

Artículo científico

Supervivencia de plántulas de *Solanum betaceum* Cav. bajo diferentes condiciones de cobertura de dosel en las Yungas tucumanas

Survival of *Solanum betaceum* Cav. seedlings under different canopy coverage conditions in the Yungas of Tucumán

Adrián Ignacio Trápani^{1*}; Pablo Federico Saravia²; Josefina Grignola²; Luis Fernando Fornes²

¹Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán. Florentino Ameghino s.n., El Manantial (4104), Tucumán, Argentina.

²Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta Prov. 301 km 32, (4132) Famaillá, Tucumán, Argentina.

*Correo electrónico: adriantrapani@live.com

Resumen

El rescate y la revalorización de especies frutales nativas para su domesticación y posterior cultivo, permite ampliar la matriz productiva conservando la biodiversidad. *Solanum betaceum* Cav., “tomate árbol o chilto”, es nativo de la Selva de Yungas. Su fruto tiene propiedades nutraceuticas y medicinales, y crece naturalmente bajo el dosel arbóreo generalmente de forma arbustiva. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la supervivencia de diferentes procedencias *S. betaceum* (norte, centro y sur de Las Yungas tucumanas), bajo diferentes intensidades de cobertura del dosel arbóreo y preservar el germoplasma rescatado a los fines de conservación. La supervivencia post plantación a los 30 días, fue de 91 % bajo cobertura media, 84 % bajo cobertura alta y 50 % sin cobertura. La supervivencia post helada (temperatura mínima absoluta alcanzada de -2,2 °C) fue de 84 % bajo cobertura media, 75 % con cobertura alta y 31 % sin cobertura. Las procedencias de las zonas norte y centro mostraron mayor supervivencia que las de la zona Sur, por lo que se concluye que *S. betaceum* es una especie adecuada para enriquecer áreas de bosque degradado y cultivarla en sistemas agroforestales bajo dosel arbóreo con cobertura media a alta de la selva de yungas en Tucumán.

Palabras clave: Cobertura; Conservación; Enriquecimiento; Selva de Yungas; *Solanum betaceum*.

Abstract

The rescue and revaluation of native fruit species for their domestication and subsequent cultivation allows us to expand the productive matrix while conserving biodiversity. *Solanum betaceum* Cav., “Tree tomato or chilto” is native of the Yungas Forest. Its fruit has nutraceutical and medicinal properties and grows naturally under the tree canopy in general as a shrub. The aim was to evaluate the survival of different provenances of *Solanum betaceum* (north, center, and south of the Tucuman's yungas) under various intensities of canopy coverage and to preserve the rescued germplasm for conservation purposes. Survival at 30 days after planting was 91% under medium coverage, 84% under high coverage and 50% without coverage. Survival after the frost (absolute minimum temperature recorded of -2.2 °C) was 84% under medium cover, 75% with high cover and 31% without cover. Northern and central zones' provenances survival was higher than those of the southern area. Therefore, it is concluded that *S. betaceum* is a suitable species to enrich degraded forest areas and cultivate in agroforestry systems under tree canopies with medium to high coverage from the Yungas jungle in Tucumán.

Keywords: Conservation; Coverage; Enrichment; *Solanum betaceum*; Yungas Forest.

Introducción

Solanum betaceum Cav., “tomate árbol” o “chilto” es una planta con frutos comestibles nativa de la región Yungas Andinas, que se encuentra de forma espontánea en el noroeste de Argentina (Orqueda *et al.*, 2017), factible de localizar entre los árboles y arbustos de la

Selva Montana y Bosque Montano de las Yungas (Buono *et al.*, 2019). El fruto tiene propiedades nutraceuticas y medicinales (Avila y Ruales, 2016; Orqueda *et al.*, 2017). Sin embargo, sufre de extractivismo dado que los frutos, en su mayoría, se recolectan de ejemplares silvestres (Hilbert, 1999). Al ser una especie de requerimientos lumínicos intermedios que se adapta a ambientes

de mayor luminosidad (Valdora y Juárez, 1999), tiene gran potencial para enriquecimiento de áreas de bosque nativo degradado y en sistemas agroforestales con especies forestales nativas con alto valor económico (Fornes *et al.*, 2016). El enriquecimiento de bosque nativo es una herramienta que consiste en introducir especies valiosas en términos económicos y ecológicos en bosques degradados, donde la regeneración de especies comerciales no es suficiente para mantener la productividad a largo plazo. De esta forma se contribuye al manejo sustentable de los bosques, evitando la sobre extracción y aumentando su valor económico y ecológico (Lamprecht, 1990; Adjers *et al.*, 1995; Montagnini *et al.*, 1997; Keefe *et al.*, 2009; Tigabu *et al.*, 2010). El ambiente donde ocurre naturalmente el “tomate de árbol” o “chilto”, la selva de Yungas, ha sufrido la expansión de la agricultura, en un proceso que se inició con la conversión de bosque húmedo en campos de cultivos de caña de azúcar y cítricos principalmente, y luego en la producción de soja. A pesar de esta transformación, aún existen remanentes boscosos los cuales se encuentran sometidos a un proceso de sobreexplotación forestal que degrada su estructura, reduce significativamente su valor y favorece la generación de incendios (Grau y Brown, 2000). En este sentido, el cultivo de chilto en sistemas de enriquecimiento del bosque degradado tiene gran potencial en la provincia de Tucumán, ya que no competiría con las áreas sin cobertura donde actualmente se cultiva limón, caña de azúcar, frutilla o palta, entre otros. Además, por ser el chilto una especie que crece naturalmente bajo el dosel arbóreo del bosque, su producción en combinación con especies forestales en Sistemas Agroforestales (SAF) es una potencial alternativa, siendo necesario conocer las condiciones mínimas bajo las cuales se puede llevar a cabo. Al ser una actividad muy difundida en todo el mundo, la agrosilvicultura es la puerta de entrada a la producción de frutos nativos, especialmente en lugares donde la fitofisonomía original es el bosque (Silva *et al.*, 2022). Sin embargo, es necesario ajustar parámetros relacionados a la adaptabilidad y su manejo agronómico, dado que en la etapa inicial las plantas se ven sometidas a diferentes condiciones de sombreado debido al dosel del bosque nativo, generando diferentes respuestas en la planta. Si bien la luz es uno de los factores

abióticos más importantes para el establecimiento y crecimiento de las plantas, hay otros factores climáticos que los pueden condicionar (Moretti, *et al.*, 2019).

Actualmente en Argentina, las plantas de *S. betaceum* son cultivadas a partir de material seminal procedente de plantas silvestres. En una muy pequeña proporción se practica multiplicación agámica, principalmente con fines de investigación (Saravia *et al.*, 2018). La revalorización de especies de frutales nativos, que luego son llevadas a cultivo, permiten ampliar la matriz productiva de una región. Lascurain *et al.*, (2010) plantean que es necesario impulsar la conservación y manejo de estas especies por su valor alimenticio y como fuente de ingresos.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia de plántulas de tres diferentes procedencias de *S. betaceum* a diferentes grados de cobertura de dosel en la selva de Yungas en Tucumán para enriquecimiento de bosque degradado y potencial producción en SAF.

Materiales y métodos

Material vegetal

La colecta de frutos de chilto en la selva de Yungas en Tucumán, se llevó a cabo entre los meses de abril y julio de 2017, período en el cual los frutos de tomate árbol se encuentran en madurez fisiológica. Para seleccionar las tres procedencias de semillas diferentes se dividió la provincia en tres zonas: zona norte (Horco Molle, Nueva Esperanza y Taficillo); zona centro (Santa Lucía y El Indio) y zona sur (Alpachiri y Piedras Grandes). En cada zona se seleccionó y georreferenció los individuos de los cuales se cosecharon los frutos maduros; se extrajeron las semillas y se lavaron las mismas para quitar el mucílago que las recubre, dejándolas a secar durante una semana, a la sombra, sobre papel absorbente. Las semillas se guardaron en bolsas de papel a 4 °C. En agosto de 2017, se sembraron en macetas de polietileno rígidas de un litro de capacidad volumétrica, empleando como sustrato turba rubia 70 % y perlita expandida 30 %, con fertilizante de liberación lenta 6M (liberación durante seis meses), con macro y micronutrientes. Las macetas se dispusieron en invernadero de vidrio, con humedad controlada mediante

aspersores, donde se cultivaron durante 5 meses. Luego se colocaron en cancha de cría bajo media sombra, para comenzar un período de 2 meses de rustificación. Una vez transcurrido ese tiempo, se procedió a la instalación de la plantación en el campo de la EEA Famaillá - INTA (Ruta Prov. 301, km 32. Padilla, Dpto. Famaillá), (27° 1' 52.84" S - 65° 22' 51.83" O).

Ensayo de campo

El diseño experimental fue de 4 bloques completamente aleatorizados. En el mes de febrero de 2018 se plantaron por bloque 60 plántulas de chilto de 7 meses de edad, dispuestas en 3 parcelas lineales de 20 plántulas con diferentes grados de cobertura. Para determinar el grado de cobertura de cada parcela, es decir, luz plena o sin cobertura – cobertura media y cobertura alta del dosel arbóreo, se determinó la transmisión de luz (porcentaje de luz que pasa a través del dosel) mediante fotografías hemisféricas de cada tratamiento, espaciadas regularmente a lo largo del centro de las parcelas. Las imágenes fueron tomadas empleando la cámara digital Samsung J7, resolución 13 MP (4128 x 3096), a la cual se colocó una lente para fotografías hemisféricas (lente de pescado) para obtener imágenes de 180°. La cámara se dispuso a 1 m de altura desde el suelo, empleando trípode de aluminio extensible Dinax, modelo DX-MT130, que incluye nivel de burbuja para ajustar horizontalidad, para evitar interferencia con la vegetación circundante, y dispuesta de tal manera que la parte superior de la imagen coincida con el norte mediante el uso de una brújula. Las fotos fueron tomadas durante las primeras horas de la mañana para evitar distorsiones provocadas por los rayos solares en las imágenes. Se calculó la transmisión de luz de las capas empleando el software Gap Light Analyzer (GLA) (Fraser *et al.*, 1999).

Además, para determinar los distintos grados de cobertura se midió la radiación fotosintéticamente activa (PAR, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) con ceptómetro Cavadevices. Las mediciones se hicieron al mediodía al momento de la plantación, tomando 12 registros por parcela a un metro altura.

Se realizaron dos evaluaciones de supervivencia, una a los 30 días, para determinar la mortalidad post establecimiento, y otra evaluación a los 8 meses, pasado el período invernal, para evaluar la mortalidad por el efecto de las bajas temperaturas

en los distintos tratamientos. Se consideró planta muerta, si la totalidad de la parte aérea estaba seca o si faltaba la planta. Si alguna planta hubiese rebrotado, se la consideraba en la segunda evaluación a los 8 meses.

Durante el período del ensayo se obtuvieron los registros del número de días con temperaturas por debajo de 0 °C, la duración de los mismos y la temperatura mínima absoluta, a partir de datos aportados por el área Agrometeorología del INTA Famaillá.

Análisis estadístico

A fin de determinar diferencias en la supervivencia a distintos grados de cobertura y procedencias, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) mediante el procedimiento adecuado a modelos lineales mixtos generalizados con InfoStat (Di Rienzo, 2011). Las diferencias entre medias fueron evaluadas mediante test de Duncan, $p < 0,005$.

Resultados

Condiciones ambientales

En el período de evaluación comprendido entre febrero y setiembre de 2018, se registraron 8 días con heladas, sumando un total de 25,7 horas de temperaturas por debajo de 0 °C. La temperatura mínima absoluta fue de -2,2 °C.

Luz transmitida y radiación fotosintéticamente activa (PAR)

La radiación solar media registrada fue de 1.096 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en las parcelas sin cobertura, 155 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en las parcelas con cobertura media, y 29 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en las parcelas con cobertura alta.

Los porcentajes de luz transmitida fueron: a) sin cobertura, 100 % de transmisión de luz; b) cobertura media, 33,6 % de transmisión de luz; c) cobertura alta, 15,8 % de transmisión de luz (Figura 1).

Supervivencia

La supervivencia a 30 días de realizada la plantación fue alta (75,14 %) en las diferentes condiciones de cobertura. En la segunda evaluación realizada a los 8 meses (luego del invierno), se

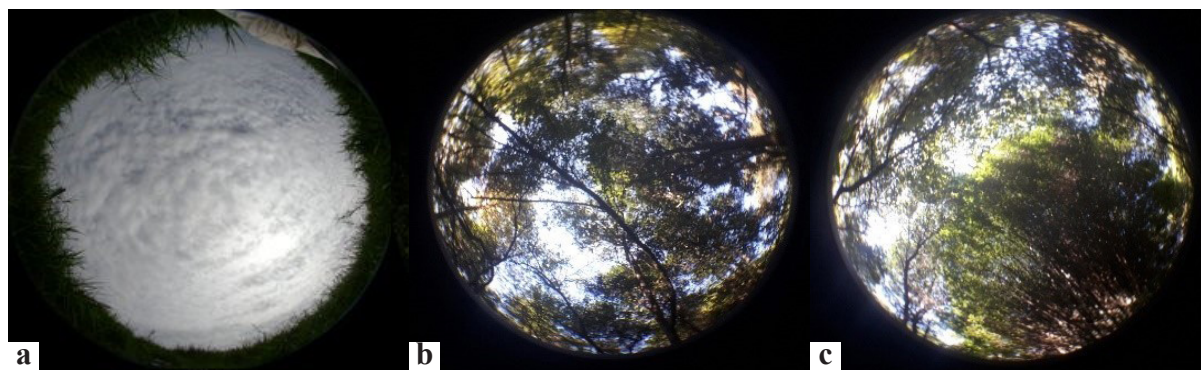


Figura 1. Imágenes tomadas con lente hemisférica. **a.** sin cobertura; **b.** cobertura media; **c.** cobertura alta.

registró un 62,36 % de supervivencia total. Hubo diferencias significativas en la supervivencia según el grado de cobertura (Figura 2).

La supervivencia de las diferentes procedencias fue similar ($p=0,52$; $F=0,66$). Sin embargo, hubo diferencias entre las diferentes coberturas ($p=0,0001$; $F=42,12$). La supervivencia fue mayor bajo cobertura de dosel media (91 %), seguida bajo cobertura de dosel alta (84 %). En las parcelas sin cobertura de dosel (luz plena) se registró la supervivencia más baja (50 %) (Figura 2).

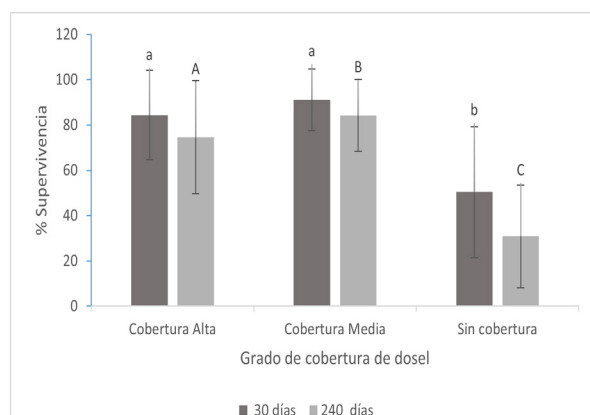


Figura 2. Porcentaje de supervivencia de plantas de *Solanum betaceum* a un mes de la plantación y después del invierno, bajo diferentes coberturas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias, según el test de Duncan ($p < 0,005$).

En la supervivencia a los 240 días (pasado el invierno), se observan diferencias significativas a nivel de procedencias ($p=0,009$; $F=4,89$). En esta última se registraron 69 % y 65 % para las procedencias centro y norte respectivamente, y 52 % para la procedencia sur. Se observaron diferencias altamente significativas en el grado de cobertura ($p=0,0001$; $F=86,78$), con 84 % de supervivencia en cobertura media, 75 % en cobertura alta y 31 % sin cobertura.

Discusión

El rescate, revalorización y promoción del chilto, trae consigo la necesidad de disponer de un volumen mínimo de frutas que permita llegar a los mercados. Esto se logra extendiendo su cultivo, para lo cual es necesario conocer las condiciones y requerimientos de la especie. En la evaluación de la supervivencia post plantación, la exposición de las plantas al sol directo y por lo tanto a las altas temperaturas estivales que provocaron “quemaduras” en hojas y tallos, explican la alta tasa de mortalidad de las plantas dispuestas en las parcelas sin cobertura, pero también los mayores desvíos respecto de la media (desvío estándar). Este factor abiótico, se suma al efecto de las bajas temperaturas. El daño por frío puede producirse por una acumulación de horas de temperaturas bajas, superiores a 0 °C, o por heladas con temperaturas menores a 0 °C, congelamiento (Larcher, 2005). Durante el período del ensayo, se registró una temperatura mínima absoluta de -2,2 °C y 25,7 horas de temperatura por debajo de los 0 °C, lo que provocó una disminución de la población por mortandad en casi un 20 % con respecto a primera evaluación. Al ser una especie que prefiere ambientes de elevada nubosidad o sombreado de otros árboles (Buono *et al.*, 2019), se necesita definir los sitios adecuados para su cultivo en nuestra provincia. Pues además de ser sensible a radiaciones solares intensas, por lo que se desenvuelve mejor en condiciones de nubosidad (Acosta Quezada, 2011), las ramas de esta planta son frágiles y muy susceptibles a las quebraduras por viento (Bernal Estrada y Lobo Arias, 2018). Tanto para procesos de restauración de bosque nativo con fines de conservación, como para producción mediante enriquecimiento del monte e implementación de

sistemas agroforestales, *S. betaceum* dispone de miles de hectáreas aptas para su plantación en las Yungas Australes de la provincia de Tucumán. Pero además de los inconvenientes ecofisiológicos que presenta su cultivo a cielo abierto, hacerlo en esta modalidad implicaría competir con otros cultivos ya establecidos en el pedemonte y de alta rentabilidad, como la caña de azúcar, el limón, la palta, el arándano y la frutilla, entre otros.

Conclusiones

Las altas temperaturas que se registran en la provincia de Tucumán en la época de plantación, (primavera-verano), y las heladas que ocurren en el período invernal, resultaron ser las principales causas de mortalidad en los primeros estadios de desarrollo de *S. betaceum* al cultivarse sin cobertura o a cielo abierto.

El mayor porcentaje de supervivencia registrado luego del invierno, se obtuvo en condiciones de cobertura de dosel media (84 %), reduciéndose con respecto a la cobertura alta y drásticamente a cielo abierto (31 %), lo que permite inferir que el cultivo bajo estas condiciones es el recomendable.

Es necesario continuar investigando para definir con mayor precisión la relación entre la cobertura arbórea con la producción de fruta, de manera de poder tomar decisiones acertadas al momento de instalar cultivos comerciales en sistemas de enriquecimiento de monte nativo.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), por permitir establecer los ensayos en su campo experimental. Además, agradecen también a los técnicos de campo del área forestal de dicha institución, Ariel Frías, Carlos Villarreal y Ramón González, por su colaboración en las colectas a campo, la viverización y el establecimiento de las parcelas de ensayo.

Referencias bibliográficas

- AAdjers G., Hadenggan S., Kuusipalo J., Nuryanto K., Vesa L., (1995). Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effects of width, direction and maintenance method of planting line on selected Shorea species. *Forest Ecology Management* 73: 259 - 270.
- Avila J., Ruales, J. (2016). Influencia del estrés luminoso e hídrico en la postcosecha, propiedades físico - químicas y estimación de la capacidad antioxidante del tomate de árbol (*Solanum betaceum* CAV.) genotipo gigante Amarillo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 17 (1): 30-40.
- Bernla Estrada J.A. y Lobo Arias M. (2018) El cultivo del tomate de árbol. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Buono S., Abdo G., Hamity V., Ansonnaud G., Ferreyra M. (2019). El tomate árbol de las yungas: cultivo, potencialidades e importancia. Buenos Aires. Ediciones INTA, Argentina.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo Y.C. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat; FCA; Universidad Nacional de Córdoba; Argentina. URL [http:// www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar).
- FAO (2008). Climate Change and Biodiversity for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Frazer G.W., Canham C.D., Lertzman K.P. (1999). Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, Nueva York. EEUU.
- Fornes L., Zelener N., Gauchat M.E., Inza M.V., Soldati M.C., Ruiz V., Meloni D., Grignola J., Barth S., Ledesma T., Tapia S., Tarnowski C., Eskiviski E., Figueredo I., Gonzalez P., Leiva N., Rodriguez G., Alarcon P., Cuello R., Gatto M., Rotundo C., Giannoni F., Alonso F., Saravia P., Trapani A. (2016). "Subprograma Cedrela". En: "Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales". Ministerio de Agroindustria, UCAR. Argentina. Pp: 137-159.
- Grau A., Brown A.D. (2000). "Development Threats to Biodiversity and Opportunities for Conservation in the Mountain Ranges of the Upper Bermejo River Basin, NW Argentina and SW Bolivia," *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 29 (7): 445-450.
- Hilgert N.I. (1999). Las plantas comestibles en un sector de las Yungas meridionales (Argentina). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57: 117-138.
- Keefe K., Schulze M.D., Pinheiro C., Zweede J.C., Zarin D. (2009). Enrichment planting as a silvicultural option in the eastern Amazon: Case study of Fazenda Cauaxi, *Forest Ecology and Management* 258 (9): 1950-1959.
- Lamprecht H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn. Alemania.
- Larcher W. (2005). Climatic Constraints Drive the Evolution of Low Temperature Resistance in Woody Plants. *Journal of Agricultural Meteorology* 61: 189-202.

- Lascurain, M., Avendaño S, del Amo S., Niembro A. (2010). Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor - Conacyt, México.
- Montagnini F., Eibl B., Grance L., Maiocco D., Nozzi D. (1997). Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina Forest Ecology Manage 99: 237-246.
- Moretti A.P., Olguín F.Y., Pinazo M.A., Gortari F., Vera Bahima J., Graciano C. (2019). Supervivencia y crecimiento de un árbol nativo maderable bajo diferentes coberturas de dosel en el Bosque Atlántico, Misiones, Argentina. Ecología Austral 29: 099-111
- Orqueda M.E., Rivas M., Zampini I.C., Alberto M.R., Torres S., Cuello S., Sayago J., Thomas-Valdes S., Jiménez-Aspee F., Schmeda-Hirschmann G., Isla M.I. (2017). Chemical and functional characterization of seed, pulp and skin powder from chilito (*Solanum betaceum*), an Argentine native fruit. Phenolic fractions affect key enzymes involved in metabolic syndrome and oxidative stress. Food Chemistry 216: 70-79.
- Saravia P.F, Fornes L.F., Grignola J., Medrano N., Trápani A.I., Villarreal C.S., González R.H., Frías P.A. (2018). Propagación vegetativa por estacas de *Solanum betaceum*. 40° Congreso Argentino de Horticultura. 2 al 5 de Octubre. Córdoba. Argentina.
- Silva R.O., Perez Cassarino, J., Steenbock W. (2022). Rescue and multiplication of native fruits at the Núcleo Luta Camponesa for Agroecology. Agrociencia Uruguay 26 (NE3).
- Tigabu M., Savadogo P., Odén P.C., Xayvongsa L. (2010). Enrichment planting in a logged-over tropical mixed deciduous forest of Laos. Journal of Forestry Research 21: 273-280.
- Valdora E.E., Soria M.B. (1999) Árboles de interés forestal y ornamental para el noroeste argentino. Laboratorio de investigaciones Ecológicas de las Yungas – LIEY. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. Argentina.