



Métodos de propagación de *Fragaria* spp. empleados en Sudamérica con énfasis en la propagación de estolones: una revisión

Propagation Methods of *Fragaria* spp. in South America with Emphasis on Stolon Propagation: A Review

Paula Alejandra Angarita-Cacheo^{1,2}
Andrea Yasmith Cepeda-Palacios¹
Natalie Andrea Sánchez-Corredor¹



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v20.n32023.16186>

RESUMEN: En los principales países de Sudamérica como Argentina, Chile y Colombia, la producción de fresa supera las 50.000 toneladas. Ante la alta demanda de consumo de fresa, es crucial garantizar y optimizar la eficiencia de su propagación; sin embargo, no se cuenta con la información necesaria para cumplir dicho objetivo, por ello, se requiere llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre los métodos de propagación de la especie. Con tal fin se realizó una revisión sistemática de artículos científicos, consultando bases de datos como Scielo, ScienceDirect y Redalyc, además se consultó literatura gris y fichas técnicas sin restricción de fechas. En los distintos documentos consultados se reporta que *Fragaria* spp. es un fruto apetecido en el mundo por su aroma, color, textura y, sobre todo, por sus componentes nutricionales, entre los cuales se encuentran los compuestos nutraceuticos y antioxidantes que contribuyen a la salud humana, ya que son los encargados de reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, en particular el cáncer. A su vez, trae beneficios económicos a los países productores de fresa debido a que es un producto comercializado tanto en fresco como procesado para los diferentes mercados. Por lo mencionado anteriormente, es importante indagar y describir los diferentes métodos de propagación (sexual y asexual), enfatizando en la propagación asexual por estolones, pues esta es una de las técnicas con beneficios superiores, ya que es un proceso fisiológico natural en la planta, lo que reduce los costos de producción.

PALABRAS CLAVE: antioxidantes, estolones, fresa, propagación, cultivares, *Fragaria* spp.

ABSTRACT: In the main South America countries, such as Argentina, Chile and Colombia, strawberry production exceeds 50,000 tons. Given the high demand for strawberry consumption, it is crucial to guarantee and optimize the efficiency of its propagation; however, the necessary information is not available to achieve this objective, therefore, it is essential to carry out a bibliographic review of the different methods of propagation of the species. For this purpose, a systematic review of scientific articles was conducted, using databases such as Scielo, ScienceDirect and Redalyc. Grey literature and technical data sheets without date restrictions were also consulted. The various documents consulted state that *Fragaria* spp. is a fruit that is highly valued throughout the world for its aroma, color, texture and, above all, for its nutritional components, including nutraceutical and antioxidant compounds that contribute to human health by reducing the risk of degenerative diseases, particularly cancer; in turn, it brings economic benefits in strawberry producing countries because it is a product marketed both fresh and processed for different markets. For the above mentioned, it is important to investigate and describe the different methods of propagation (sexual and asexual), emphasizing the asexual production by stolons, being this one of the techniques with superior benefits since it is a natural physiological process in the plant, which reduces production costs.

KEYWORDS: antioxidants, stolons, strawberry, propagation, varieties, *Fragaria* spp.

FECHA DE RADICACIÓN: 4 de julio de 2023 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 18 de octubre de 2023 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 14 de diciembre de 2023

1 Investigador Independiente, Tunja, Colombia.

ORCID: Angarita-Cacheo, P. A.: 0009-0000-0221-5281; ORCID: Cepeda-Palacios, A. Y.: 0009-0005-7014-4223;

ORCID: Sánchez-Corredor, N. A.: 0009-0000-6567-694X

2 Autor de correspondencia: paulaa151223@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El consumo de la fresa (*Fragaria* spp.) inició en la época romana en el siglo I d. C., no obstante, su origen está documentado en 1776, siglo XVIII (Liston et al., 2014). Por otra parte, el hombre la ha establecido en zonas templadas y subtropicales del mundo, donde se conocen aproximadamente 1.000 cultivares (Kirschbaum, 2022), destacando a China, Estados Unidos y Turquía como los países líderes en el desarrollo de estos. En Sudamérica se siembra una gran diversidad de cultivares (Mejía, 1994) (Tabla 1), siendo Brasil el país que ocupa el puesto número ocho en el *ranking* mundial de producción de fresa en 2021 con 197.000 toneladas (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

TABLA 1. Cultivares de *Fragaria* spp. en los países de Sudamérica.

País	Cultivares implantadas	Referencia
Argentina	'Albión', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Florida Festival' y 'Ventana'	Caminiti (2015); López-Aranda et al. (2019)
Bolivia	'Camarosa', 'Chandler', 'Oso Grande', 'Pájaro' y 'Sweet Charlie'	Apaza (2006); Mamani-Sánchez & Murillo-García (2020)
Brasil	'Albión', 'Aromas', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Diamante', 'Festival', 'Oso Grande', 'Palomar', 'San Andreas', y 'Ventana'	Antunes et al. (2011); Fagherazzi et al. (2017)
Chile	'Albión', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Monterrey' y 'San Andreas'	López-Aranda et al. (2019)
Colombia	'Albión', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Monterrey', 'Palomar', 'Portola', 'San Andreas' y 'Ventana'	Cámara de Comercio de Bogotá (2015)
Ecuador	'Chandler', 'Diamante', 'Monterrey', 'Oso Grande' y 'San Andreas'	Borja (2010)
Paraguay	'Camarosa', 'Dover', 'Earlibrite', 'Festival', 'Florida', 'San Andreas' y 'Sweet Charlie'	Vargas et al. (2018); Tanaka Aguirre (2022)
Perú	'Camarosa', 'Chandler', 'Oso Grande', 'Pájaro', 'Sancho' y 'Tajo'	Oliveira (2003, 2012)
Uruguay	'Aromas', 'Camarosa', 'Earlibrite', 'Gaviota', 'INIA Arazá' y 'INIA Yvahé'	Aunchayna (2011); Barros & García (2015)
Venezuela	'Albión', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Capitola', 'Chandler', 'Cristal', 'Festival', 'Sabrina', 'Sabrosa', 'Venecia' y 'Ventana'	Pérez de Camacaro et al. (2013); Pérez de Camaro et al. (2016)

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a su descripción taxonómica, se reporta que la fresa es perteneciente a la familia Rosaceae y *Fragaria* spp. es uno de los géneros de mayor importancia (Rzedowski, 2021). Dentro de este género se encuentran 25 especies e híbridos distribuidos en el mundo. *Fragaria vesca*, *Fragaria chiloensis* y *Fragaria x ananassa* se hallan principalmente en los países de América del Sur y en otros países (Figura 1), (Hancock, 1999).

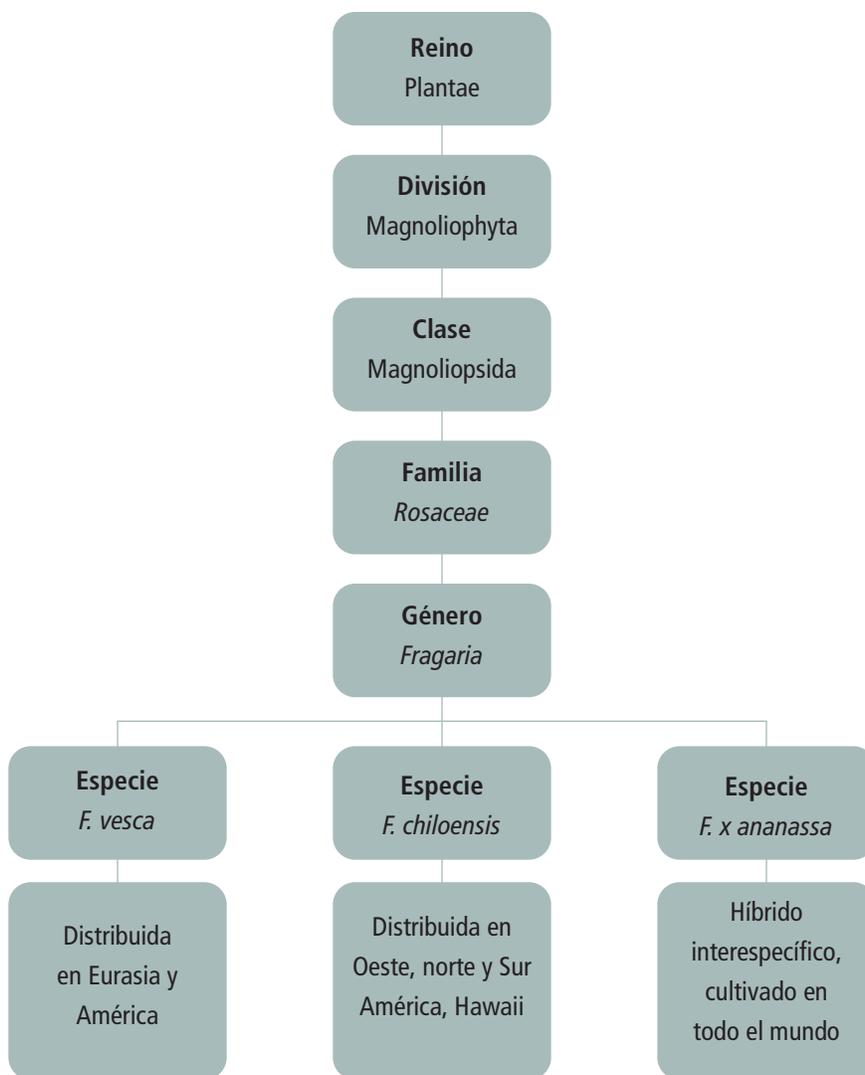


FIGURA 1. Taxonomía y distribución geográfica de las especies de *Fragaria* spp. cultivadas en Sudamérica.

Fuente: elaboración propia a partir de Hancock (1999).

La producción de fresa ha desempeñado un papel importante en la economía mundial, ya que ha aumentado progresivamente a lo largo del tiempo. En el año 2000 se generaban alrededor de 3,3 millones de toneladas mundiales (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015), y para el 2021, 9.1 millones de toneladas (Ministerio de Economía Argentina, 2023). Este fruto tiene múltiples ofertas en el mercado para la elaboración de productos industriales (Martínez et al., 2020), además es consumida en fresco, es muy apetecida en el mundo por su aroma, color, textura y por su contenido nutricional, que incluye importantes cantidades de azúcares, minerales, compuestos nutraceuticos como fenoles y flavonoides (Giampieri et al., 2012; Mixquititla et al., 2020), y por si no fuera suficiente lo anterior, posee propiedades antioxidantes que reducen el riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas, diabetes y cáncer (Luna-Zapién et al., 2016).

La propagación vegetativa es una práctica agronómica que se ha llevado a cabo desde hace aproximadamente 10.000 años con el comienzo de la agricultura y es la que permite la continuidad de una especie y su preservación genética (Osuna et al., 2016). Para la propagación de fresa se han empleado dos métodos distintos: propagación sexual y asexual; esta última ha sido la más utilizada para producir propágulos viables, preservar genotipos y generar uniformidad (Hartmann & Kester, 1998; Reyes, 2015).

Para tener éxito en la propagación asexual es necesario ahondar sobre su fenología y morfología, puesto que solo algunos de los tejidos presentes en la planta permiten con facilidad conservar la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces (Rojas et al., 2004).

El ciclo productivo de *Fragaria* spp. puede extenderse hasta 150 días (5 meses); inicia con la etapa vegetativa, en la que se observa el crecimiento de las yemas principales, que brindan crecimiento vertical a la planta y el desarrollo de los estolones. Posteriormente, la etapa reproductiva se hace notoria pasados 120 días de la etapa vegetativa, en esta se evidencia la aparición de las primeras yemas florales para luego dar origen a la floración y caída de pétalos; 30 días después de la floración, se da paso a la etapa productiva, la cual se caracteriza por la formación y maduración de frutos para generar la cosecha e iniciar la fase de senescencia y reposo vegetativo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007; IICA, 2017; ITSC, 2018).

La planta se caracteriza por ser perenne, herbácea y de porte rastrero (Figura 2) (Correa & Alarcón, 2015); el tallo se presenta en forma de corona, la cual posee yemas axilares y terminales, donde se desarrollan las inflorescencias (Junta de Andalucía, 2010). Sus hojas pecioladas se forman en roseta y se encuentran en la corona, presentan yemas axilares que dan origen a los estolones (brotes rastreros que crecen horizontalmente, forman una nueva planta y nuevos estolones) (Acuña & Fischer, 2020). En general, su sistema radical es fibroso con raíces gruesas que brindan soporte y raicillas para la absorción de nutrientes y agua (Alsina, 1970; Maroto, 2002); por otra parte, sus estructuras reproductivas contienen inflorescencias que se pueden desarrollar a partir de las yemas terminales de la corona.

Dada la importancia del cultivo, es importante conocer los métodos y manejos agronómicos apropiados para la propagación de *Fragaria* spp. y así obtener una producción de calidad. Por ende, el presente artículo de revisión tiene como objetivo indagar y sintetizar los diferentes métodos de propagación (sexual y asexual), enfatizando en la producción asexual por estolones y su respectivo manejo agronómico, pues esta es una de las técnicas con beneficios superiores, ya que es un proceso fisiológico natural en la planta, lo que reduce los costos de producción.

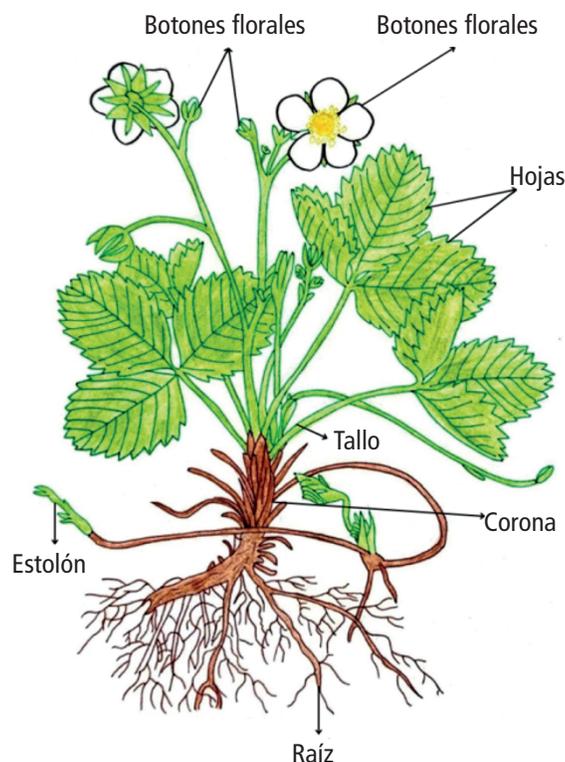


FIGURA 2. Planta de *Fragaria* spp.

Fuente: elaboración propia.

PROPAGACIÓN SEXUAL

La reproducción sexual es un proceso que involucra la unión de dos gametos genéticamente distintos, y una posterior etapa de meiosis en la cual se genera una alteración o variación genética, dando como resultado una semilla con características genéticamente distintas a los padres (Millan, 2014).

Cabe resaltar que la mayoría de las plantas se reproducen de manera sexual a través de sus estructuras reproductivas (flores) dando origen a las semillas; sin embargo, en *Fragaria* spp. la propagación sexual no es muy común, porque la fresa es una planta híbrida (se origina por la unión de dos individuos de un mismo género) y las semillas generalmente son inviables. No obstante, las semillas son usadas exclusivamente para generar variabilidad y realizar mejoramiento genético (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015; Gispert, 2002) y otros métodos biotecnológicos como el cultivo de tejidos, marcadores bioquímicos y moleculares e identificación de genes de interés (Kessel, 2012).

En el proceso de mejoramiento genético se busca producir una hibridación entre especies que tengan diferentes características morfológicas y genéticas, que favorezcan una buena producción tanto en la cosecha como en la fructificación de la fresa.

En este proceso de hibridación es necesario tener a disposición plantas de *Fragaria* spp. en condiciones de invernadero para la obtención anticipada del polen, la cual se realiza retirando las estructuras reproductivas (flores) uno o dos días antes de la antesis a fin de poder extraer las anteras; estas últimas se disponen en un tubo de ensayo para que allí suceda la dehiscencia (Oyanedel, 1995). En las flores de la línea hembra se realiza un corte de anteras, pétalos y sépalos con el propósito de dejar expuestos solamente los pistilos para la polinización; el polen se aplica en la superficie del estigma (parte del pistilo) con un pincel para permitir la fecundación. Las semillas se recolectan cuando el fruto ya está maduro (esto ocurre 30 días después de la polinización) y, por último, estas se someten a soluciones de ácido sulfúrico de 10 a 15 min para la germinación (Hartmann & Kester, 1998).

PROPAGACIÓN ASEXUAL

La propagación asexual es definida como una forma de emplear partes vegetativas de una planta para obtener la misma información genética de la planta madre; ha sido considerada como una práctica fundamental en la agricultura, ya que los resultados de producción agrícola dependen del material vegetal de propagación empleado. Dentro de las razones para ser utilizada está la posibilidad de mantener cultivares que no produzcan semillas viables, preservar el genotipo de la planta madre, generar uniformidad en las plantas propagadas y acortar el tiempo de madurez reproductiva (Hartmann & Kester, 1998; Reyes, 2015).

Existen algunos métodos que han tenido éxito en la propagación de *Fragaria* spp. (Figura 3), tales como la propagación por división de corona, utilizado para aquellos cultivares de fresa que producen pocos estolones. En este método se utilizan plantas jóvenes con coronas bien desarrolladas para luego extraerlas y establecerlas a campo abierto (Angulo, 2009). También se encuentra el método de propagación por estolones, el cual se considera como el más viable por su bajo costo y rapidez, ya que una planta puede producir entre 30 y 50 estolones, los cuales se separan de la planta madre para que formen parte de una producción comercial (Sánchez-Cuevas and Salaverría, 2004; Angulo, 2009). Por último, está la micropropagación, técnica con la que se establecen tejidos vegetales en un ambiente y medio de cultivo adecuado (con micronutrientes, macronutrientes, azúcares, vitaminas y reguladores de crecimiento); además, se puede controlar la asepsia, lo cual favorece el crecimiento masivo de brotes y plantas libres de enfermedades. Sin embargo, es una técnica de alto costo de producción por los equipos, reactivos y mano de obra especializada que se requieren para el proceso (Mroginski et al., 2010; Rufato et al., 2021).

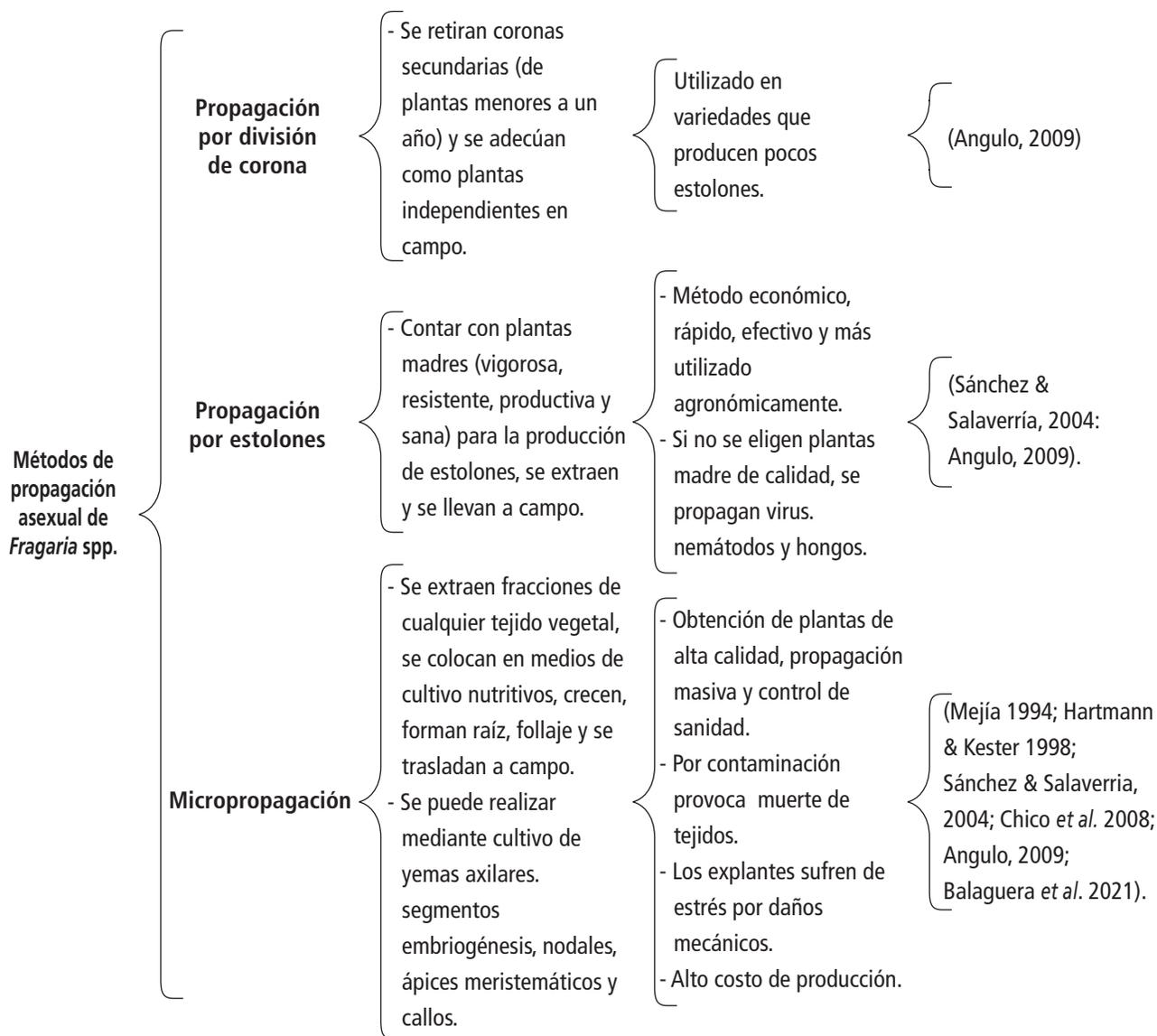


FIGURA 3. Métodos de propagación asexual de *Fragaria* spp. Propagación por estolones

Estudios recientes como los de Acuña & Fischer (2020), Benavides *et al.* (2022) y Guevara-Matus *et al.* (2023), afirman que uno de los métodos más recomendados para la propagación de *Fragaria* spp. es por estolones por su factibilidad y productividad. No obstante, conviene resaltar que, aunque es un método bastante económico, eficaz y ampliamente empleado en la producción comercial, para que este método sea exitoso se deben contemplar algunos criterios como la calidad de la planta madre y sus características (Tabla 2), sustratos que se van a utilizar, establecimiento de estolones y cuidados durante el enraizamiento (Cruz, 2007).

En cuanto a la calidad de la planta madre, se debe tener en cuenta que es un factor que impacta directamente en la producción del cultivo, por ello es importante que esta se establezca en viveros especializados en propagación,

para que allí se garanticen las condiciones sanitarias y se elijan las mejores plantas teniendo en cuenta la presencia de raíces abundantes, coronas múltiples, gruesas y con yemas diferenciadas y demás componentes (Tabla 2) (Anderson & Guttridge, 1975). Así mismo, para obtener buenas producciones es aconsejable obtener los estolones de una planta F1 o F2 (primeras generaciones sucesivas) y no utilizar más de tres estolones por planta, porque si excede este número de estolones, se generaría debilitamiento, pérdida de vigor, baja productividad y tamaño pequeño del fruto (Oyanedel, 1995; Padilla et al., 2012).

La calidad de la planta madre es de gran importancia, puesto que cumple con la función de brindar la suficiente energía al estolón a través de un conducto que le aporta agua y nutrientes para que este pueda desarrollar su sistema radical y así dar paso al crecimiento de una nueva planta (Padilla et al., 2012).

TABLA 2. Características generales de calidad de la planta madre de *Fragaria* spp. para propagación asexual por estolones

Característica	Descripción	Referencia
Fisiología	Presencia de tallos y hojas normales, vigor, robustez, estabilidad, alta floración y buen desarrollo de frutos	Jofre y Garfias et al. (2011); Rufato et al. (2021)
Condiciones sanitarias	Ausencia de plagas, nemátodos, ácaros, hongos, hojas amarillentas o marchitas, deficiencias nutricionales	Jofre y Garfias et al. (2011); Instituto Colombiano Agropecuario (2020); Rufato et al. (2021)
Genética	Material con potencial de rendimiento alto y pureza varietal (uniformidad fenotípica o una cantidad de plantas que encajan con una variedad específica)	Jofre y Garfias et al. (2011); FAO & AfricaSeeds (2019)

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el sustrato que se ha de emplear es fundamental, debido a que influye en el crecimiento radical del estolón y, por lo tanto, en el desarrollo de la nueva planta. Se debe utilizar un sustrato que cuente con alta porosidad, capacidad de retención de agua, drenaje rápido, buena aireación y que permita la adecuada absorción de nutrientes. Álvarez et al. (2020) dicen que para la propagación asexual por estolones de fresa se utiliza vermiculita, corteza de pino compostada, cortezas procesadas y *peat-moss* o turba; esta última es la más común en condiciones de invernadero, porque posee capacidad *buffer* y así favorece la aireación de las raíces.

En un estudio realizado por Flores (2018), donde se evaluaron seis tratamientos con diferentes sustratos en la producción de *Fragaria x ananassa* se afirma que el sustrato que mejor favoreció a las variables evaluadas (volumen radical, volumen foliar y rendimiento) fue el tratamiento que contenía cascarilla, cascajo, fibra de coco y Kekkilla en porcentajes de 30, 10, 40 y 20 %, respectivamente. Estos estudios concuerdan con los resultados expuestos

por Medina-Bolívar *et al.* (2016), quienes evaluaron el efecto de sustratos orgánicos en el cultivo de fresa y concluyeron que el mejor sustrato fue el suelo 50 % + fibra de coco 25 % + cascarilla de arroz 25 % debido a que la cascarilla de arroz presenta una alta porosidad de aireación, lo que evita la compactación del sustrato, y la fibra de coco aporta una alta retención de humedad para favorecer el desarrollo radical de *Fragaria* spp.

Establecimiento de estolones

Para el establecimiento de los estolones, primero se debe observar que la estructura (las guías o estolones) presente brotes y tenga hojas bien desarrolladas (Figura 4), ya que estas influyen en la iniciación de raíces (Sucojayo, 2012); una vez observadas las características mencionadas, se coloca el estolón en un sustrato y se espera aproximadamente de 2 a 3 semanas (tiempo en el cual desarrolla su sistema radical) para cortar el estolón de la planta madre y trasladarlo a campo (Hancock, 1999).



FIGURA 4. Establecimiento de los estolones de *Fragaria* spp.

Fuente: elaboración propia.

Aplicación de auxinas en la propagación por estolones

Otro punto en el cual es importante hacer hincapié, es la aplicación de reguladores que puedan mejorar o estimular el crecimiento del sistema radical y el crecimiento en general, para obtener así un mayor porcentaje de supervivencia de los estolones establecidos. Las fitohormonas son importantes en el desarrollo del sistema radical primario, lateral y adventicio, porque se les atribuye una actividad específica en la formación estructural de la raíz. Además, tienen la capacidad de controlar y regular los factores dependientes del desarrollo radical (crecimiento de ejes radicales, aparición de raíces laterales y dirección y elongación del sistema radical); principalmente se emplean auxinas y citoquininas (Alcántara et al., 2019).

Algunos estudios como el de Madumaliet al. (2019), en el cual se evaluó el efecto de BAP (6-bencilaminopurina) e IBA (ácido indol-3-butírico) en la regeneración de brotes de fresa a través del cultivo de estolones, se evidenció que la aplicación de IBA inhibe la longitud de la raíz y el número de raíces es diferente en el tratamiento control, el cual presentó los mejores resultados en las variables evaluadas del desarrollo radical (número de raíces y longitud); sin embargo, la aplicación de BAP (0,5 mg L⁻¹) sin IBA favorece las variables foliares (número de hojas y brote de meristemas) pero no presenta diferencias significativas en las variables de desarrollo radical comparado con el tratamiento testigo. Por otro lado, Valderrama-Alfaro et al. (2008) reportaron resultados concluyentes con ANA y BAP en la embriogénesis somática.

De la misma forma, los resultados mencionados anteriormente concuerdan también con el estudio de Álvarez et al. (2020), donde la aplicación exógena de auxinas favoreció las variables longitud de raíces y grosor, pero no presentó diferencias significativas con el testigo. Cabe resaltar que en el estudio realizado se empleó un producto que además de contener auxinas sintéticas (ácido indol-3-butírico), contenía otros productos inertes, los cuales beneficiaron el enraizamiento y, por ende, existió una diferencia entre los dos estudios.

Aplicación de compuestos naturales en la propagación por estolones

Algunas plantas contienen compuestos que funcionan como reguladores fisiológicos, así que la aplicación de extractos de estas plantas puede favorecer la rizogénesis durante la propagación, ya que actúan sobre los puntos de crecimiento activos de las raíces para promover la emisión radical (Sucojayo, 2012). En la producción se ha despertado un gran interés por el uso de enraizadores naturales como el cristal de sábila, la cocción de hojas de sauce y el agua de coco, entre otros (Hartmann & Kester, 1998).

Autores como Sucojayo (2012) afirman que la aplicación de enraizadores naturales (agua de coco, extracto de sauce y extracto de sábila) favorece el

porcentaje de prendimiento, la longitud y el volumen de raíz en el proceso de propagación de estolones de *Fragaria* spp. El agua de coco es el tratamiento más efectivo para las variables evaluadas, por su alto contenido de citoquininas (hormona de crecimiento que promueve la división celular y la organogénesis). Sin embargo, el mismo autor resalta que los demás enraizadores naturales son beneficiosos para el enraizamiento de *Fragaria* spp. (Tabla 3).

TABLA 3. Enraizadores naturales y su efecto en el enraizamiento de *Fragaria* spp.

Enraizador natural	Modo de aplicación	Beneficio
Agua de coco (con los mejores resultados)	En un litro de agua de coco se sumerge la parte inferior de los estolones por 6 horas	Mayor altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, volumen radical, área foliar y diámetro de corona
Extracto de sauce	Se macera 1 kg de hojas y se adiciona 1 L de agua. Luego de 12 h se filtra y se sumergen los estolones por 6 h	
Extracto de sábila	Se extrae el gel de la penca, se prepara una solución al 8 % y se sumergen los estolones por 25 min	

Fuente: elaboración propia a partir de Sucojaya (2012).

CONCLUSIONES

El método de propagación por estolones es el más utilizado para la producción de *Fragaria* spp. por su bajo costo y eficacia, ya que contribuye a la uniformidad genética y continuidad de la especie. No obstante, los demás métodos descritos en este estudio aportan a propósitos diferentes, como mejoramiento genético, producción de nuevos cultivares (propagación sexual) y producción de plantas libres de enfermedades (micropropagación).

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la doctora Brigitte Liliana Moreno Medina, por su valioso respaldo en aspectos técnicos, así como por su enfoque pedagógico, el cual nos inspiró y apoyó durante la creación de este trabajo.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener algún conflicto de intereses.

Contribución de autorías: todos los autores colaboraron de manera justa y sustancial en el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

Acuña, J. & Fischer, G. (2020). *Fresa (Fragaria × ananassaDuch.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial.

- Alcántara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109–129.
- Alsina, L. (1970). *Cultivo de fresas y fresones: multiplicación, variedades, selección genética, plantación, cuidados culturales, enfermedades, recolección y comercialización* (Vol. 147-148). Sintés.
- Álvarez, S., Boisson, C., Diaz, E., Popo, F., Reyes, E., Vázquez, A., & Vega, M. (2020). *Propagación de planta de fresa (Fragaria x ananassa) a partir de estolones*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-metropolitana/agronomia/propagacion-de-planta-de-fresa-a-traves-de-estolones/51805224>
- Anderson, H. & Guttridge, G. (1975). Survival and vigour of cold stored strawberry runner plants after different lifting dates, storage temperatures and pre-storage treatments. *Experimental Horticulture*, 27, 48-57.
- Angulo, R. (2009). *Fresa: Fragaria ananassa*. Bayer CropScience.
- Antunes, L., Carvalho, G., & Santos, A. (2011). *A cultura do morango* (2a ed). Embrapa.
- Apaza, E. (2006). *Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (Fragaria virginiana) a diferentes densidades de plantación en la provincia Sud Yungas del departamento de la paz* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12405>
- Aunchayna, R. (2011). *Respuesta del cultivo de frutilla (Fragaria x ananassa) a la propagación, utilizando plantas verdes obtenidas localmente* [Tesis de grado, Universidad de la República]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9700/1/3708aun0.pdf>
- Barros, C. & García, M. (2015). Comportamiento productivo de variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) según fecha de enraizado en el noroeste de Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*, 19(2), 17–25. <https://doi.org/10.31285/AGRO.19.297>
- Benavides, Á., Cisne, J., Morán, J., & Duarte, H. (2022). *Producción orgánica de fresa (Fragaria spp.)*, Las Sabanas, Madriz- Nicaragua (Guía Técnica No. 34). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4573/1/NF62B456.pdf>
- Borja, E. (2010). *Estudio de la conservación de fresas (Fragaria vesca) mediante tratamientos térmicos* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/865/1/AL427%20Ref.%203273.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual de fresa*. <http://hdl.handle.net/11520/14312>
- Caminiti, C. (2015). *Cultivo de frutillas en la provincia de Neuquén*. Ediciones INTA.
- Correa, A., & Alarcón, L. (2015). *Cultivo de frutilla. En una realidad sin bromuro de metilo en Chile*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI); Ministerio del Medio Ambiente. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62067>
- Cruz, T. (2007). *Efecto de tres distancias de siembra y tres alternativas de manejo de enfermedades en el cultivo orgánico de fresa (Fragaria spp.) variedad Festival, en las sabanas, Madriz* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c957d.pdf>

- Fagherazzi, A.F., Bortolini, A.J., Zanin, D.S., Bisol, L., Dos Santos, A.M., Grimaldi, F., Kretschmar, A.A., Baruzzi, G., Faedi, W., Lucchi, P. and Rufato, L. (2017). New strawberry cultivars and breeding activities in Brazil. *Acta Horticulturae*, 1156, 167–170. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.24>
- FAO & AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas*. <https://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Flores, M. (2018). *Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (Fragaria x ananassa)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28424>
- Giampieri, F., Tulipani, S., Álvarez-Suarez, J. M., Quiles, J., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.009>
- Gispert, C. (2002). *Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería* (Vol. 1: La agricultura hoy). Océano.
- Guevara-Matus, K., Loria-Quirós, C., & Granados-Montero, M. (2023). Efecto de la vernalización sobre la producción de estolones de fresa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(1), 129–134. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3187>
- Hancock, J. F. (1999). Strawberries. CABI Publishing. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3215-4_17
- Hartmann, H. T. & Kester, D. E. (1998). *Propagación de plantas. Principios y prácticas* (6a Reimpresión). Compañía Editorial Continental.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 2020. *Resolución 0780006, por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/56d15d28-b186-498e-bc07-7a6fcf65fb2c/2020R78006.aspx>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa*. Ministerio de Agricultura y Ganadería; Servicio Fitosanitario del Estado.
- Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán (ITSC). (2018). *Manual de producción de fresa en Coalcomán Michoacán. Ingeniería en desarrollo comunitario*. <https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>
- Jofre y Garfias, A., Hernandez, A., Vazquez, M., & Davalos, P. (2011). *Tecnología para sembrar viveros de fresa*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. <https://isbn.cloud/9786074256154/tecnologia-para-sembrar-viveros-de-fresa/>
- Junta de Andalucía. (2008). *La fresa de Huelva*. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Kessel, A. (2012). Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa*Duch.), a través de métodos biotecnológicos. *Cultivos Tropicales*, 33(3), 34–41.
- Kirschbaum, D. (2022). Características botánicas, fisiología y tipos de variedades de fresas. En A. Namesny, C. Conesa, L. M. Olmos, & P. Papasseit (Eds.), *Cultivo, poscosecha, procesado y comercio de berries*(pp. 103–116). SPE3,

- S.L.<https://www.bibliotecahorticultura.com/publicaciones/frutas/berries/cultivo-poscosecha-procesado-y-comercio-de-berries/>
- Liston, A., Cronn, R., & Ashman, T.-L. (2014). *Fragaria*: a genus with deep historical roots and ripe for evolutionary and ecological insights. *American Journal of Botany*, 101(10), 1686–1699. <http://doi.org/10.3732/ajb.1400140>
- López-Aranda, J. M., Soria, C., Miranda, L, Domínguez, P., & Medina-Mínguez, J. J. (2019). *La oferta y uso varietal de fresa en Sudamérica: Chile, Argentina, Brasil y Uruguay*. Grupo THM. <https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/110810varfresaamericasur>
- Luna-Zapién, E. A., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Meza-Velázquez, J. A., Martínez-Rodríguez, F. J., & Esparza-Rivera, J. R. (2016). Capacidad antioxidante de fresa (*Fragaria vesca*) hidropónica producida bajo diferente aportación de potasio-nitrógeno. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 307–312. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/54.pdf>
- Madumali, H. K. C., Abeythilakarathna, P. D., & Seran, T. H. (2019). Effect of BAP and IBA on shoot regeneration of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) through runner tip culture. *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*, 5(1), 41–48. <http://doi.org/10.4038/sljfa.v5i1.69>
- Mamani-Sánchez, B. & Murillo-García, R. A. (2020). Micropropagación de dos variedades de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.) en diferentes medios de cultivo. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(1), 69–78.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial* (5aed). Mundiprensa.
- Martínez, A., Méndez, B., & Rodríguez, H. (2020). Evolución agrícola enfocada en la producción de fresa en la región de Sibaté. *Revista IF Naturales y Agrícolas*, 1(1), 45–55. https://www.researchgate.net/publication/351088323_EVOLUCION_AGRICOLA_ENFOCADA_EN_LA_PRODUCCION_DE_FRESA_EN_LA_REGION_SIBATE
- Medina-Bolívar, J., Pinzón-Sandoval, E. & Cely, G. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria* sp.) cv 'Albion' bajo condiciones de campo. *Ciencia y Agricultura*, 13(2), 19–28. <https://doi.org/10.19053/01228420.v13.n2.2016.5548>
- Mejía, A. (1994). *Agrobiotecnología fundamentos y aplicaciones, propagación comercial de 312 especies de plantas por cultivo in vitro*. CATIE.
- Millan, A. (2014). Efecto de la diversidad genética en la incidencia y diversidad de herbívoros en agregaciones de *Piper cordulatum* (Trabajo de grado, Universidad de Los Andes).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). *Agrocadena de fresa. Dirección Regional Central Occidental*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>
- Ministerio de Economía Argentina, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2023). *Producción de frutilla en Argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sagyp-informe-produccion-frutilla-enero-2023.pdf>
- Mixquititla, G., Villegas, O., Andrade-Rodríguez, M., Sotelo-Nava, H., & Cardoso-Taketa, A. (2020). Crecimiento, rendimiento y calidad de la fresa por efecto del régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(6), 1337–1348. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2329>

- Mroginski, L. Sansberro, P., & Flaschland, E. (2010). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. En: G. Levitus, V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp, & L. Mroginski (Eds.), *Biotecnología y mejoramiento vegetal III* (pp. 17-25). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Olivera, J. (2003). *El cultivo de la fresa en el Perú*. INIA. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/589/1/Cultivo_Fresa.pdf
- Oliveira, J. (2012). *Cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.)*. INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/752>
- Osuna, H., Osuna, A. & Fierro, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Oyanedel, E. (1995). *Propagación de berries: arándano, frutilla, frambuesa, moras e híbridos*. Universidad Católica de Valparaíso. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/38125>
- Padilla, O., Calderón, L., Pérez, M., & Rodríguez, D. (2012). Comparación del crecimiento, la productividad y la calidad en plantas madre e hijas de fresa 'Camarosa' cultivadas bajo invernadero. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 8(1), 44–55. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2095/1628>
- Pérez de Camacaro, M., Ojeda, M., Mogollón, N., & Giménez, A. (2013). Efecto de diferentes sustratos y ácido giberélico sobre el crecimiento, producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. camarosa. *Bioagro*, 25(1), 31–38.
- Pérez de Camaró, M., Ojeda, M., Mogollón, N., & Giménez, A. (2016). Potencial de plantas hijas de fresa cultivar Chandler de diferentes nudos del estolón como material de propagación. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 34, 1–8.
- Rojas, S., García, J., Alarcón, M., Escobar, C., Cipagauta, M., Solarte, H., Osorio, V., Barahona, R., Trujillo, R., Tróchez, J., Rivera, E., Colorado, G., & Cadena, F. (2004). *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Corpoica; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Pronatta.
- Reyes, J. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. Clúster de Viveristas Dominicano (CLUSVIDON). <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Rufato, L., Martins de Lima, J., Kretzschmar, A. A., Fagherazzi, A. F., Nerbass, F. R. & Molano, Z. (2021). Innovación varietal en fresas y sus técnicas modernas para la propagación en América del Sur. En G. Fischer, G., Miranda, D., Magnitskiy, S., Balaguera-López, H., & Molano, Z. (Eds.), *Avances en el cultivo de las berries en el trópico* (pp. 51–58). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. <https://doi.org/10.17584/IBerries>
- Rzedowski, J. (2021). La familia Rosaceae en México. *Polibotánica*, 1(51), 1–16. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.1>
- Sánchez-Cuevas, M. C., & Salaverría, J. L. (2004). Control de la oxidación y la contaminación en el cultivo *in vitro* de fresa (*Fragaria X ananassa Duch.*). *Revista UDO Agrícola* 4(1), 21-26.
- Sucojayo, E. (2012). *Producción de plantines de frutilla (Fragaria sp.) con la aplicación de enraizadores naturales, en esquejes, bajo ambiente protegido, en la estación experimental de Cota Cota* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].

- Tanaka Aguirre, F. C. (2022). Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) de día corto y neutro en clima subtropical. *Revista Sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico*, 15(15). e2021013. <http://revistas.uni.edu.py/index.php/rseisa/article/view/292>
- Valderrama-Alfaro, S., Chico-Ruíz, J., Tejada-Castillo, J., & Vega-Anhuamán, A. (2008). Regeneración de plántulas, vía embriogénesis somática, a partir de hojas de fresa, *Fragaria virginiana*, utilizando ANA y BAP. *REBIOL* 28(2).
- Vargas, S., González, M., Almada, C., & Toledo, I. (2018). Características del proceso comunitario de las familias productoras de frutilla y las condiciones de reproducción de su habitus social en un contexto productivo. *Revista Científica de la UCSA*, 5(1), 5–13. [https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005\(01\)005-013](https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005(01)005-013)