

Desarrollo de sistemas de fertirriego por goteo superficial localizado en el cultivo de gulupa bajo invernadero

Rubén Carvajal Caballero¹

¹Instructor SENNOVA. Centro Agroempresarial y Turístico de los Andes
SENA Málaga. Grupo de Investigación: Frailejones

Resumen

En el sector frutícola con fines de exportación en la provincia de García Rovira, en el departamento de Santander, se presentan niveles bajos de eficiencia en el uso del agua y los nutrientes que se suministran a cultivos como la uchuva, el maracuyá, la granadilla y para el caso específico del presente documento la gulupa. Al respecto, en los municipios de Concepción y Molagavita se llevó a cabo el diseño y la implementación de sistemas de fertirriego por goteo localizado superficial en el cultivo de gulupa bajo invernadero. Primero se realizó el diseño del sistema de riego que permite la distribución uniforme del agua mediante el goteo y posteriormente, se efectuó la dosificación de la nutrición mineral necesaria para el cultivo de acuerdo con su etapa fenológica y los requerimientos nutricionales para tener un plan de riego y fertilización adecuado para su posterior aplicación mediante el fertirriego. Como resultado se logró el establecimiento de 4 modelos en Concepción y 2 en Molagavita que promueven la mejora del proceso productivo y así obtener mayor productividad y mejores oportunidades de acceso a mercados y las condiciones socioeconómicas del productor. Se busca que a través del proceso de extensión tecnológico liderado por el Centro Agroempresarial y Turístico de los Andes (SENA-Málaga) replicar los modelos descritos para generar mayor productividad y competitividad de los productos obtenidos en los proyectos productivos de los agricultores e impulsar así, el sector frutícola en García Rovira.

Palabras clave: fertilización, nutrición, *passiflora edulis fedulis Sims*.

Abstract

In the fruit sector for export purposes in the province of García Rovira, in the department of Santander, there are low levels of efficiency in the use of water and nutrients supplied to crops such as cape gooseberry, passion fruit, the granadilla and for the specific case of this document the gulupa. In this regard, in the municipalities of Concepción and Molagavita, the design and implementation of superficial localized drip fertigation systems were carried out in the greenhouse cultivation of gulupa. First, the design of the irrigation system was carried out that allows the uniform distribution of water through dripping and later, the dosage of the mineral nutrition necessary for the crop was carried out according to its phenological stage and the nutritional requirements to have an irrigation plan and adequate fertilization for subsequent application through fertigation. As a result, 4 models were established in Concepción and 2 in Molagavita that promote the improvement of the production process and thus obtain higher productivity and better opportunities for access to markets and the producer's socioeconomic conditions. It is sought that through the technological extension process led by the Agribusiness and Tourism Center of the Andes (SENA-Malaga) replicate the models described to generate greater productivity and competitiveness of the products obtained in the productive projects of farmers and thus promote, the fruit sector in García Rovira

Key words: fertilization, nutrition, *passiflora edulis fedulis Sims*.

Introducción

La fertirrigación es definida como la aplicación de fertilizantes disueltos en agua de riego en forma continua o intermitente en la zona de mayor concentración de raíces y en dosis fraccionadas para aumentar la eficiencia de la fertilización (Abanto et al., 2016); por lo tanto, los nutrientes tienen las condiciones ideales de humedad del suelo para su absorción y esto permitiría mejorar el crecimiento de las plantas, rendimiento y calidad de los productos obtenidos (Ayars et al., 2015).

La gulupa (*Passiflora edulis Sims*) o maracuyá morado pertenece a la familia Passifloraceae (Thokchom & Mandal, 2017), denominadas pasifloras, las cuales son generalmente lianas perennes o enredaderas herbáceas con zarcillos, aunque algunas son árboles, arbustos o incluso anuales (Ocampo et al., 2007). La gulupa es una planta perenne, semileñosa y trepadora originaria del sur de Brasil que ha despertado gran interés por parte de productores y consumidores, para estos últimos, con relación a una mayor preocupación por el consumo de alimentos de alta calidad y adecuarlos a una dieta equilibrada para el aporte de vitaminas, minerales y fibra (Franco et al., 2014). El cultivo de esta planta representa un gran potencial socioeconómico para la provincia de García Rovira en Santander; sin embargo, actualmente los sistemas agrícolas que generan el producto no poseen un sistema de riego y fertilización eficiente.

Es importante abordar esta temática, debido a que el agua disponible para el regadío de los cultivos cada vez es más escasa, así como el alto costo de los nutrientes minerales para su mantenimiento, lo cual ha llevado a pensar en nuevas tecnologías que permitan asociar el riego y la nutrición del cultivo en un único sistema de fertirrigación (Tolk et al., 2016). Sin embargo, este sistema necesita operar con una alta uniformidad de aplicación, por ello se asocia principalmente a sistemas de riego por goteo o microaspersión (Junqueira et al., 2007).

El sistema de riego por goteo puede ser superficial o subterráneo (Kandelous & Simunek, 2010). Para el área de estudio se decidió diseñar e implementar el sistema de riego por goteo superficial localizado debido a una mayor eficiencia en el uso del agua, nutrientes y mayor acceso de los productores por representar un menor costo en la adquisición de los materiales y la instalación en el sistema productivo o finca, además de su fácil manejo por parte del productor.

Es así como el sistema de riego por goteo es uno de los más eficientes sistemas de transporte de agua y nutrientes a la zona radicular de la planta (Naglic et al., 2014); adicionalmente, este sistema de riego se considera el método más eficaz y confiable en aplicaciones prácticas a largo plazo debido a su precisión y capacidad de control. Por lo tanto, el sistema de riego por goteo con una eficiencia de aplicación del 85-90% mejora la productividad del agua y se convierte en una herramienta eficaz para mejorar la productividad de los cultivos si se aplican fertilizantes equilibrados durante el riego (fertirrigación) (Chauhdary et al., 2019).

Así pues, la fertirrigación equilibrada puede reducir las aplicaciones de fertilizantes en un 25% para lograr una producción agrícola económicamente mejor (Chauhdary et al., 2017), para llevar a cabo esta técnica se utilizan principalmente fertilizantes solubles en agua debido a que los fertilizantes convencionales

pueden obstruir los emisores de goteo con partículas suspendidas y no disueltas (Mohammad et al.2004). Los componentes principales del sistema de riego por goteo superficial son: bomba, cabeza de control, líneas de distribución, laterales y emisores (goteros).

Por lo tanto, el objetivo del presente documento es la implementación de un sistema de fertirrigación en cultivos de gulupa ubicados en los municipios de Molagavita y Concepción en la provincia de García Rovira que ayuden en la mejora de la eficiencia en el uso de agua y nutrientes.

Materiales y métodos

El desarrollo de los sistemas de fertirriego se desarrolló en los Municipios de Molagavita y Concepción en el departamento de Santander. La altura sobre el nivel del mar va desde los 2000 hasta los 2300 msnm, con temperaturas promedias de 16 a 18 °C y precipitaciones promedias de 1300 a 1500 mm por año. Como material vegetal se usó gulupa (*Passiflora edulis f edulis* Sims) injertada sobre patrón de cholupa (*Passiflora maliformis* L.), establecidas en distancias de siembra de 1.25 metros entre surcos y de 1.25 a 1.5 metros de distancia entre plantas. Las plantas fueron establecidas desde comienzos de mayo del año 2021 y el sistema de fertirriego que se desarrolló constó de una fuente de agua almacenada en tanques, una unidad de filtrado de 2 pulgadas en malla de 120 meshes, un cabezal de riego, una red primaria en manguera de pulgada y media, una red secundaria en manguera de 16 mm, módulos de riego y sistema de goteo con emisores auto compensados de 8 litros por hora formando un anillo alrededor de la planta con manguera microtubo de 6 mm, perforada en cuatro puntos con abertura de un mm de diámetro. Se realizaron labores culturales como podas, peinadas, polinización manual debido a que en condiciones protegidas no hay ingreso de polinizadores por el uso de malla antitrips. Se utilizo un modelo descriptivo para los resultados.

Resultados y discusión

Sistema de riego: El diseño y establecimiento de los sistemas de fertirriego en el cultivo de gulupa bajo invernadero: este componente consta de tanques de almacenamiento y disolución de nutrientes o fertilizantes de alta solubilidad en agua. Son tanques de capacidad de 1000 litros, cabezal de riego, la unidad de filtrado y el sistema de red principal. Actualmente este sistema está manejando 1250 plantas de gulupa en un área de 2000 metros cuadrados.

El sistema de conducción principal o red primaria: el sistema de fertirriego se está manejando en manguera de pulgada y media, al cual, se le colocan sus respectivos collarines de una pulgada y media con reducciones a media pulgada, para allí, colocar la red secundaria de 16 mm. El sistema de conducción o red

secundaria está integrado por manguera de 16 mm, a las cuales se les coloca un gotero auto compensado por planta.

El sistema de goteo consta de un emisor o gotero auto compensado con un caudal de 8 litros por hora, una micro T de 6 mm y una sección de manguera microtubo de 6 mm de diámetro. Con los tres accesorios se elabora un anillo alrededor de la planta, la manguera microtubo posee 4 orificios colocados en los cuatro puntos cardinales para buscar homogeneidad en el riego y la fertilización.

Sistema de fertilización: Los fertilizantes y la dosis utilizados para la nutrición del cultivo de gulupa fueron establecidos de acuerdo con la etapa fenológica de cada cultivo en el que se iba a implementar el sistema de fertirrigación así: para la etapa inicial comprendida desde el momento de la siembra hasta 3 meses después (Etapa 1), la siguiente etapa de crecimiento y desarrollo desde los 3 a 5 meses después de la siembra (Etapa 2) y la etapa posterior entre el mes 5 hasta el noveno mes (Etapa 3). Los datos de la dosis de la fertilización se describen en gramos por planta.

En la etapa 1 las dosis de fertilizante y frecuencia fueron las siguientes: Sulfato de amonio (0.5), Fosfato monoamónico (0.6), Nitrato de calcio-boro (1), Nitrato de Potasio (1.5), Sulfato de magnesio (1), Urea (0.5) con frecuencia diaria, Sulfato de zinc (0.035), Sulfato de hierro (0.035), Sulfato de cobre (0.035) y Sulfato de Manganeseo (0.035) con frecuencia semanal.

En la etapa 2 las dosis de fertilizantes y frecuencia fueron las siguientes: Sulfato de amonio (0.2), Fosfato monoamónico (0.6), Nitrato de calcio-boro (1.5), Nitrato de potasio (1.5), Sulfato de magnesio (1), Urea (0.5) con frecuencia diaria, Sulfato de zinc (0.07), Sulfato de hierro (0.07), Sulfato de cobre (0.07), Sulfato de manganeso (0.07) con frecuencia semanal.

En la etapa 3 las dosis de fertilizante y frecuencia fueron: Sulfato de amonio (0.5), Fosfato monoamónico (0.8), Nitrato de calcio-boro (1.8), Nitrato de potasio (2), Sulfato de magnesio (1.2), Urea (0.5), Quelato de Zinc (0.05), Quelato de hierro (0.05), Quelato de manganeso (0.05), Quelato de cobre (0.05) con frecuencia diaria, Sulfato de Zinc (0.07), Sulfato de hierro (0.07), Sulfato de cobre (0.07) y Sulfato de manganeso (0.07) con frecuencia semanal.

Con este sistema de fertirriego se ha establecido un volumen de 4.8 litros diarios por planta en épocas secas (verano) y de 3,5 a 4 litros bajo condiciones de alta humedad relativa en el ambiente (invierno).

Se ha logrado determinar un volumen de aplicación de 3,5 a 5 litros de agua diarios por planta de gulupa mediante sistemas de fertirrigación distribuidos tres veces durante el día, aplicando 1,5 litros por riego durante un periodo de 10 a 12 minutos. Igualmente se han determinado las cantidades de nutrientes diarios según la etapa fenológica, siendo 5,24 g/día/planta, para la fase de inicio, 5,58 g/día/planta para la fase de crecimiento- desarrollo-floración y 7,28 g/día/planta para la fase de floración-fructificación.

Con la implementación del sistema de fertirriego bajo condiciones de invernadero ha permitido que los procesos de cosecha se inicien tres meses antes en comparación con modelos en semitecho (Schotsmans & Fischer, 2011). También se ha obtenido un promedio de 85 botones florales y 36 frutos por planta. Es decir, el rendimiento por planta es de 6 kilogramos, considerado un excelente rendimiento que multiplicado por las 5.000 plantas establecidas en una hectárea representan una producción de 30.000 kilogramos, siendo superior a los rendimientos hasta ahora obtenidos en el área de estudio en modelos de producción de gulupa bajo semitecho con un promedio de 20.000 kilogramos por hectárea y a campo abierto que disminuye la producción a 12.000 kilogramos por hectárea.

Conclusión

Para concluir, un sistema de fertirriego exitoso implica tener en cuenta todos los aspectos en él involucrados, desde el diseño agronómico, hidráulico y la adecuada implementación en campo mediante el uso de componentes de buena calidad. Así mismo, los procesos de transferencia tecnológica son una herramienta fundamental para incrementar el potencial de estos sistemas, la optimización de costos y capacitación al productor para el correcto uso del fertirriego mediante procesos de extensionismo tecnológico.

Referencias bibliográficas

- Banto, C., Alves, E., Costa, T., Tadashi, R., Farias, W., & da Silva, J. (2016). Early growth of camu-camu plants with nitrogen fertili- zation through fertirrigation. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), p. 367–376. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.02>
- Ayars, J. E., Fulton, A., & Taylor, B. (2015). Subsurface drip irrigation in California—Here to stay? *Agricultural Water Management*, p. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.001>
- Chauhdary, J. N., Bakhsh, A., Arshad, M., & Maqsood, M. (2017). Effect of Different Irrigation and Fertigation Strategies on Corn Production Under Drip Irrigation. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 54(04), p. 855–863. <https://doi.org/10.21162/pakjas/17.5726>
- Chauhdary, J. N., Bakhsh, A., Engel, B. A., & Ragab, R. (2019). Improving corn production by adopting efficient fertigation practices: Experimental and modeling approach. *Agricultural Water Management*, 221(May), p. 449–461. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.046>
- Franco, G., Cartagena, J., Correa, G., Rojano, B., & Piedrahita, A. (2014). Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (Gulupa) durante la poscosecha. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1), p. 154–166.
- Junqueira, L. A., Natale, W., & Mello, A. (2007). Nitrogen and Potassium application on banana plant by fertirrigation and conventional fertilization-nutritional status of banana plants and fruit production. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), p. 153–160.
- Kandelous, M. M., & Simunek, J. (2010). Comparison of numerical , analytical , and empirical models to estimate wetting patterns for surface and subsurface drip irrigation. *Irrigation Science*, 28, p. 435–444. <https://doi.org/10.1007/s00271-009-0205-9>
- Mohammad, M. J., Hammouri, A., & Ferdows, A. E. (2004). Phosphorus Fertigation and Preplant Conventional Soil Application of Drip Irrigated Summer Squash. *Journal of Agronomy*, 3(3), p. 162–169. <https://doi.org/10.3923/ja.2004.162.169>
- Naglic, B., Kechavarzi, C., Coulon, F., & Pintar, M. (2014). Numerical investigation of the influence of texture , surface drip emitter discharge rate and initial soil moisture condition on wetting pattern sie. *Irrigation Science*, 32(6), p. 421–436 <https://doi.org/10.1007/s00271-014-0439-z>

- Ocampo, J., Eeckenbrugge, G., Restrepo, M., Jarvis, A., Salazar, M., & Caetano, C. (2007). Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombia*, 8(1), p. 1–45. <https://doi.org/10.21068/bc.v8i1.181>
- Thokchom, R., & Mandal, G. (2017). Production preference and importance of passion fruit (*Passiflora Edulis*): A review. *Journal of Agricultural Engineering And Food Technology*, September 27–30 https://www.researchgate.net/publication/319313789_Production_Preference_and_importance_of_passion_fruit_Passiflora_Edulis_A_review
- Tolk, J. A., Evett, S. R., Xu, W., & Schwartz, R. C. (2016). Constraints on water use efficiency of drought tolerant maize grown in a semi-arid environment. *Field Crops Research*, 186, p. 66–77 . <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.11.012>