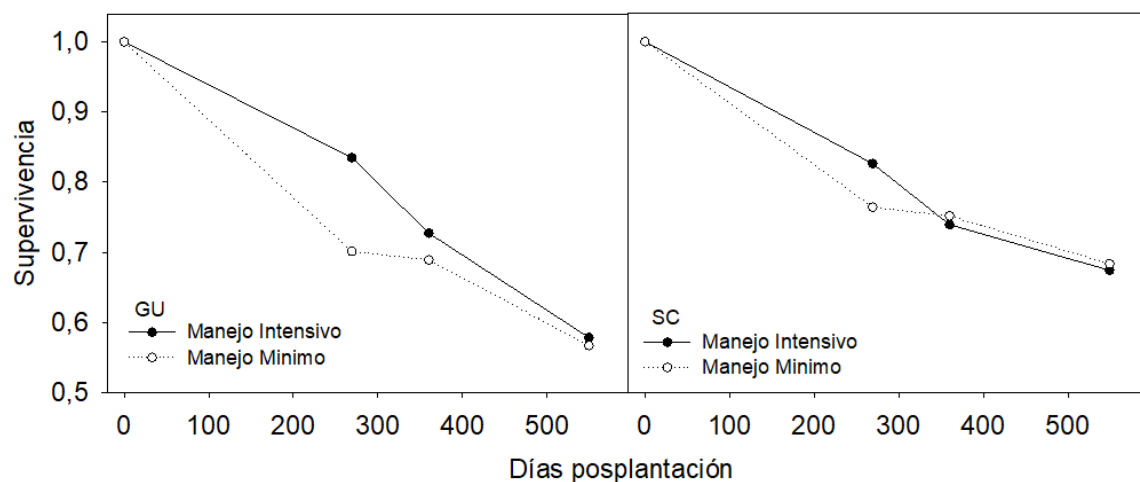


Figura 3. Supervivencia de plantines de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá (GU) y *C. guazumifolia*, siete capotes (SC) en yerbales de manejo intensivo y manejo mínimo

Para ambas especies, los crecimientos en altura y diámetro al cuello de la planta fueron favorecidos en los sistemas productivos con prácticas de manejo mínimas (**Figura 4**).

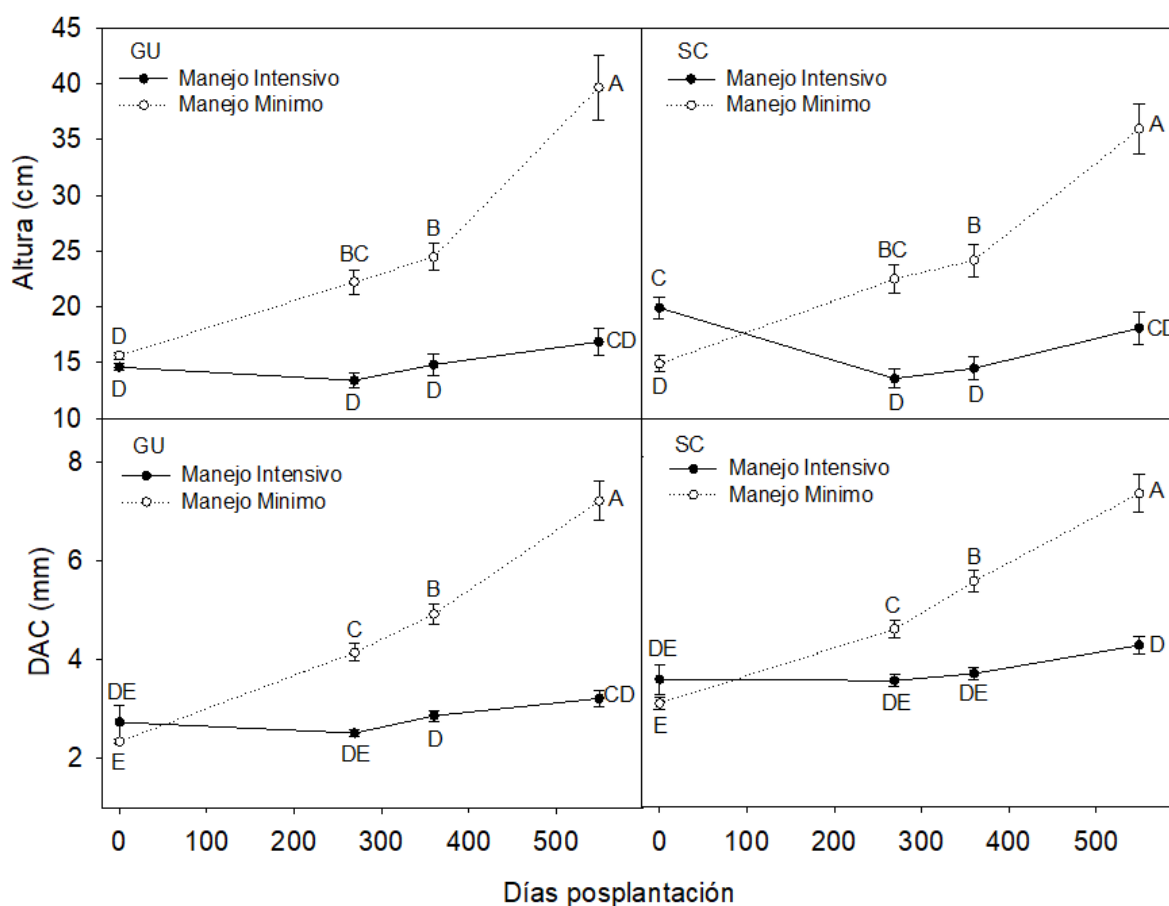


Figura 4. Crecimiento en altura y diámetro al cuello de la planta (DAC) en plantines de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá (GU), y *C. guazumifolia*, siete capotes (SC), en yerbales de manejo intensivo y manejo mínimo

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los yerbales y las fechas.

3.3 Manejo poscosecha

Los frutos de guavirá inmaduros son verdes y a medida que maduran viran hacia el color naranja, por lo tanto, se clasificaron *a priori* visualmente en tres categorías basadas en el color superficial como porcentaje de color final: 50%, 75% y 100% maduros. Para el caso de siete capotes esta clasificación no fue posible, ya que el color superficial del fruto se mantiene verde aun cuando está maduro. Por lo tanto, para definir la madurez del fruto se consideró el tamaño final (diámetro 1-5 cm), la firmeza y la resistencia ofrecida por el pedúnculo al momento de la cosecha, y debido a la variabilidad de tamaños, se estudiaron solamente los más firmes mayores a 3 cm de diámetro.

El análisis discriminante a partir de las variables de color de los frutos de guavirá en los tres estadios clasificados muestra la importancia que tienen la coordenada b^* (variación del azul al amarillo) y la coordenada a^* (variación del verde al rojo) en la discriminación de los grados de madurez, que resulta esperable al tratarse de un fruto naranja (**Figura 5** a y b). Además, en los frutos cosechados a 50% y 75% de madurez almacenados a temperatura ambiente, se pudo verificar un viraje de color hacia colores similares al fruto 100% maduro (**Figura 5** c). En cuanto a las otras variables organolépticas (AT, SS, IM) y nutricionales (fenoles, Ca, Cb, Ca+b y Car), los frutos cosechados a 50% y 75%, y almacenados a temperatura ambiente, al pasar el tiempo fueron asemejándose a los frutos cosechados al 100% de madurez, mientras que este comportamiento no se observó en los refrigerados (**Figura 5** d, e y f).

Con base en el análisis discriminante de los frutos según las variables de color superficial, el error total de clasificación *a priori* fue de 7,38% (**Tabla 3**) y el mayor error se dio al clasificar los frutos de guavirá de la categoría intermedia de maduración.

Tabla 3. Clasificación cruzada (tasa de error aparente) de frutos de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá, de distintas categorías de madurez (50%, 75%, 100%) con base en las variables colorimétricas

Grupo por clasificación visual	Grupo por análisis discriminante				
	50%	75%	100%	Total	Error (%)
50%	38	2	2	42	9,52
75%	1	36	3	40	10,0
100%	0	1	39	40	2,50
Total	39	39	44	122	7,38

En la diagonal se encuentran los frutos correctamente clasificados y en las otras columnas, el número de frutos que se corresponden con otra categoría de maduración.

En el caso de los frutos de siete capotes, el análisis de componentes principales permite observar que en el día inicial hubo una asociación positiva de las variables firmeza del fruto, ángulo Hue y el índice de madurez (IM), que presentaron valores elevados, y el día 7 estas variables presentaron los menores valores (**Figura 6**).

La conservación en refrigeración permitió extender la vida poscosecha de los frutos con desarrollo de características organolépticas similares a los frutos cosechados en punto de madurez de consumo. En el caso de los frutos de guavirá, se extendió hasta 10 días (3 de transporte más 7 refrigerados) (**Figura 5** f), mientras que en el caso de siete capotes la vida poscosecha fue de 9 días (2 de transporte más 7 refrigerados) (**Figura 6**). Sin embargo, una vez retirados de la refrigeración se observó en ambos casos un decaimiento acelerado de los frutos por ataque fúngico, lesiones superficiales hundidas, ablandamiento excesivo, pardeamiento del fruto, entre otras alteraciones que podrían estar relacionadas con la fisiopatía de daño por frío, ya que son frutos subtropicales, pero esta hipótesis deberá ser confirmada con ensayos *ad hoc*.

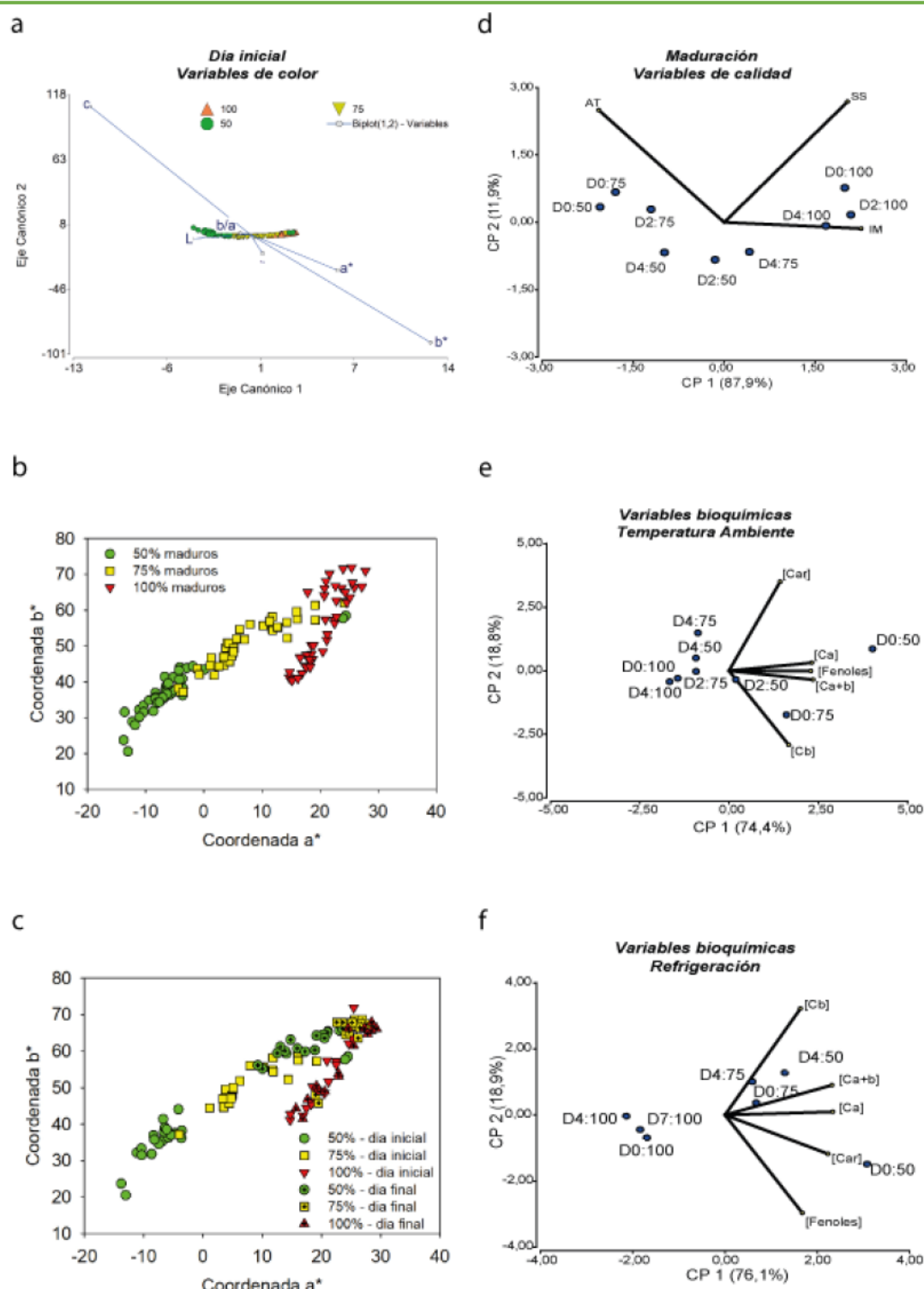


Figura 5. Análisis multivariado sobre características poscosecha de frutos de *Campomanesia xanthocarpa*, guavirá

a. Biplot del espacio discriminante con el eje canónico 1 (76,38%) y el eje canónico 2 (23,62%) para las categorías de madurez (50%, 75%, 100%), basado en las variables de color CIELab. Las muestras están representadas por círculos de colores. b. Diagrama de dispersión de color superficial de frutos en las categorías de madurez (50%, 75%, 100%). Eje x: coordenada a^* ; eje y: coordenada b^* del espacio de color CIELab. c. Diagrama de dispersión de color superficial de frutos en las categorías de madurez (50%, 75%, 100%) al inicio y al final del almacenamiento. Eje x: coordenada a^* ; eje y: coordenada b^* del espacio de color CIELab. d. Biplot del análisis de componentes principales de las variables organolépticas (AT, SS, IM) y muestras de frutos de guavirá en las categorías de madurez (50%, 75%, 100%) almacenados a temperatura ambiente en D0, D2 y D4. Tratamientos representados por círculos de colores y variables por vectores. e. Biplot del análisis de componentes principales de las variables (Ca, Cb, Ca+b, Car, fenoles) y muestras de frutos de guavirá en las categorías de madurez (50%, 75%, 100%) almacenados a temperatura ambiente en D0, D2 y D4. Tratamientos representados por círculos de colores y variables por vectores. f. Biplot del análisis de componentes principales de las variables (Ca, Cb, Ca+b, Car, fenoles) y muestras de frutos de guavirá en las categorías de madurez (50%, 75%, 100%) almacenados a temperatura refrigerada en D0, D4 y D7. Tratamientos representados por círculos de colores y variables por vectores.

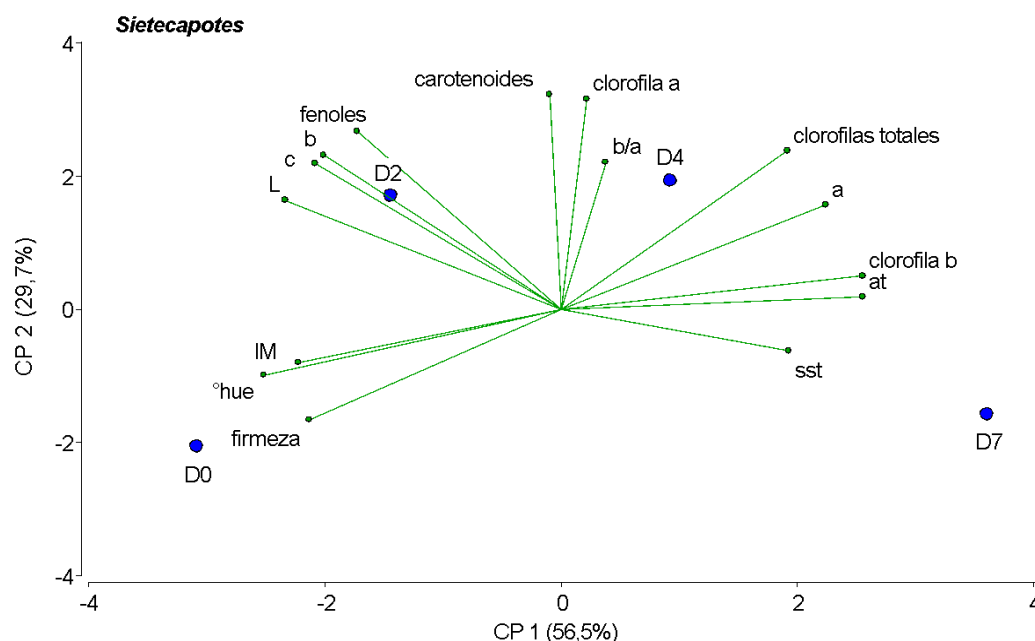


Figura 6. Biplot del análisis de componentes principales para frutos de *Campomanesia guazumifolia*, siete capotes, de las variables organolépticas acidez titulable (AT), contenido de sólidos soluble (SS) e índice de madurez (IM), contenido de clorofila a (Ca), clorofila b (Cb), contenido de clorofilas total (Ca+b), contenido de carotenoides (Car) y contenido de fenoles (fenoles), luminosidad (L), coordenada de color a (a^*), coordenada de color b (b^*), relación a/b, croma (c), ángulo Hue (Hue) en el día inicial (D0) y luego de 4 días (D4) y 7 días (D7) de almacenamiento

Los días de almacenamiento son representados por círculos azules y las variables por vectores.

4. Discusión

La familia *Myrtaceae* es una de las más importantes en el Bosque Atlántico Subtropical y la distribución natural de guavirá y siete capotes en la formación del Bosque Caducifolio Estacional ocurre en los estratos intermedios y etapas sucesionales climáticas⁽²³⁾⁽²⁴⁾⁽³²⁾. Están presentes en microambientes diversos como el borde de los arroyos, el borde de la selva o hacia el interior de las selvas de altura⁽²⁰⁾. Sin embargo, en el relicto de bosque nativo estudiado en la localidad de San Antonio las frecuencias relativas registradas fueron muy bajas, de 1,26-2,50% para guavirá y de 0,63-1,25%, para siete capotes⁽³³⁾. Otros frutales nativos más frecuentes son pitanga (*Eugenia uniflora*), guabiyú (*Myrcianthes pungens*) y chal-chal (*Allophylus edulis*) con valores de hasta 3,75%. Encontramos que en distintas condiciones del bosque existen distintas frecuencias de plantines y juveniles en las poblaciones de estas especies, cuya presencia se favorece por la menor altitud y la cercanía a los cursos de agua, pero que también son afectadas por el área basal, y que la sola presencia de individuos adultos no es suficiente para garantizar la regeneración de plantines. En otras especies estudiadas del Bosque Atlántico, la regeneración puede estar determinada por la presencia de los adultos o por los mecanismos de dispersión⁽³⁴⁾. Guavirá y siete capotes son dispersados por numerosos animales, como aves, peces, reptiles, ungulados, primates y otros mamíferos carnívoros⁽³²⁾⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾. En estas condiciones, no es fácil pensar el aprovechamiento sustentable directamente del bosque nativo, puesto que, además de haber pocos individuos adultos que perpetúen las poblaciones, en estas áreas de conservación donde no se cosechan los frutos la regeneración no está solo condicionada por la presencia de adultos, sino que también por la cercanía a los cursos de agua y la ocupación del sitio. Más aún, en los estratos intermedios disminuye la producción de frutos y el uso económico que las comunidades podrían hacer competiría con las funciones ecológicas que cumplen los frutos en la alimentación de animales y la regeneración de las especies mismas. Por lo tanto, es

indispensable desarrollar criterios e indicadores de sustentabilidad de las prácticas de manejo de las especies del Bosque Atlántico para evitar la depredación y la amenaza de especies de alto valor, como ya sucedió con el palmito (*Euterpe edulis*)⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾.

En especies poco abundantes, de crecimiento lento o requerimientos ecológicos específicos, ante la escasez de individuos silvestres cosechables, algunas de las respuestas de los cosechadores son la exploración de nuevas áreas de cosecha, la sustitución del recurso o el desarrollo de plantaciones⁽³⁸⁾. Guavirá y siete capotes son especies atractivas y prometedoras en Brasil, Argentina y Uruguay; sin embargo, las experiencias de plantación e instalación de huertos frutales son sumamente escasas y responden a otros objetivos de estudio, como la revegetación de suelos contaminados por petróleo⁽²⁵⁾ o la prospección del valor nutritivo de la fruta⁽²⁶⁾. En nuestro caso, el interés fue interpretar los requerimientos microambientales para el establecimiento de plantaciones productivas y el enriquecimiento de bosque nativo degradado. Al comparar las situaciones de crecimiento contrastantes, desde el sol pleno hasta la cobertura casi absoluta de dosel del bosque nativo en ambas especies, pudimos constatar el carácter más heliófilo de guavirá⁽³⁹⁾, que demostró alta supervivencia, muy buenas tasas de crecimiento y recuperación ante el estrés por heladas en condiciones de baja cobertura (7 eventos no consecutivos de temperaturas mínimas menores a 0 °C en los meses de junio y julio de 2021). Sin embargo, guavirá también tuvo una alta supervivencia a mayores coberturas, aunque con un crecimiento mucho más lento, coincidente con lo señalado por algunos autores, que la definen como una especie tolerante a la sombra⁽¹³⁾. Contrariamente, siete capotes sobrevivió muy poco en bajas coberturas, constatando también los reportes previos que la describen como umbrófila⁽¹³⁾⁽⁴⁰⁾. Los plantines de siete capotes en coberturas menores al 40% fueron muy afectados por el estrés lumínico y térmico, tanto por altas temperaturas como por heladas, y los sobrevivientes tienen una dinámica de muerte de su parte aérea y rebrote desde el tallo, incluso raíces, por lo cual no se registra crecimiento. Los estudios previos en guavirá demuestran la capacidad de la especie de recuperarse del déficit hídrico, especialmente en condiciones de sombra intermedia⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾, pero en el caso de siete capotes esa información no está reportada. Las condiciones de cultivo pueden resultar estresantes para los frutales por múltiples factores ambientales, como altas y bajas temperaturas, elevada demanda evapotranspirativa o baja disponibilidad de agua en el suelo⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾, por lo que en especies de incipiente domesticación es recomendable la plantación de variedades naturalmente plásticas y que presenten estrategias de regulación del estrés para sobrevivir, aclimatarse y crecer. En el corto plazo, se pueden desarrollar prácticas culturales apropiadas para la especie, que pueden incluir manejo del riego, incorporación del *mulching* y enmiendas en el suelo para la retención de agua⁽⁴⁴⁾. Además, en el largo plazo, sería deseable la selección y multiplicación de variedades tolerantes e incluso el desarrollo de portainjertos⁽⁴⁶⁾. En otras especies de la familia Mirtáceas de interés regional se ha avanzado satisfactoriamente en este sentido, como es el caso de jabuticaba (*Plinia cauliflora*)⁽⁴⁷⁾, pitanga (*Eugenia uniflora*)⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾, guayabo del país (*Feijoa sellowiana*)⁽⁵¹⁾, arazá (*Psidium cattleianum*)⁽⁵²⁾ y guayaba brasileña (*Psidium guajava*)⁽⁵³⁾.

La yerba mate es un caso emblemático de domesticación de un PFNM de una especie del dosel intermedio y sucesión avanzada del Bosque Atlántico; sin embargo, la propuesta productiva y los sistemas intensivos que se diseñaron por muchos años son poco resilientes por los manejos inadecuados que generan la pérdida de fertilidad edáfica y el deterioro de la estructura productiva de las plantas⁽¹⁰⁾. Algunas innovaciones para este cultivo pueden ser la plantación bajo monte, los sistemas sucesionales y la arborización de sistemas en producción⁽¹¹⁾. Algunas experiencias proponen, mediante un proceso de planificación participativa, el desarrollo de sistemas mixtos de frutales nativos y yerba mate, además de planificar una cadena de valor agroforestal⁽¹²⁾. En este sentido, los yerbales preexistentes y maduros productivamente que estudiamos ofrecieron condiciones de cobertura intermedia y dinámica suficientes para garantizar la supervivencia, el establecimiento y el crecimiento de las dos especies de frutales nativos sensibles al estrés térmico, lumínico o hídrico. Este fue el caso para siete capotes, que tuvo mejor performance en los yerbales con respecto a condiciones de baja cobertura de bosque nativo. Sin embargo, las prácticas y la historia productiva fueron determinantes para el crecimiento de los plantines de ambas especies frutales. El manejo convencional e intensivo puede tener

varios efectos negativos sobre la fertilidad química, física y biológica, por compactación, pérdida de estructura del suelo, así como el efecto del sol y las heladas sobre el suelo desnudo por el uso de herbicidas o maquinaria pesada⁽¹⁰⁾. Además, tienen mayor presencia de especies gramíneas competitivas en los sistemas manejados intensivamente que en los yerbales con manejo mínimo, y esto es crucial para el caso de especies poco tolerantes a la competencia, como podrían ser los frutales.

Tanto guavirá como siete capotes son frutales precoces que, a partir de los 5 años, desde semilla, pueden entrar en producción. Los criterios de cosecha pueden ser variados y basarse en distintos aspectos relacionados con la maduración del fruto⁽⁵⁴⁾. En otros frutos nativos, se suele utilizar la variación de color superficial como criterio para establecer el momento de cosecha, como es el caso de uvaia (*Eugenia pyriformis*), pitanga, arazá, jabuticaba y guabiyú⁽⁴⁸⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾, y también es el caso para los frutos de guavirá. Sin embargo, en frutos cuyo color superficial no varía sensiblemente durante la maduración, como sucede con guayabo del país, suelen cosecharse en función de la firmeza del fruto y la resistencia mecánica a la cosecha⁽⁵⁸⁾, y sería el comportamiento de los frutos de siete capotes.

Para la cosecha de frutos delicados, como son las bayas, la recolección manual es la más generalizada; además, para el caso de especies no mejoradas genéticamente, es habitual que coexistan en el mismo árbol frutos de varios estados de madurez y que los cosechadores deban entrenarse en reconocer el momento más oportuno para cosechar. En el caso de guavirá el cambio de color que se observa del verde al naranja es muy marcado y permite reconocer una fase intermedia en el viraje entre colores, al mismo tiempo que ocurre una disminución del contenido de clorofilas y un incremento de los carotenoides⁽⁵⁹⁾. Esto permitiría transportar frutos más firmes y resistentes, que posteriormente almacenados a temperatura ambiente alcanzan la madurez de consumo.

La correlación entre las características organolépticas, bioquímicas y las variables de color, una vez cosechados, podría permitir automatizar la clasificación de los frutos basados en métodos de *machine vision* procesamiento de imágenes de frutos distintos o incluso un mismo fruto en distintas etapas de maduración⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾. Solo las variables de color, por análisis de *soft computing*, permitieron obtener hasta un 99,77% de precisión en la clasificación de más de 20 frutas distintas, lo cual puede ser mejorado, por ejemplo, incluyendo variables de forma y textura⁽⁶²⁾. Otros métodos además podrían permitir descartar frutos dañados basados en la identificación de texturas superficiales en las imágenes⁽⁶³⁾. La potencialidad de estas herramientas en el caso de frutos como siete capotes es mayor aún cuando los cambios que sufre el fruto durante la maduración son muy difíciles de percibir por el ojo humano.

El tiempo de vida poscosecha es un factor crítico para la distribución, el almacenamiento y la comercialización. En otros frutos nativos de la familia Myrtaceae el tiempo de vida poscosecha es muy reducido, a excepción del caso del guayabo del país, que puede almacenarse durante 30 días⁽⁵⁸⁾⁽⁶⁴⁾. En el caso de guavirá, la refrigeración nos permitió almacenarlo por más de una semana, como el caso de la guayaba brasileña⁽⁶⁵⁾, la pitanga⁽⁶⁶⁾ y la uvaia⁽⁶⁷⁾. La conservación a bajas temperaturas puede ser complementada con otras estrategias de manejo poscosecha, como los tratamientos por calor, la aplicación de recubrimientos comestibles, la exposición a radiaciones, los tratamientos con agentes químicos antimicrobianos y antiparadeamiento, la aplicación de sustancias gaseosas como el ozono, el etileno, el 1-metilciclopropeno, la atmósfera controlada o la atmósfera modificada, entre otras⁽⁶⁸⁾. Para los frutos nativos, la producción sustentable, el agregado de valor por parte de los mismos productores de fruta y las alternativas de tratamientos poscosecha deben ser de bajo costo, fácil incorporación y no contaminantes. Especialmente en el caso de la agricultura familiar y las comunidades rurales, resulta necesaria la incorporación de tecnologías poscosecha para extender los periodos de comercialización, aprovechar mejor la producción, agregar valor e incentivar el consumo de alimentos regionales con alto valor nutricional y funcional⁽⁶⁹⁾. En frutos de siete capotes es recomendable la desinfección con hipoclorito de sodio y el tratamiento térmico por inmersión en agua caliente, ya que permite disminuir conside-

rablemente la incidencia de hongos en los frutos y atenuar la sintomatología de daño por frío, y de esta manera disminuir significativamente las pérdidas poscosecha⁽⁷⁰⁾.

5. Conclusiones

Guavirá es una especie con elevada plasticidad morfo-fisiológica, cuyas mejores condiciones de crecimiento se dan a sol pleno. Por otro lado, siete capotes sufre especialmente de la competencia y el estrés lumínico y por bajas temperaturas, por lo que es recomendable su intercultivo en yerbales de manejo mínimo basado en la sucesión de especies. Una vez en producción, es posible extender la vida poscosecha de guavirá y siete capotes cosechando los frutos prematuramente y con posterior refrigeración, sin perder sus propiedades organolépticas y nutricionales. Todo esto nos lleva a concluir que es posible establecer protocolos de estudio de pocos años, basados en la obtención de conocimiento fisiológico básico y aplicado, que permitirían planificar y organizar los sistemas productivos y las cadenas de valor basadas en frutales nativos.

Agradecimientos

A Ramón Alcaraz (CAMB-INTA Montecarlo), José Radins (Ministerio de Ecología de Misiones) y Claudia Vizcaíno y Juan Novara (El Maynó).

J. M. G y F. Y. O. son becarios de CONICET. F. G., C. G. y L. C. son investigadores de CONICET. M. A. P. es investigador de INTA.

Transparency of data

Available data: The entire data set that supports the results of this study is available upon request.

Author contribution statement

	Gauna JM	Olguin FY	Gortari F	Pinazo MA	Costa L	Graciano C
Conceptualization						
Formal analysis						
Funding acquisition						
Investigation						
Methodology						
Project administration						
Resources						
Supervision						
Visualization						
Writing – original draft						
Writing – review and editing						

References

- (1) Naciones Unidas. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: edición especial: por un plan de rescate para las personas y el planeta [Internet]. New York: United Nations; 2023 [cited 2025 Jun 3]. 76p. Available from: https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- (2) Zeder MA. Central questions in the domestication of plants and animals. *Evol Anthropol*. 2006;15:105-17. Doi: 10.1002/evan.20101.
- (3) Zeder M. Domestication: definition and overview. In: Smith C, editor. *Encyclopedia of global archaeology*. Cham: Springer, 2020. p. 3348-58. Doi: 10.1007/978-3-030-30018-0_71.
- (4) Isbell TA. US effort in the development of new crops (Lesquerella, Pennycress Coriander and Cuphea). *OCL*. 2009;16:205-10. Doi: 10.1684/ocl.2009.0269.
- (5) McKay B, Alonso-Fradejas A, Ezquerro-Cañete A, editors. *Extractivismo agrario en América Latina* [Internet]. Buenos Aires: CLACSO; 2022 [cited 2025 Jun 3]. 389p. Available from: <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/08/Extractivismo-agrario.pdf>
- (6) Poth C. El modelo agrario biotecnológico en Argentina. In: McKay B, Alonso-Fradejas A, Ezquerro-Cañete A, editors. *Extractivismo agrario en América Latina* [Internet]. Buenos Aires: CLACSO; 2022 [cited 2025 Jun 3]. p. 47-89. Available from: <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/08/Extractivismo-agrario.pdf>
- (7) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (AR). Informe del estado del ambiente 2020. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2021. 694p.
- (8) Yamauchi Mansur Levy MD, Morrison L. Bioeconomía de los productos forestales no maderables en América Latina: ¿Puede la bioeconomía dar valor al bosque y mejorar la vida de sus comunidades? *Turrialba: CATIE*; 2022. 31p.
- (9) Živojinović I, Nedeljković J, Stojanovski V, Japelj A, Nonić D, Weiss G, Ludvig A. Non-timber forest products in transition economies: innovation cases in selected SEE countries. *For Policy Econ*. 2017;81:18-29. Doi: 10.1016/j.forpol.2017.04.003.
- (10) Reutemann G, Eibl B, Montagnini F, Barth S, Gauchat ME. Sistemas agroforestales en Misiones. In: Sharry SE, Stevani RA, Galarco SP, editors. *Sistemas agroforestales en Argentina*. La Plata: EDULP, 2022. p. 229-48. Doi: 10.35537/10915/131898.
- (11) Reutemann G. La yerba mate combinada con árboles nativos es mas resistente a la sequía. *Bien Nuestro*. 2021;34:16-7.
- (12) Chifarellis D, Descalzi E, Brusca L, Gelabert CC. Sistemas agroforestales y frutales nativos: estrategia de producción y conservación desde la agricultura familiar. *LEISA*. 2019;35:27-30.
- (13) Loregian AC, Silva BB, Zanin EM, Decian VS, Henke-Oliveira C, Budke JC. Padrões espaciais e ecológicos de espécies arbóreas refletem a estrutura em mosaicos de uma floresta subtropical. *Acta Bot Bras*. 2012;26:593-606. Doi: 10.1590/S0102-33062012000300009.
- (14) Dujak M, Ferrucci MS, Vera Jiménez M, Pineda J, Chaparro E, Brítez M. Registros sobre las especies vegetales alimenticias utilizadas por dos comunidades indígenas Mbyá - Guaraní de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Itapúa - Paraguay. *Steviana*. 2015;7:25-47. Doi: 10.56152/StevianaFacenV7A2_2015.
- (15) Castro TLAD, Cardoso CAL. *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg: ethnobotany, cultivation and potentialities. *Scientia Naturalis*. 2023;5:874-96. Doi: 10.29327/269504.5.2-27.
- (16) Belizán L, Keegan N, Ponce Montoya C, Riquelme E, Rodriguez M. Sector yerbatero: su evolución 1990-2019. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes; 2020. 10p.
- (17) Jaroslavsky M. La yerba mate, hacia una transición inevitable. *Crítica* [Internet]. 2024 Feb 14 [cited 2025 Jun 3]. Available from: <https://revistacritica.com/la-yerba-mate-hacia-una-transicion-agroecologica-inevitable.html>

- (18) Barbieri SF, de Oliveira Petkowicz CL, de Godoy RCB, de Azeredo HCM, Franco CRC, Silveira JLM. Pulp and jam of Gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg): characterization and rheological properties. *Food Chem.* 2018;263:292-9. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.004.
- (19) Souza MT, Souza MT, Panobianco M. Morphological characterization of fruit, seed and seedling, and seed germination test of *Campomanesia guazumifolia*. *J Seed Sci.* 2018;40:75-81. Doi: 10.1590/2317-1545v40n1186143.
- (20) Keller HA. Unidades de vegetación y recursos florísticos en una aldea Mbya Guaraní de Misiones, Argentina. *Kurtziana.* 2007;33:175-91.
- (21) Sereno AB, Pinto CD, Gibbert L, de Andrade MTP, da Silva MAB, Etgeton SAP, Miguel OG, Dias JFG, Krüger CCH, de Messias Reason IJ. Cytotoxic and phytotoxic activities of native Brazilian Forest gabioba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg.), fruits, and flour against shrimp (*Artemia salina* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Foods.* 2023;13(1):123. Doi: 10.3390/foods13010123.
- (22) Goldoni J, Giacobbo CL, Galon L, Zarzeka C, Uberti A, Lugaresi A. Physicochemical characterization of fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae). *Acta Sci Biol Sci.* 2019;41:e45923. Doi: 10.4025/actascibiolsci.v41i1.45923.
- (23) Dummel CJ, Romero HF, Poszkus Borrero PA, Pahr NM, Bohren AV, Maiocco DC, Rivero JI, Krivenko LM. Caracterización de la vegetación arbórea de cuatro situaciones de bosque secundario en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG), Misiones. *Yvyrareta.* 2017;25:47-59.
- (24) Gris D, Temponi LG, Marcon TR. Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil. *Rev Árvore.* 2012;36:113-25. Doi: 10.1590/S0100-67622012000100013.
- (25) Gogosz AM, Bona C, Santos GO, Botosso PC. Germination and initial growth of *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae), in petroleum-contaminated soil and bioremediated soil. *Braz J Biol.* 2010;70(4):977-86. Doi: 10.1590/s1519-69842010000500009.
- (26) Torija Isasa E, Ibarrola Díaz D, Caballero de Colombo S. Recuperación de frutos nativos de sudamérica: *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. In: *Actas de las XIII Jornadas del Grupo de Horticultura y I Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud. Logroño: Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente; 2014. p. 113-8.*
- (27) Chianucci F, Ferrara C, Puletti N. coveR: an R package for processing digital cover photography images to retrieve forest canopy attributes. *Trees.* 2022;36:1933-42. Doi: 10.1007/s00468-022-02338-5.
- (28) Horwitz W, Latimer GW, editors. Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International; 2006. 1v.
- (29) Lichtenhaler HK. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology.* 1987;148:350-82. Doi: 10.1016/0076-6879(87)48036-1.
- (30) Bárcena A, Martínez G, Costa L. Low intensity light treatment improves purple kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) postharvest preservation at room temperature. *Heliyon.* 2019;5(9):e02467. Doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02467.
- (31) Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat [Internet]. Versión 2020. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2020 [cited 2025 Jun 3]. Available form: <https://www.infostat.com.ar/>
- (32) Aguiar JTD, Higuchi P, Silva ACD. Climatic niche determines the geographic distribution of Myrtaceae species in Brazilian Subtropical Atlantic Forest. *Rev Árvore.* 2021;45:e4501. Doi: 10.1590/1806-908820210000001.
- (33) Barth SR, Pinazo MA, Gonzalez PA, Dohman RA, Knebel OE, Alcaraz R. Relevamiento florístico preliminar de especies frutales de arboles nativos del campo anexo Manuel Belgrano, INTA San Antonio, Misiones. *Yvyrareta.* 2018;26:7-20.
- (34) Pinazo MA, Moscovich FA, Dummel C, Knebel OE. Patrón espacial de la regeneración de dos especies leñosas en un sector aprovechado de la Selva Paranaense. *Ecol Austral.* 2009;19:139-48.
- (35) Herzog NFM, Malavasi MDM, Malavasi UC. Morfometria dos frutos e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. BERG. *Semin Ciênc Agr.* 2012;33:1359-66.

- (36) Gressler E, Pizo MA, Morellato LPC. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Braz J Bot.* 2006;29:509-30. Doi: 10.1590/S0100-84042006000400002.
- (37) Chediack S. Aprovechamiento Sustentable del Palmito Misionero. *INSUGEO.* 2008;17:309-16.
- (38) Alexiades MN, Shanley P, editors. Forest products, livelihoods, and conservation: case studies of non-timber forest product systems. Vol. 3, Latin America. Jakarta: CIFOR; 2004. 471p.
- (39) Gogosz AM, Cosmo NL, Bona C, de Souza LA. Morfoanatomia da plântula de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae). *Acta Bot Bras.* 2010;24:613-23. Doi: 10.1590/S0102-33062010000300003.
- (40) Lima DF, Goldenberg R, Sobral M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no estado do Paraná, Brasil. *Rodriguésia.* 2011;62:683-93. Doi: 10.1590/2175-7860201162313.
- (41) Bartieres EMM, Scalón S, Dresch DM, Cardoso EAS, Jesus MV, Pereira ZV. Shading as a means of mitigating water deficit in seedlings of *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg. *Not Bot Horti Agrobo.* 2020;48:234-44. Doi: 10.15835/nbha48111720.
- (42) Bento L, Scalón S, Dresch D, Pereira ZV. Potential for recovery of *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg seedlings from water deficit. *Afr J Agric Res.* 2016;11:2775-85. Doi: 10.5897/AJAR2016.11231.
- (43) Chaves-Barrantes NF, Gutiérrez-Soto MV. Respuestas al estrés por calor en los cultivos. I. Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos. *Agron Mesoam.* 2016;28:237-53. Doi: 10.15517/am.v28i1.21903.
- (44) Laxman RH, Bhatt RM. Abiotic stress management in fruit crops. In: Minhas PS, Rane J, Pasala RK, editors. *Abiotic stress management for resilient agriculture.* New York: Springer; 2017. p. 399-412.
- (45) Singh A, Sharma P. Recent insights into physiological and molecular regulation of salt stress in fruit crops. *Adv Plants Agric Res.* 2018;8:171-83. Doi: 10.15406/apar.2018.08.00309.
- (46) Santhi V, Nireshkumar N, Vasugi C, Parthiban S, Masilamani P. Role of rootstocks to mitigate biotic and abiotic stresses in tropical and subtropical fruit crops: a review. *Int J Chem Stud.* 2020;8:499-510. Doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i5g.10348.
- (47) Cassol DA, Pirola K, Dotto M, Citadin I, Mazaro SM, Wagner Júnior A. Grafting technique and rootstock species for the propagation of *Plinia cauliflora*. *Cienc Rural.* 2017;47:e20140452. Doi: 10.1590/0103-8478cr20140452.
- (48) Silva JAAD, Teixeira GHDA, Citadin I, Wagner Júnior A, Danner MA, Martins ABG. Advances in the propagation of Brazilian Cherry tree. *Rev Bras Frutic.* 2019;41:e-971. Doi: 10.1590/0100-29452019971.
- (49) Pavithra S, Swamy G, Patil S, Halesh GK, Vishnuvardhana, Suresh GJ. Graft compatibility of Surinam cherry as a rootstock for jamun, guava and rose apple. *J Pharmacogn Phytochem.* 2020;9:1806-8.
- (50) Manners MM, Griffis JL, McDonald TG. Time after scion harvest and grafting method influence graft success rate for purple-fruited Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Proc Fla State Hort.* 2011;124:28-30.
- (51) de Souza SN. Técnica de enxertia para a propagação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). *Rev Ciênc Agrovet.* 2013;12:314-6.
- (52) dos Santos MAC, do Rêgo MM, de Queiróz MA, da Cruz ACF, da Silva TCR, Pinheiro MVM, Batista DS, Rocha DI, Otoni WC. Evaluation of root-to-shoot de novo organogenesis in wild guava species, *Psidium schenckianum* and *P. guineense* (Myrtaceae). *Vegetos.* 2021;34:68-76. Doi: 10.1007/s42535-020-00177-8.
- (53) Vasconcelos L, Cardoso A. Evaluation of guava cultivars as rootstocks, during nursery stage. *Acta Hortic.* 1997;(452):63-70. Doi: 10.17660/ActaHortic.1997.452.10.
- (54) Indiarto R, Izzati AN, Djali M. Post-harvest handling technologies of tropical fruits: a review. *Int J Emerg technol Eng Res.* 2020;8:3951-7. Doi: 10.30534/ijeter/2020/165872020.
- (55) Freitas TP, Spricigo PC, Purgatto E, Jacomino AP. Aroma and soluble solid contents of the uvaia-a native Atlantic rainforest fruit-are negatively affected by early harvest. *J Food Biochem.* 2019;43(7):e12881. Doi: 10.1111/jfbc.12881.

- (56) De Almeida Lopes MM, De Oliveira Silva E. Araça: *Psidium cattleianum* Sabine. In: Rodrigues S, Silva EO, de Brito ES, editors. Exotic fruits: reference guide. London: Academic Press; 2018. p. 31-6. Doi: 10.1016/B978-0-12-803138-4.00007-1.
- (57) Seraglio SKT, Schulz M, Nehring P, Della Betta F, Valse AC, Daguer H, Gonzaga LV, Fett R, Costa ACO. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. Food Chem. 2018;239:649-56. Doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.118.
- (58) Schotsmans WC, East A, Thorp G, Woolf AB. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). In: Yahia EM, editor. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Vol. 3, Cocona to mango. Oxford: Woodhead Pub; 2011. p. 115-33. Doi: 10.1533/9780857092885.115.
- (59) Gauna JM, Bárcena A, Bayardo M, Graciano C, Costa L. Premature harvesting of guavirá fruit (*Campomanesia xanthocarpa* O.Berg) as a strategy to reach far-away sales locations. Int J Postharvest Technol Innov. 2024;9:189-207. Doi: 10.1504/IJPTI.2024.143181.
- (60) Li C, Cao Q, Guo F. A method for color classification of fruits based on machine vision. WSEAS Trans Syst. 2009;8:312-21.
- (61) Zhang Y, Wu L. Classification of fruits using computer vision and a multiclass support vector machine. Sensors (Basel). 2012;12(9):12489-505. Doi: 10.3390/s120912489.
- (62) Rajasekar L, Sharmila D. Performance analysis of soft computing techniques for the automatic classification of fruits dataset. Soft Comput. 2019;23:2773-88. Doi: 10.1007/s00500-019-03776-z.
- (63) Jana S, Parekh R, Sarkar B. Automatic classification of fruits and vegetables: a texture-based approach. In: Mandal JK, Mukhopadhyay S, Dutta P, Dasgupta K, editors. Algorithms in machine learning paradigms. Singapore: Springer Singapore; 2000. p. 71-89. Doi: 10.1007/978-981-15-1041-0_5.
- (64) Parra CA, Fischer G. Maduración y comportamiento poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret): una revisión. Rev Colomb Cienc Hortic. 2013;7:98-110.
- (65) García Mogollon C, Cury Regino KI, Dussan Sarria S. Comportamiento poscosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento. Rev Fac Nac Agron Medellín. 2011;64:6207-12.
- (66) Sanches AG, Costa JM, da Silva MB, Moreira EGS, Cosme SS. Tratamentos químicos na manutenção da qualidade pós-colheita em frutos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). Nativa. 2017;5:257-62. Doi: 10.31413/nativa.v5i4.4429.
- (67) Scalón SDPQ, Dell'Olio P, Fornasieri JL. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess - Mirtaceae. Ciênc Rural. 2004;34:1965-8.
- (68) Mahajan PV, Caleb OJ, Singh Z, Watkins CB, Geyer M. Postharvest treatments of fresh produce. Philos Trans A Math Phys Eng Sci. 2014;372(2017):20130309. Doi: 10.1098/rsta.2013.0309.
- (69) Campos RP, Hiane PA, Ramos MIL, Ramos Filho MM, Macedo MLR. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.). Rev Bras Frutic. 2012;34:41-9. Doi: 10.1590/S0100-29452012000100008.
- (70) Gauna JM, Saric R, Bárcena A, Bayardo M, Graciano C, Costa L. Evaluación de la vida poscosecha de una nueva fruta nativa -*Campomanesia guazumifolia* "sietecapotes"- y la aplicación de un tratamiento térmico para disminuir las pérdidas poscosecha y la ocurrencia de daño por frío. Investigación Joven. 2023;10:271-6.