



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Diseño de la instalación del riego en un invernadero de maracuyá (*Passiflora edulis*) sometido a diferentes técnicas de cultivo como el peinado y el despuntado de brotes.
Influencia en su comportamiento agronómico.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

AUTOR/A: Estellés Mestre, Lamberto

Tutor/a: Reig Valor, Carmina

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Título: Diseño de la instalación de riego en un invernadero de Maracuyá (*Passiflora edulis*) sometido a diferentes técnicas de cultivo como el peinado y el despuntado de brotes. Influencia en su comportamiento agronómico.

Resumen

El maracuyá es una planta herbácea de hábito trepador que requiere la construcción de sistemas de tutorado para potenciar su desarrollo. La poda de formación de esta especie es clave para garantizar una buena producción. Esta se realiza después del trasplante y consiste en eliminar brotes laterales hasta la altura de los alambres, dejando solo un eje central. Se recomienda que los brotes no estén a menos de 0,5 m del suelo para evitar ataques de hongos y favorecer la aireación. En este sentido, el despunte de éstos sería útil como mejora de la producción, aunque su influencia en el comportamiento de la planta se desconoce.

Por otra parte, el peinado de los brotes con el fin de alterar su crecimiento también podría presentarse como un aspecto clave para optimizar el manejo del cultivo. Complementariamente, el diseño de un riego eficaz que se ajuste de manera precisa a las necesidades hídricas de la especie es absolutamente necesario para rentabilizar el cultivo y más, si cabe, en una especie prácticamente desconocida en nuestros campos próximos. Es por ello que el objetivo de este trabajo combina, por una parte, la influencia que ambas técnicas de cultivo tienen en el comportamiento agronómico de la planta, así como el diseño del riego.

Palabras clave: Instalación de riego; despuntado; peinado; producción

Title:

Design of the Irrigation System in a Passion Fruit (*Passiflora edulis*) Greenhouse Subjected to Different Cultivation Techniques such as Shoot Training and Topping. Influence on Its Agronomic Behavior.

Abstract

Passion fruit is a herbaceous climbing plant that requires the construction of trellising systems to enhance its development. Pruning for formation is essential to ensure good production. This is done after transplanting and involves removing lateral shoots up to the height of the wires, leaving only a central stem. It is recommended that the shoots remain at least 0.5 m from the ground to prevent fungal attacks and promote aeration. In this regard, topping the shoots could be useful to improve production, although its influence on the plant's behavior is not fully understood.

Additionally, managing the shoots to alter their growth could also be a key aspect for optimizing crop management. Moreover, an efficient irrigation design that precisely meets the plant's water needs is absolutely necessary to maximize crop profitability, especially given that this species is relatively unknown in nearby fields. Therefore, the objective of this work combines the influence that both cultivation techniques have on the plant's agronomic behavior, as well as the irrigation design.

Keywords: Irrigation system; topping; shoot training; production

Agradecimientos:

A la fundación Cajamar por haberme dejado desarrollar mi TFG en sus Instalaciones, en especial a José que siempre que pudo me ayudo

A Carmina R y Manuel A por haberme guiado en este trabajo.

A mi familia que siempre estuvo sin dejar que abandonase.

A todos mis amigos y personas que estuvieron en estos 5 años que supieron valorarme, entenderme y darme paz.

INDICE DEL ROYECTO:

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA

DOCUMENTO N.º 2: ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO I: DISEÑO AGRONOMICO
- ANEJO II: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES, RED DE TRANPORTE Y CABEZAL DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO
- ANEJO III: PLANOS

Resumen ejecutivo

CONCEPT (ABET)	CONCEPTO (ABET)	¿Cumple? (S/N)	¿Dónde? (página/s)
1. IDENTIFY:	1. IDENTIFICAR:		
1.1. Problem statement and opportunity	1.1. Planteamiento del problema y oportunidad	S	5
1.2. Constraints (standards, codes, needs, requirements & specifications)	1.2. Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones)	S	5-9
1.3. Setting of goals	1.3. Establecimiento de objetivos	S	5
2. FORMULATE:	2. FORMULAR:		
2.1. Creative solution generation (analysis)	2.1. Generación de soluciones creativas (análisis)	S	6-9
2.2. Evaluation of multiple solutions and decision-making (synthesis)	2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)	S	10-19
3. SOLVE:	3. RESOLVER:		
3.1. Fulfilment of goals	3.1. Cumplimiento de objetivos	S	12/21
3.2. Overall impact and significance (contributions and practical recommendations)	3.2. Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas)	S	1

El texto incluido en la columna derecha debe incluir referencias a los epígrafes más significativos de la memoria en que son desarrollados esos aspectos del TFG.

A continuación, se justifican los conceptos con los que cumple este Trabajo Fin de Grado.

1.1. Planteamiento del problema y oportunidad.

Se plantea el aumento de la superficie del cultivo del maracuyá en la parcela en cuestión, además de un aumento de la producción. Pues en el presente trabajo se propone el diseño de la instalación de riego sumado a la evaluación de las técnicas de cultivo como el peinado y despuntado. Debido a que el reconocimiento mundial de esta fruta aumentado en los últimos años y ofrece una nueva oportunidad de mercado tanto a nivel nacional como nivel europeo.

1.2. Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones)

Las principales restricciones del cultivo están determinadas por las características del suelo en la zona y las limitaciones climáticas. En cuanto al sistema de riego, tanto la balsa como la caseta ya están instaladas, por lo que las soluciones propuestas se adaptarán a estas infraestructuras existentes para cumplir con los objetivos del proyecto. Además, se ha seguido la CTN318 Normativa para los equipos hidráulicos y componentes de sistema de riego, aplicando específicamente las directrices detalladas en la página 14 de la memoria del proyecto.

1.3 Establecimiento de objetivos

Los objetivos son:

Diseñar una instalación de riego bajo invernadero para el cultivo del Maracuyá.

Evaluar la influencia de las técnicas de cultivo como el peinado y despuntado en su comportamiento agronómico.

2.1. Creación de soluciones creativas (análisis).

Se busca la diversificación de cultivos en la zona de litoral valenciano aprovechando la climatología de este y la alta resistencia que ofrece dicho cultivo frente ciertos factores.

Las soluciones que se plantean son la implantación del cultivo en sustrato y bajo invernadero con un sistema de riego localizado.

2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis).

Para llevar a cabo este cultivo en la Comunidad valenciana, cabría la posibilidad de llevarla a cabo al aire libre, pero debido a que en ciertas épocas del año las condiciones climáticas podrían ser muy perjudiciales para el cultivo, las cuales están descritas en la memoria. Se opta por el cultivo bajo invernadero tomando las decisiones consecuentes en el diseño de la instalación de riego.

3.1 Cumplimiento de objetivo

En los apartados, soluciones adoptadas e influencia de las técnicas de cultivo en el comportamiento agronómico, se exponen los pasos seguidos para cumplir los objetivos especificados en este trabajo.

3.2. Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas).

Se ofrece como una nueva opción de cultivo para los agricultores de la zona, dando salida al monocultivo en la zona, como una nueva fruta fresca tropical en el mercado. En las soluciones adoptadas se muestran todas las especificaciones técnicas a tener en cuenta para que soluciones sean viables.

2.Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza			X	
ODS 2. Hambre cero		X		
ODS 3. Salud y bienestar			X	
ODS 4. Educación de calidad				X
ODS 5. Igualdad de género				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento			X	
ODS 7. Energía asequible y no contaminante			X	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico	X		X	
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras				
ODS 10. Reducción de las desigualdades				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles			X	
ODS 12. Producción y consumo responsables	X			
ODS 13. Acción por el clima				X
ODS 14. Vida submarina				X

ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Este proyecto se vincula tanto con el ODS 8 al fomentar un crecimiento económico sostenible y la creación de empleo en el sector agrícola, como con el ODS 12 al promover un uso eficiente y responsable de los recursos, minimizando el impacto ambiental y optimizando el manejo de los insumos agrícolas.

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO EN UN
INVERNADERO DE MARACUYÁ (*PASSIFLORA EDULIS*)
SOMETIDO A DIFERENTES TÉCNICAS DE CULTIVO
COMO EL PEINADO Y EL DESPUNTADO DE BROTES.
INFLUENCIA EN SU COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO

SEPTIEMBRE 2024

Alumno/a: Lamberto Estellés Mestre

Tutor: Carmina Reig Valor

Contenido

1.Introducción	1
1.1. Importancia económica del cultivo del maracuyá	1
1.2. Descripción botánica y agronómica de la especie.	2
2. Análisis de situación	5
2.1 Objetivos	5
2.2 Exigencias edáficas del cultivo	6
2.3 Exigencias climáticas del cultivo	7
2.4 Adaptación del cultivo en la Comunidad Valenciana	9
3. Soluciones adoptadas	10
3.1 Solución adoptada para la implantación.	10
3.2 Solución adoptada en la instalación de riego.....	12
3.2.1. Parámetros de riego en parcela	12
3.2.2 Necesidades de riego	13
3.2.3. Subunidades de riego	14
3.2.4. Red de Transporte	15
5.2.5 Presupuesto simplificado de la instalación de riego.....	18
6.Influencia de las técnicas de cultivo en el comportamiento agronómico	20
6.1. Material y métodos	20
6.2 Análisis de los resultados	21
6.3 Resultados y discusión	21
6.4. Conclusiones de las técnicas en comportamiento agronomico.	26
Bibliografía	27

Tabla 1: Resumen de datos generales	13
Tabla 2: Necesidades netas	14
Tabla 3: Subunidades re riego	15
Tabla 4: Resultados de la red transporte	16
Tabla 5 Características de la bomba.	17
Tabla 6: Presupuesto simplificado.....	19

1.Introducción

1.1. Importancia económica del cultivo del maracuyá

El maracuyá, conocido científicamente como (*Passiflora edulis*), es una fruta tropical originaria de América del Sur que ha ganado reconocimiento a nivel mundial por su sabor distintivo y sus múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. Esta fruta, también llamada "fruta de la pasión", se presenta en diferentes variedades, siendo las más comunes el maracuyá amarillo y el morado.

La producción de maracuyá se concentra principalmente en América Latina, donde países como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú son los mayores productores a nivel global, representando más del 90% del total de la producción mundial. Brasil destaca como el mayor productor, con un área cultivada que abarca alrededor de 50.000 ha en 2023, logrando una producción de aproximadamente 690.000 t. Le siguen Colombia, con 20.000 ha y una producción de 615.000 t en regiones como el departamento del Huila, y Ecuador, donde la superficie cultivada alcanzó 13.000 ha en 2020, con una producción de 48.000 toneladas. (MDAR, 2020)

El cultivo de maracuyá tiene un impacto socioeconómico significativo en las zonas rurales de estos países, siendo una fuente importante de ingresos para pequeños agricultores. Además, el fruto es altamente valorado en los mercados internacionales, donde la demanda sigue en aumento debido a sus propiedades nutritivas y beneficios para la salud.

Distribución Geográfica Nacional

En España, podemos decir que la producción de maracuyá también se encuentra en una fase inicial, con rendimientos que dependen de diversos factores, como la variedad cultivada y las condiciones agroclimáticas. Según datos de **AgriMarket Research**, en 2024 se espera una producción cercana a las 200 t.

Se cultiva principalmente en las regiones del sur y sureste, donde el clima mediterráneo y subtropical proporciona las condiciones óptimas para su desarrollo. Las provincias de Alicante, Málaga y Granada son las áreas donde se ha visto un mayor crecimiento en el cultivo de esta fruta. Además, las Islas Canarias también presentan un entorno favorable para el maracuyá, aunque su producción es aun relativamente pequeña.

1.2. Descripción botánica y agronómica de la especie.

El maracuyá, clasificado como *Passiflora edulis* dentro del reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Malpighiales, y familia Passifloraceae, presenta diversas variedades cultivadas en diferentes partes del mundo, cada una con usos específicos y adaptaciones regionales.

1.2.1 Morfología

Hojas: Son simples y alternas, con frecuencia trilobuladas o digitadas y bordes finamente dentados. Su longitud varía entre 7 y 20 cm, presentando un color verde oscuro y brillante en la parte superior y más pálido en la inferior.

Zarcillos: De forma espiral y redondeados, estos zarcillos se extienden hasta 30-40 cm, emergiendo de las axilas de las hojas cerca de las flores. Se adhieren fácilmente a cualquier superficie, apoyando el crecimiento trepador de la planta.

Tallo: La planta es trepadora; el tallo, leñoso en la base, se vuelve más flexible hacia el ápice, adaptándose para soportar el crecimiento en altura y sobre estructuras.

Raíces: El sistema radicular es amplio y superficial, sin raíz pivotante, concentrando la mayoría de sus raíces en los primeros 15 a 45 cm de suelo. Es esencial considerar esta distribución al aplicar riego y fertilizantes.

Flores: Las flores del maracuyá son hermafroditas y perfectas, con un androginóforo bien desarrollado. Nacen solitarias en las axilas, sostenidas por 3 grandes brácteas verdes. Las flores consisten de 3 sépalos de color blanco verdoso, 5 pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos que irradian hacia fuera, cuya base es de un color púrpura; estos filamentos tienen la función de atraer a los insectos polinizadores. Sobre el androginóforo se encuentra el órgano masculino llamado androceo, formado por 5 estambres con anteras grandes, que contienen los granos de polen que son amarillos y muy pesados, lo que dificulta la polinización por el viento, ya que la estructura femenina (gineceo) se ubica arriba de los estambres, además las anteras maduran antes que los estigmas, a eso se le llama dicogamia protándrica, el polen tiene una fertilidad del 70%.

Fruto: El fruto es una baya con forma globosa u ovoide, cuyo diámetro varía entre 0,04 y 0,08 m, y una longitud que va de 0,06 a 0,08 m. Tanto la base como el ápice son redondeados. Su corteza puede ser de color amarillo, morada y naranja, dependiendo de la variedad, de textura dura, lisa y cerosa, con un espesor de aproximadamente 0,003 m. El pericarpio es grueso y

contiene entre 200 y 300 semillas, cada una envuelta en un arilo mucilaginoso, el cual alberga un jugo aromático donde se encuentran vitaminas y otros nutrientes.

El fruto madura entre 60 y 70 días después de la polinización, y se clasifica como no climatérico, lo que significa que alcanza su madurez total a través de la acumulación de azúcares durante la cosecha, mientras que solo cambia el color de la corteza.



Ilustración 1: Estructuras vegetales (*Passiflora edulis*)

1.2.2. Fenología del Maracuyá (*Passiflora edulis*)

El ciclo fenológico de *Passiflora edulis* varía según la ubicación de la explotación, ya que está estrechamente ligado a las condiciones climáticas, por ello en las regiones tropicales, la fenología

puede ser continua, con floración y fructificación durante todo el año. Mientras que en las regiones subtropicales con ciclos más estacional, generalmente con una o dos cosechas principales al año.



Ilustración 2 : Fenología vegetativa tras el trasplante en campo



Ilustración 3 : Fenología de la flor



Ilustración 4: Fenología del fruto

1.2.3 Variedades principales

El **maracuyá morado** (*Passiflora edulis f. edulis*) se cultiva principalmente en regiones subtropicales y tropicales de América Latina, como Brasil, Perú, Colombia y Venezuela, donde se

utiliza principalmente para la elaboración de jugos y productos terapéuticos debido a sus propiedades digestivas y calmantes.

El **maracuyá amarillo** (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), con frutos más grandes y una piel que varía de amarillo a naranja, se cultiva ampliamente en Brasil, Hawái, y partes de Australia. Esta variedad es utilizada predominantemente para la producción de jugo debido a su alto contenido de zumo.

La '**Sweet Passion**' es una variedad que se ha adaptado bien en regiones más templadas como Nueva Zelanda y Australia, destacando por su fruto de sabor dulce y su uso principalmente para el consumo fresco.

La **granadilla gigante** (*Passiflora quadrangularis*) se encuentra principalmente en Colombia y Venezuela, donde no solo se consume su pulpa en bebidas y mermeladas, sino que la corteza cocida se utiliza como verdura.

Por último, el **maracuyá banana** (*Passiflora mollissima*) es típica de los Andes, cultivada en países como Colombia, Ecuador y Perú. Se utiliza principalmente para la producción de jugos y el consumo fresco en mercados locales (National Agricultural Library, 2022).



Ilustración 5: Lugares productores de (Passiflora edulis f. edulis) según el CIAT

2. Análisis de situación

2.1 Objetivos

El objetivo del proyecto consiste en diseñar la instalación de un sistema de riego por goteo automatizado y eficiente para una ampliación del cultivo del Maracuyá (*Passiflora edulis*), Además de evaluar la influencia de técnicas de cultivo como el peinado y despuntado, en las instalaciones de la Fundación Cajamar situado en Paiporta.

En los siguientes apartados se realiza un análisis de las variables que deben tenerse en cuenta para llegar a cumplir los objetivos.

2.2 Exigencias edáficas del cultivo

El maracuyá es una planta tropical que necesita condiciones específicas del suelo para su óptimo crecimiento y producción, incluyendo un pH ligeramente ácido, suelos bien drenados, y baja salinidad. La Comunitat Valenciana, con su variada edafología y su clima mediterráneo, presenta buenas condiciones. A continuación, se analiza la compatibilidad entre las necesidades edáficas del maracuyá y las características de los suelos de Valencia, concretamente en Paiporta donde se ubicará la plantación.

Textura del Suelo

El maracuyá prospera en suelos de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, que permiten un buen equilibrio entre drenaje y retención de humedad. Los suelos aluviales de la huerta valenciana son particularmente adecuados para este cultivo debido a su fertilidad natural y buen drenaje. (Niwayama, 2018) No obstante, en las áreas montañosas con suelos calcáreos, la textura puede ser menos favorable, requiriendo mejoras estructurales a través de la adición de materia orgánica para acercarse a las condiciones óptimas requeridas por el maracuyá.

pH del Suelo

El maracuyá requiere un pH del suelo entre 5.5 y 6.5, (Niwayama, 2018) . Sin embargo, los suelos en el municipio de Paiporta tienden a ser alcalinos, con un pH que varía entre 7.5 y 8.5 debido a la alta presencia de carbonato cálcico. Reducir el pH de estos suelos en más de 1-2 puntos es extremadamente difícil y costoso, especialmente debido a la capacidad tampón de los suelos calcáreos, que neutralizan rápidamente los intentos de acidificación. Como resultado, adaptar el pH del suelo a los niveles ideales para el maracuyá no es práctico, y es más aconsejable considerar cultivos que toleren mejor los niveles de pH alcalino (Combs, 2017) (Carbo, 2021).

Drenaje

El maracuyá es extremadamente sensible al encharcamiento, lo que requiere suelos bien drenados. Los suelos aluviales de la región de Valencia, con su buen drenaje natural, son favorables para este cultivo. Sin embargo, en áreas con suelos arcillosos, donde el drenaje es menos eficiente, podría ser necesario implementar sistemas de drenaje adicionales o cultivar en camas elevadas para evitar el encharcamiento y la asfixia radicular (Carbo, 2021)

Materia Orgánica

La materia orgánica es crucial para mejorar la estructura del suelo y la retención de humedad. Aunque en la huerta valenciana los suelos suelen ser ricos en materia orgánica, en otras áreas de Valencia, donde la materia orgánica es naturalmente baja, sería esencial aumentar su contenido para cumplir con los requisitos del maracuyá. Esto se puede lograr mediante la aplicación regular de compost y otras enmiendas orgánicas.

Salinidad

El maracuyá tiene una tolerancia limitada a la salinidad, con un umbral de conductividad eléctrica del suelo (ECe) de aproximadamente 1.5 dS/m antes de que se observen efectos negativos significativos. En la región de Valencia, la salinidad es un problema común, especialmente en áreas costeras y en zonas donde se utiliza agua de riego de baja calidad. Los niveles de salinidad del suelo en algunas zonas pueden superar los 4 dS/m, lo que puede ser perjudicial para el maracuyá. (Soares, 2002) (Carbo, 2021).

2.3 Exigencias climáticas del cultivo

El maracuyá, originario de climas tropicales y subtropicales, depende de un entorno específico que incluya temperaturas cálidas, abundante luz solar y un manejo adecuado del agua. Estos factores climáticos no solo influyen en el crecimiento vegetativo de la planta, sino también en la calidad y cantidad de los frutos producidos. A continuación, se detallan los requisitos climáticos esenciales que deben tenerse en cuenta para optimizar el cultivo de maracuyá, especialmente en regiones con características climáticas similares a las de Valencia.

Temperatura Óptima y Límite de Tolerancia

- **Rango Óptimo:** El maracuyá prospera en un rango de temperatura entre **20°C y 30°C**. Temperaturas por debajo de 10°C pueden ralentizar el crecimiento y la floración, mientras que temperaturas bajo cero pueden causar daños graves o la muerte de la planta.
- **Adaptación a Altas Temperaturas:** Aunque el maracuyá puede soportar temperaturas superiores a 30°C, es esencial manejar el estrés térmico en climas cálidos como el de Valencia durante el verano, mediante la aplicación de sombra parcial o riego adicional para evitar la deshidratación y el daño a los frutos. (Yonemoto, 2006).

Coeficiente de Cultivo (Kc)

- El coeficiente de cultivo (Kc) del maracuyá varía a lo largo de sus diferentes etapas de desarrollo, reflejando sus necesidades hídricas en cada fase:
 - **Fase Inicial (Vegetativa):** El Kc entre **0.4 y 0.6**, reflejando una menor demanda de agua durante el establecimiento del sistema radicular (CARR, 2013)).
 - **Fase de Desarrollo (Floración y Fructificación):** Kc aumenta significativamente a **1.0 - 1.25**, indicando una alta demanda de agua para soportar la floración y el llenado de los frutos (CARR, 2013)
 - **Fase de Maduración:** El Kc disminuye ligeramente en esta fase final, aunque se debe mantener la humedad del suelo para asegurar la calidad de los frutos. (CARR, 2013)

Requisitos de Luz

- **Exposición Solar:** El maracuyá requiere al menos **6 a 8 horas de luz solar directa** al día para maximizar la fotosíntesis y asegurar un crecimiento vigoroso y una producción de frutos de alta calidad.
- **Sombra y Protección Solar:** En condiciones de alta radiación solar, como en el verano valenciano, puede ser beneficioso proporcionar sombra parcial durante las horas más calurosas del día para reducir el estrés térmico y evitar quemaduras en los frutos. (Nohra C. Rodríguez, 2019)

Requisitos Hídricos

- **Necesidades Hídricas Anuales:** El maracuyá requiere un suministro constante de agua, especialmente durante la floración y la fructificación, con una necesidad hídrica anual de alrededor de **900 mm**. En Valencia, donde la precipitación puede ser irregular, es necesario complementar con riego para mantener un nivel de humedad adecuado en el suelo durante todo el ciclo de crecimiento
- **Manejo del Riego en Valencia:** En períodos de baja precipitación en Valencia, es fundamental implementar un sistema de riego eficiente, como el riego por goteo, para asegurar un suministro adecuado de agua en las fases críticas del desarrollo del maracuyá (CARR, 2013).

2.4 Adaptación del cultivo en la Comunidad Valenciana

El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en la región de Valencia tiene un potencial significativo, pero también presenta desafíos específicos relacionados con el clima y las características edáficas locales. A continuación, se exponen razones para la implantación de este cultivo bajo invernadero:

Adaptación a las Condiciones Climáticas

El maracuyá prospera en climas tropicales y subtropicales, con un rango de temperatura óptimo entre 20°C y 30°C. Las temperaturas en Valencia, aunque generalmente moderadas, pueden caer por debajo de este rango durante el invierno, lo que podría afectar negativamente el crecimiento y la producción de frutos. Además, las altas temperaturas del verano, combinadas con baja humedad, podrían causar estrés térmico a las plantas. El uso de invernaderos permite mantener un control riguroso sobre la temperatura, asegurando que se mantenga dentro del rango óptimo durante todo el año, lo que es esencial para maximizar la producción y evitar daños por frío o calor extremo

Optimización del Uso de Luz Solar

El maracuyá requiere pleno sol para realizar una fotosíntesis eficiente, con al menos 6 a 8 horas de luz solar directa al día. Aunque Valencia recibe una abundante cantidad de luz solar, el uso de invernaderos permite manejar mejor la exposición a la radiación solar, protegiendo las plantas

de la excesiva intensidad en verano y asegurando suficiente luz durante los meses con menos horas de sol. Además, en los invernaderos se puede utilizar tecnología de iluminación complementaria durante los días más cortos, lo que asegura un crecimiento constante y mejora la productividad.

Manejo Eficiente del Agua y del Suelo

El riego adecuado es crucial para el maracuyá, especialmente durante las fases de floración y fructificación, donde el coeficiente de cultivo (Kc) aumenta significativamente. En Valencia, la disponibilidad de agua puede ser limitada, y los suelos, con pH alto y variada textura, podrían no ofrecer las condiciones ideales sin manejo adecuado. Los invernaderos permiten un control preciso del riego mediante sistemas de goteo, optimizando el uso del agua y ajustando la humedad del suelo según las necesidades exactas del cultivo. En cuanto al suelo, la solución más viable sería la implantación de cultivo en sustrato.

Protección contra Factores Externos y Mejora de la Producción

El maracuyá es sensible a diversas condiciones adversas, como heladas, vientos fuertes y plagas. Cultivarlo en invernadero en Valencia no solo protege las plantas de estas amenazas, sino que también permite una producción durante todo el año, algo que sería imposible en cultivo al aire libre debido a las fluctuaciones estacionales. Este entorno controlado reduce la necesidad de pesticidas y permite una producción más sostenible y de alta calidad, asegurando frutos que cumplen con los estándares del mercado europeo.

3. Soluciones adoptadas

El cultivo de maracuyá bajo invernadero implantado en bolsas de sustrato ofrece múltiples ventajas al permitir un control riguroso de las condiciones ambientales, optimizando así la producción y calidad de los frutos. A continuación, se muestran los aspectos más relevantes en el manejo del cultivo en este tipo de instalación.

3.1 Solución adoptada para la implantación.

El cultivo de *Passiflora edulis* en invernadero requiere un manejo especializado que asegure un desarrollo óptimo y una alta calidad de producción. En cuanto a la **preparación del suelo**, se utiliza sustratos bolsas de sustrato de fibra de coco a distintas granulometrías que ofrece un buen drenaje y alta capacidad de retención de humedad, para evitar el encharcamiento y posibles

problemas radiculares. Además, es fundamental instalar una **estructura de soporte** tipo espaldera, debido al hábito trepador de la planta, que facilita la exposición a la luz y mejora la gestión de la planta.

El **control del clima** es clave para garantizar condiciones óptimas de cultivo. La temperatura ideal para el maracuyá está entre 20°C y 30°C, por lo que en verano debería favorecerse la ventilación o sombra en verano para evitar estrés térmico. Asimismo, la humedad relativa debe mantenerse entre el 60% y el 80% para reducir el riesgo de enfermedades fúngicas.

El **riego por goteo** es el sistema más eficiente para el maracuyá en invernadero, ya que permite un suministro constante de agua directamente a las raíces, minimizando pérdidas por evaporación. Este riego debe ajustarse según la fase fenológica de la planta, con mayor intensidad durante la floración y el llenado de frutos. La **fertirrigación** es una técnica adecuada para combinar riego y fertilización, ajustando las dosis de nutrientes .

Finalmente, en la **cosecha**, los frutos deben recolectarse cuando alcancen su madurez, evitando que caigan al suelo para mantener su calidad. El **manejo postcosecha** es crucial para evitar el deterioro, y en condiciones de invernadero, se puede obtener una producción continua durante todo el año, lo que permite una oferta constante en el mercado.

Técnicas de cultivo que buscan un aumento de la producción

El manejo efectivo de un cultivo de maracuyá implica la implementación de técnicas agronómicas para optimizar la producción y la calidad de los frutos. Entre estas técnicas, el **peinado** y el **despuntado** destacan por su capacidad de influir directamente en la estructura de la planta, el rendimiento y la eficiencia del uso de recursos como la luz y el espacio.

Objetivos de las Técnicas de Peinado y Despuntado

- **Peinado:** Esta técnica se centra en la manipulación y dirección de los brotes y ramas, asegurando que las hojas estén bien distribuidas y expuestas a la luz solar. El peinado también facilita una mejor ventilación dentro del dosel de la planta, lo que reduce la humedad excesiva y el riesgo de enfermedades fúngicas.
- **Despuntado:** El despuntado se usa para limitar el crecimiento vertical de la planta, promoviendo el desarrollo de ramas laterales. Estas ramas laterales son cruciales para aumentar la superficie productiva de la planta, lo que en última instancia debería traducirse en un mayor número de flores y frutos.

3.2 Solución adoptada en la instalación de riego

En el cultivo en invernadero con bolsas de sustrato, las necesidades hídricas del cultivo se estiman basándose en datos climáticos específicos y en las características propias de la especie. Estos datos permiten determinar el volumen exacto de agua requerido para mantener un crecimiento óptimo. A partir de los parámetros obtenidos, se establecen las condiciones precisas de riego, incluyendo el espaciamiento entre los emisores, y la selección del caudal de emisor más adecuado. Este enfoque asegura que el agua se distribuya de manera uniforme y eficiente en las bolsas de sustrato, optimizando el uso de los recursos hídricos y promoviendo un desarrollo saludable del cultivo.

Para diseñar la solución adoptada para la instalación de riego se ha tomado las instalaciones ya existentes en la parcela como la balsa y la caseta de riego, además se han seguido las normas elaboradas por el CTN318 que incluye todas estas normativas:

- GT1: normativa de filtros./GT2: normativa del riego localizado./GT3: normativa sobre el telecontrol./ GT4: normativa sobre el riego por aspersión./ GT5: normativa sobre las válvulas./GT6: normativa sobre los contadores./ GT7: normativa sobre las obras de riego./GT8: normativa sobre las áreas verdes.

Las normas utilizadas han sido las siguientes: UNE-EN-ISO 9261:2010, norma donde se detallan los equipos de riego, los emisores y tuberías emisoras y la UNE-EN15097:2007 norma que regula el riego localizado y su evaluación hidráulica.

A continuación se muestran los pasos y las decisiones tomadas para asegurar una instalación de riego eficiente.

3.2.1. Parámetros de riego en parcela

Al establecer los parámetros de riego, es crucial evaluar diferentes alternativas, ya que los emisores no siempre comparten los mismos valores en términos de caudal nominal, número de emisores por planta, diámetro mojado del bulbo y superficie mínima mojada por planta.

Dado que se trata de un cultivo semileñoso, se ha optado por instalar un lateral por fila de plantas. Se ha determinado un solape mínimo del 10% entre los bulbos, que en nuestro caso será el saco de sustrato y un porcentaje de superficie mojada equivalente al 30% del marco de plantación.

Tabla 1: Resumen de datos generales

Superficie total (m²)	21000	Porcentaje de suelo mojado	10%
Cultivo	Maracuyá	Porcentaje de solape mínimo	10%
Marco de plantación	2.5x2.5	Eficiencia de aplicación	90%
Conductividad máxima del cultivo	3 dS/m	Textura del suelo	Sustrato
Conductividad eléctrica del agua	0,9 dS/m	Goterros estudiados (l/h)	2.2
Uniformidad del emisor	90%	Mes más desfavorable	Julio

Para este proyecto, se ha seleccionado un emisor, modelo NETAFIM PCJ autocompensante con un caudal de 2.2l/h. que ofrecía las prestaciones teniendo en cuenta las necesidades de nuestro cultivo y características de nuestra instalación, la comparativa de los distintos emisores se realizó con la aplicación de Excel DimSub. Sus características técnicas se presentan en el anejo II.

Para calcular las necesidades totales de riego, es esencial tener en cuenta factores como la salinidad del agua de riego, la eficiencia de aplicación y la uniformidad de emisión. Estos parámetros son cruciales para garantizar que el agua aplicada cumpla con los requisitos del cultivo y se distribuya de manera efectiva y uniforme.

En el Anejo I: Diseño agronómico se puede observar el procedimiento de cálculo de cada una de las necesidades recogidas en las tablas anteriores.

3.2.2 Necesidades de riego

Las necesidades netas de riego se han determinado mediante la evaluación de los valores de evapotranspiración del cultivo (ET_c) para cada mes del año donde se ubica nuestra parcela (Paiporta). Debido a que nuestro cultivo se encuentra bajo invernadero, no tendremos en cuenta la precipitación efectiva.

Tabla 2: Necesidades netas

Mes	ET _o (mm/mes)	K _c	ET _c (mm/mes)	K ₁	ET _{RL} (mm/mes)	Necesidades Netas (mm/mes)
Enero	23,54	0,85	20,01	0,80	16,01	16,01
Febrero	36,20	0,90	32,58	0,80	26,07	26,07
Marzo	46,72	1,00	46,72	0,80	37,38	37,38
Abril	71,98	1,05	75,58	0,80	60,46	60,46
Mayo	104,96	1,05	110,20	0,80	88,16	88,16
Junio	124,04	1,05	130,24	0,80	104,19	104,19
Julio	137,10	1,00	137,10	0,80	109,68	109,68
Agosto	132,61	1,00	125,98	0,80	100,79	100,79
Septiembre	87,32	0,95	82,95	0,80	66,36	66,36
Octubre	55,41	1,00	55,41	0,80	44,33	44,33
Noviembre	32,32	1,05	33,93	0,80	27,15	27,15
Diciembre	21,75	1,00	21,75	0,80	17,40	17,40

3.2.3. Subunidades de riego

En este contexto, es necesario contar con un grupo de bombeo conectado a la red eléctrica para asegurar el suministro de agua a toda la parcela. La parcela ha sido dividida en 1 sectores con el objetivo de optimizar el tiempo de riego, ajustándolo a las franjas horarias en las que las tarifas eléctricas son más favorables para el funcionamiento del grupo de bombeo, por ello se ha adoptado una jornada efectiva de riego de 12 horas. La sectorización y subdivisión pueden observarse en el plano 3 titulado "Subunidades", mientras que el procedimiento detallado para calcular la jornada efectiva y la sectorización se encuentra documentado en el Anejo II: Diseño Agronómico.

Tabla 3: Subunidades de riego

Sector	Caudal	Descripción	Caudal	m ²
	sector (l/h)	Subunidad	inicio (l/h)	
1	19200	SUB 1.1	5852	4146
		SUB 1.2	9752	8804
		SUB 1.3	5456	4600

3.2.4. Red de Transporte

3.2.4.1. Datos de Partida

Para el diseño de la red de transporte, se ha considerado que debe estar ubicada en los márgenes de las parcelas y a lo largo de las lindes de los caminos existentes. Este enfoque busca optimizar la red y simplificar su instalación, debido a que las zanjas donde se van a ubicar las conducciones ya están establecidas por tanto se reducirán los gastos de la instalación.

El cálculo y dimensionado de la red de transporte se explica en detalle en el Anejo II: Red de Transporte y cabezal de riego. La metodología aplicada se basa en el criterio de velocidad, que establece una velocidad máxima (1.5 m/s) para el flujo de agua a través de las conducciones.

El dimensionado se ha llevado a cabo utilizando la aplicación RGWin 2022, la cual permite, al introducir la topología de la red, las cotas de cada nudo y las longitudes de cada línea, calcular el dimensionado óptimo de la red de transporte. Este proceso tiene en cuenta los requisitos de presión y caudal en cada nudo que alimenta las subunidades.

Además, la aplicación calcula la altura manométrica y el caudal máximo que requiere el grupo de bombeo, considerando las pérdidas de carga y los desniveles del terreno. Los resultados del dimensionado se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 4: Resultados de la red transporte

Línea	Caudal línea (l/h)	Diámetro int. Teórico (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Material	Presión resultante (m)	Pérdida acumulada (m)	Velocidad (m/s)
1	19200	67,3	70,4	75	PVC UNE EN 1452	-0,4	0,44	1,37
2	19200	67,3				32,4		0,00
3	19200	67,3	70,4	75	PVC UNE EN 1452	32,3	0,47	1,37
4	19200	67,3				22,3	10,47	0,00
5	19200	67,3	70,4	75	PVC UNE EN 1452	18,6	13,18	1,37
6	12750	54,8	59,0	63	PVC UNE EN 1453	17,0	14,82	1,30
7	4730	33,4	35,2	40	PVC UNE EN 1454	12,2	19,62	1,35

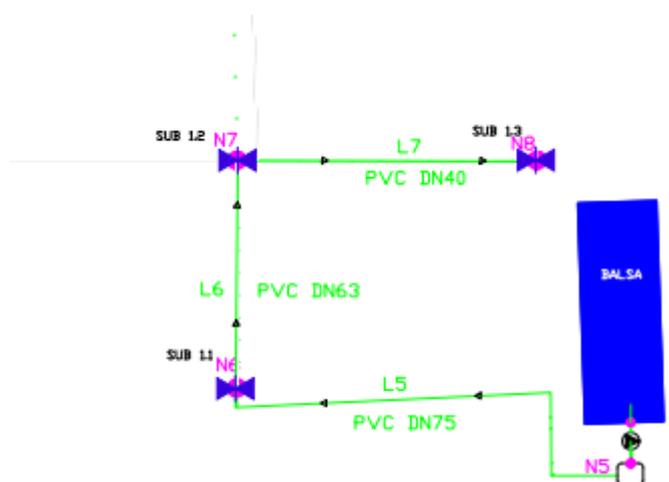


Ilustración 6: Red de transporte

3.2.4.2 Grupo de Bombeo

La instalación de la bomba se debe a que la existente en las instalaciones no puede asumir el incremento de caudal que supone la ampliación del nuevo cultivo.

Por tanto, para seleccionar la bomba, se ha tenido en cuenta la altura manométrica, calculada y detallada en el AnejolI: Diseño y Dimensionado de la Red de Transporte.

Obteniendo una altura manométrica de 32,8 m.c.a. y un caudal de 19.2 m³/h, se ha seleccionado una bomba de acoplamiento cerrado con aspiración final, modelo Grundfos NB 50-315/344 AAF2AESBQQENW3

Los datos técnicos de la bomba seleccionada se presentan en la tabla a continuación.

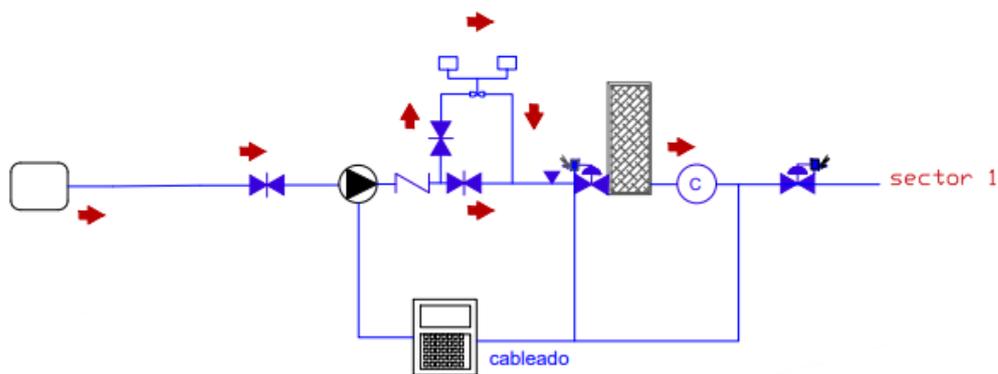
Tabla 5 Características de la bomba.

Grundfos NB 50-315/344 AAF2AESBQQENW3

Velocidad de la bomba (rpm)	1475
Caudal real calculado (m³/h)	50.86
Altura resultante de la bomba	37.85
Eta de bomba (%)	91.4
Eta de bomba + motor (%)	91.9

3.2.4.3. Cabezal de riego y elementos Accesorios

En el cabezal de riego se encuentra los diferentes elementos de control, los elementos de protección e inyección de fertilizantes, y los equipos de automatización a la par que el sistema de filtrado. El cabezal de riego se encuentra en una caseta de construcción en el centro de la parcela situada al lado de la balsa.



En el cabezal de riego, uno de los elementos más importantes es el filtro, ya que garantiza la limpieza del agua que se distribuye a través del sistema, evitando la obstrucción de los emisores. Esto es fundamental para asegurar la eficiencia del riego, mantener la uniformidad en la distribución del agua y prolongar la vida útil de los componentes del sistema. Un adecuado mantenimiento del filtro es clave para asegurar un rendimiento óptimo del sistema de riego. En nuestro caso, se ha optado por filtro de anillas Spin Klin Nova con un grado de filtración 24—30 micras.

El cabezal incluye varios elementos adicionales, además del sistema de filtrado, como el sistema de fertirrigación automatización, y la valvulería.

Respecto al sistema de fertirrigación se instalarán dos depósitos de poliéster en el almacén, junto al cabezal de riego y el sistema de fertirrigación. El primero, con 500 litros de capacidad, se destinará a la dilución de fertilizantes NPK. El segundo, de 250 litros, contendrá ácido nítrico para la limpieza del sistema de riego. Para la fertirrigación, se ha elegido una bomba dosificadora de diafragma, con un caudal máximo de 330 l/h ajustable, impulsada por un motor eléctrico trifásico, asegurando un dosificado eficiente de los líquidos

En cuanto a la valvulería, se dispone de un contador volumétrico para medir el consumo de agua de la parcela ,(Woltman Silver Turbo Gaer de 2”), dos válvulas de mariposa para controlar el flujo de agua (tipo “U” de Gaer DN80), una válvula de retención ,tipo clapeta, que protege la bomba y electroválvulas que regulan la apertura y cierre del sistema.

El sistema de automatización está compuesto por un programador, Módulo de 4 estaciones para AC 8/24, que controla tanto la apertura de las electroválvulas como el funcionamiento de la bomba, siguiendo los tiempos previamente programados. La justificación de la elección de todos estos elementos se encuentra en el Anejo II DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES, RED DETRANSPORTE Y EL CABEZAL RIEGO

5.2.5 Presupuesto simplificado de la instalación de riego

Para la finalización del proyecto, se ha elaborado un presupuesto que incluye todos los elementos utilizados, desde los goteros en el diseño agronómico hasta el cabezal de riego. Los detalles más específicos se encuentran en el Documento N°4: Presupuesto.

CAPITULO 1				
Nº	Designación	Unidades	Precio por unidad	Precio total
1	Gotero pinchado autocompensante netafim PCJ	9845	0,16	1575,2
2	Laterales subunidades PVC 16 mm	7904	0,43	3398,72
3	Tuberías terciarias PVC UNE EN 1452			0
3.1	Tubería DN 32 PN 0.6	50	1,55	77,5
3.2	Tubería DN40 PN0,6	154	1,61	247,94
Total				5299,36
CAPITULO 2				
Nº	Designación	Unidades	Precio por unidad	Precio total
1	Tubería PVC UNE EN 1452			
1.1	tubería DN40 PN 0,6	72	1,61	115,92
1.2	Tubería DN 63 PN 0,6	50	2,12	106,00
1.3	Tubería DN75 PN 0,6	93	2,59	240,87
2	Bomba Grundfos NB 50 315/344	1	7277	7277
total				7739,79
CAPITULO 3				
Nº	Designación	Unidades	Precio por unidad	Precio total
1	Filtro de anillas SPIN KLIN NOVA 3"	1	6799,95	6799,95
2	Contador Woltman Silver 2"	1	311,87	311,87
3	Valvula Mariposa Gaer tipo "U"	2	77	154
4	Valvula de retención con clapeta DN 75 PN16	1	109,54	109,54
5	Valvulas Hidraulicas	3	100,124	300,37
6	Programador Regaber Ac 8/24	1	33,05	33,05
total				7708,78

Tabla 6: Presupuesto simplificado

Resumen presupuesto	
Total, Capitulo 1: Subunidades	5299,36
Total, Capitulo 2: Red transporte	7739,79
Total, Capitulo 3: Cabezal riego	7708,78
TOTAL (€)	20747,93

Finalmente, el presupuesto asciende a la cantidad de **VEINTEMIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y TRES CENTIMOS.**

6. Influencia de las técnicas de cultivo en el comportamiento agronómico

6.1. Material y métodos

Se utilizaron 16 plantas de maracuyá (*Passiflora edulis x edulis*), de dos años de edad, del centro experimental de Cajamar, ubicado en Paiporta (Valencia, España). Cultivadas en un invernadero en espaldera, de 2 m de altura (Ilus.6). Las plantas estaban en sacos de sustrato, con riego localizado por goteo, con un marco de plantación de 2.5m X 2,5m y en perfectas condiciones fito-sanitarias.



Ilustración 6: Invernadero antes de la primera poda para que comience el ciclo de cultivo

En el experimento se realizaron 2 tratamientos. El primero, llamado peinado, consiste en desenredar los brotes y guiarlos verticalmente por la estructura de la espaldera, para mejorar la aireación e iluminación de la planta. El segundo, el despuntado, consiste en eliminar el brote apical de brotes de 50 cm, aproximadamente, de longitud, con el fin de promover el desarrollo de brotes laterales.

Para ello, se seleccionaron 20 brotes por tratamiento a los que, periódicamente, se les midió el número de nuevos brotes, así como su longitud, número de hojas, el número de botones florales, flores en antesis y frutos cuajados. Por tanto, se recogieron un total de (20 brotes x 3 tratamientos x 6 variables x 8 muestreos) 2880 datos

6.2 Análisis de los resultados

A los datos obtenidos se les aplicó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% ($P \leq 0,05$)-Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Student-Newman-Keuls, utilizando el programa informático StatGraphics.

Los porcentajes se aplicó el arcsin(\sqrt{p}) para normalizar las distribuciones

6.3 Resultados y discusión

El peinado y despuntado de brotes modificó significativamente el desarrollo vegetativo de la planta, así como su floración. El peinado promovió el desarrollo vegetativo respecto al despuntado y control (fig.1) Así, 40 días después del peinado de los brotes, éstos alcanzaron una longitud media significativamente superior (170 cm) que la de los brotes despuntados (110 cm) y control (140 cm) (Fig. 1). Los brotes despuntados fueron los que menor longitud alcanzaron, lo cual parece lógico ya que esta técnica persigue frenar el crecimiento vertical para promover el lateral

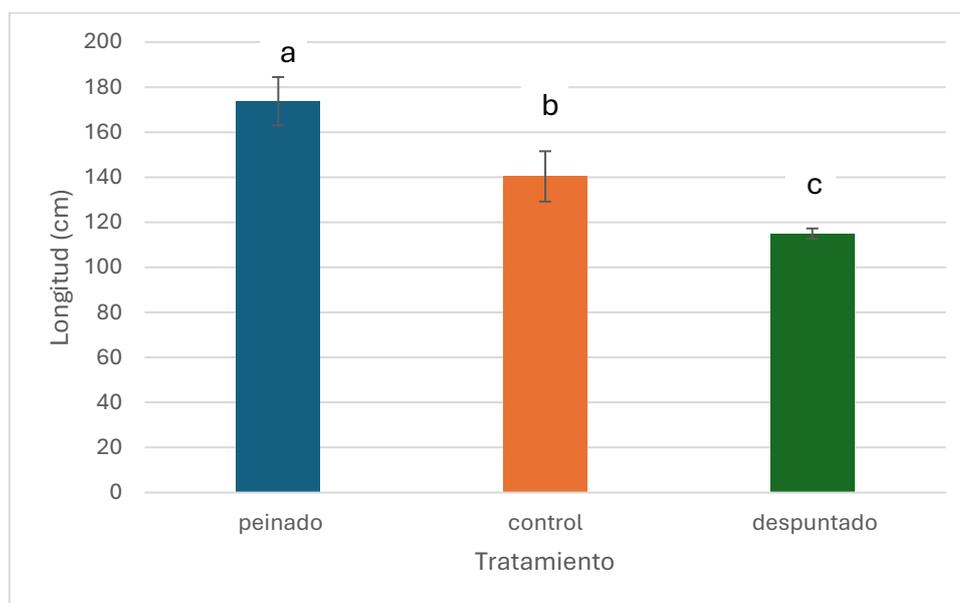


Figura 1: Influencia del peinado y despuntado de brotes al inicio de la brotación en la longitud de los nuevos brotes. Cada valor es la media de 5 brotes/planta en 4 plantas. La barra vertical indica el error estándar. Letras diferentes indican significación estadística ($P \leq 0.05$)-

Por otra parte, que los brotes peinados sean los más vigorosos y, por tanto, presenten la mayor longitud también resulta lógico, ya que con esta técnica se mejora, por una parte la ventilación, la entrada de la luz y la distribución de las ramas y, por otra, se evita su enmarañamiento. Todo

ello, favorece el crecimiento y permite una distribución más eficiente de los nutrientes, lo cual justificaría ese mayor vigor.

En cuanto a la producción de flores, también fue el peinado el tratamiento que consiguió significativamente un mayor número de flores por brote (14) que en los despuntados y control que fue 7.8 y 8, respectivamente (Fig. 2). En este caso, los brotes despuntados y los control no difirieron entre sí, a pesar de hacerlo en la longitud de sus brotes (Fig. 1). En este caso, al igual que en el desarrollo vegetativo, el peinado promovió la floración. Esto resulta coherente, ya que a mayor longitud del brote, mayor número de nudos y, en consecuencia, mayor número de flores. De hecho, esta técnica se utiliza en otras especies frutales como los cítricos (Mesejo et al., 2020) para, indirectamente, promover la floración y minimizar los efectos de la alternancia.

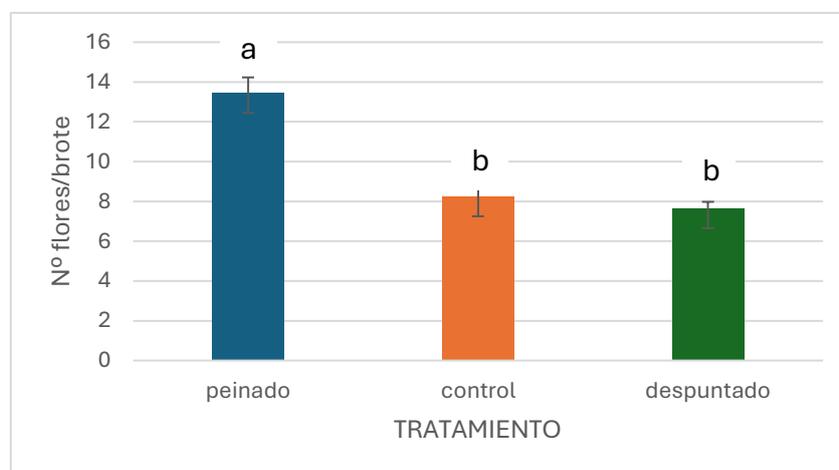


Figura 2: Influencia del peinado y despuntado de brotes al inicio de la brotación en el número de flores por brote. Cada valor es la media de 5 brotes/planta en 4 plantas. La barra vertical indica el error estándar. Letras diferentes indican significación estadística ($P \leq 0.05$)

En cuanto a la producción, también fueron los brotes peinados los que obtuvieron un mayor número de frutos (2,8), seguido de los despuntados (2,5) y del control (1,7). En este caso, no se encontraron diferencias significativas entre los dos primeros, pero sí de éstos con el control (Fig. 3). Contrariamente a lo observado en muchas especies frutales como el olivo (Rosati et al., 2010) y los cítricos (Agusti, 2019), en los que existe una relación inversa entre el número de flores y el número de frutos cuajados, en el maracuyá, la técnica del peinado elude esta respuesta, de manera que al aumento de flores observado le sigue un aumento del número de frutos cuajados. Esto indicaría que la producción depende, en mayor medida, de la polinización que de fenómenos de competencia como ya indicó (Snow, 1982)

Por otra parte, el hecho de que los brotes despuntados y control tengan el mismo número de flores (ver Fig. 2) pero no de frutos, siendo mayor en el primer caso (Fig. 3), podría deberse al hecho de eliminar competencia, respecto al crecimiento vegetativo (brotes más cortos), como se ha relacionado en otras especies como el aguacate (Antonio D'asaro, 2021). Estos resultados resaltan la importancia de las técnicas de cultivo, como el peinado y el despuntado, en la mejora de la producción de esta especie.

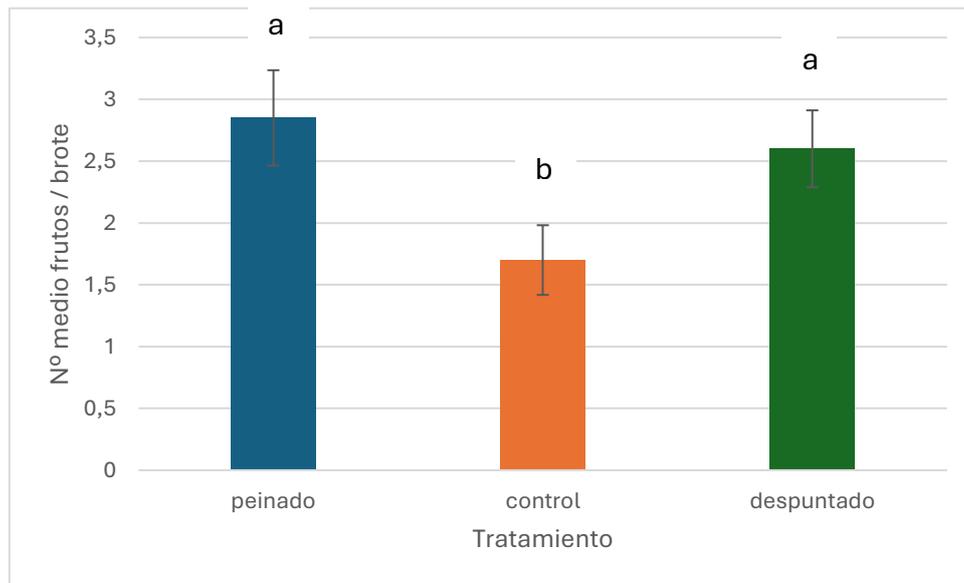


Figura 3: Influencia del peinado y despuntado de brotes al inicio de la brotación en el número de frutos por brote. Cada valor es la media de 5 brotes/planta en 4 plantas. La barra vertical indica el error estándar. Letras diferentes indican significación estadística ($P \leq 0.05$)

Al representar la cosecha total, contemplando únicamente los frutos que alcanzaron un peso mayor de 60 g (categoría I y II), se observó que el peinado había conseguido incrementar significativamente el número de estos frutos hasta en un 37%, respecto al despuntado y el control (Fig. 4).

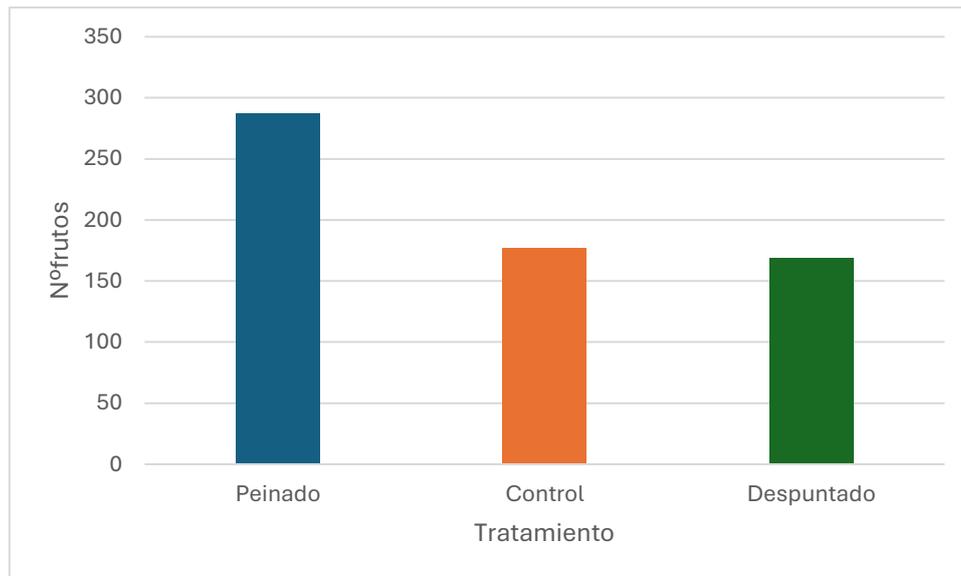


Figura 4: Influencia del peinado y despuntado de brotes al inicio de la brotación en el número de frutos. Cada valor es número de frutos en 4 plantas.

Complementariamente, al evaluar el periodo de recolección, así como los calibres de los frutos en cada fecha de recolección, atendiendo únicamente a aquellos que estaban en la categoría I y II (60-80 g), por ser los comerciales, se observó que, coherentemente con lo anterior, el número de frutos recolectados en cada fecha, excepto en la última, fue significativamente superior en los brotes peinados (Fig. 5A). En el resto de tratamiento la respuesta fue variable. En algunos casos, la cosecha fue mayor en los despuntados (19/07), en otras en el control (30/07, 13/08, 21/08, 28/08) y en otras igual (23/07 y 06/08).

En cuanto al peso del fruto la respuesta fue muy errática. Mientras en la primera fecha de recolección los frutos de mayor calibre fueron los del control (72 g), seguidos del despuntado (68 g) y del peinado (63 g), en la última, por el contrario, fueron los del despuntado (78 g) seguidos del resto de tratamientos (68,5g, en promedio) (Fig 5B). Aunque, de manera general en la mayoría de los frutales, existe una relación inversa entre el número y tamaño de los frutos (Sutton et al., 2020), nuestros resultados no lo reflejan así. En la primera fecha de recolección si que se observa esta tendencia, siendo el control el que menos frutos tiene que cumplan con la categoría comercial, pero de mayor tamaño, sin embargo, en la tercera fecha de recolección a pesar de ser el peinado el que mayor número de estos frutos alcanzó, además éstos fueron los de mayor tamaño (Fig. 5). En cuanto a los frutos con calibre (Fig.6) no comercial se observa un comportamiento similar, que los frutos obtenidos de calibre comercial, donde el peinado es el tratamiento que produce más frutos de destrío con un valor de 113 frutos y el despuntado con un valor de 108 frutos.

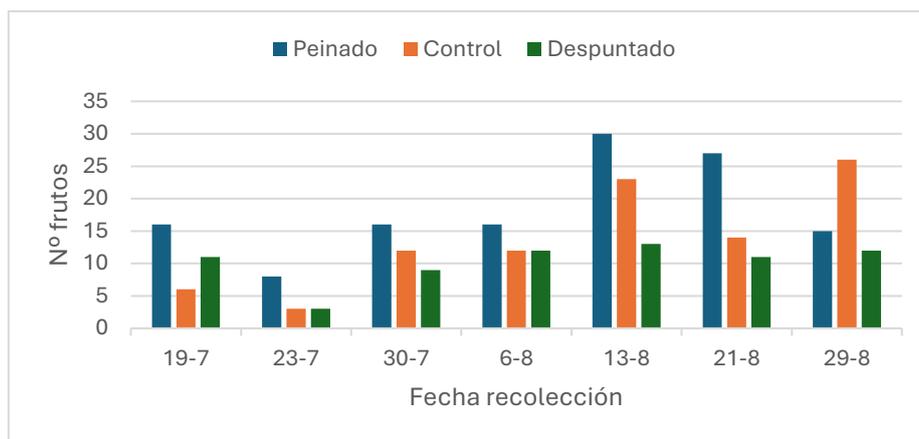


Figura 5A: Nª de frutos de primera por tratamiento.

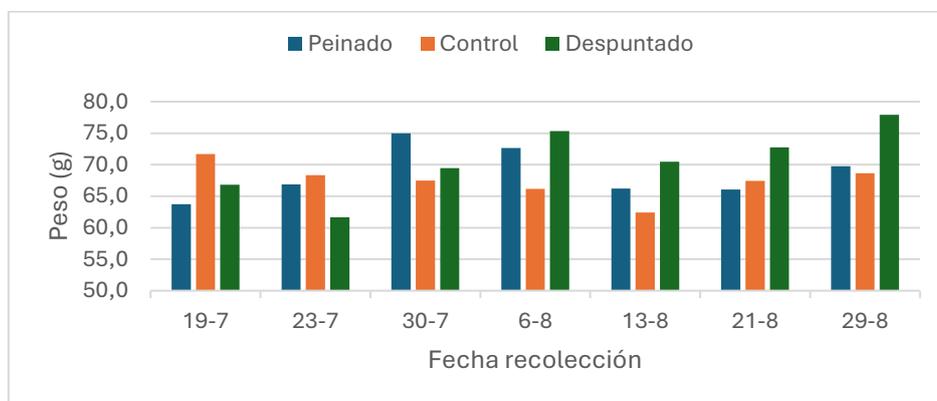


Figura 5B: Peso de los frutos de cada tratamiento en los distintos días de recolección

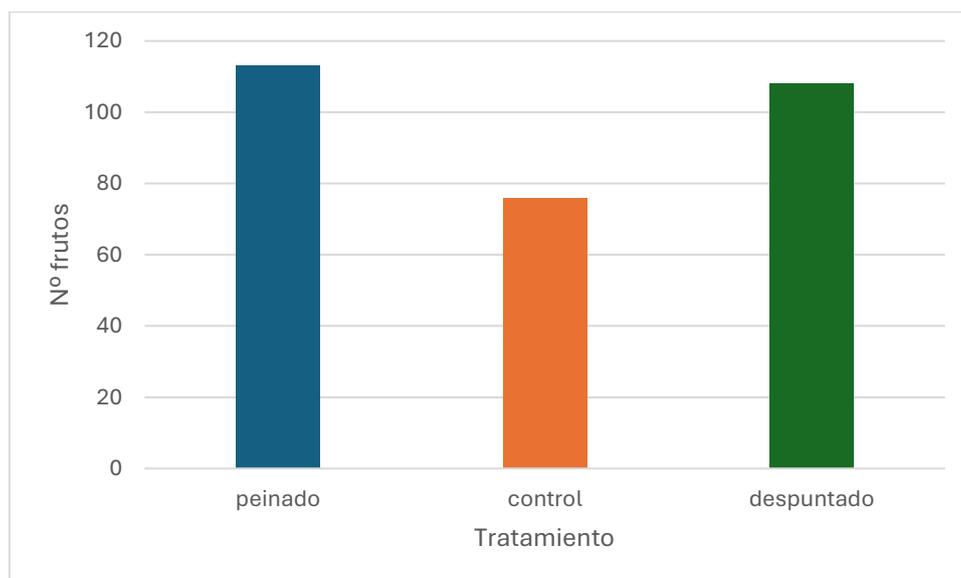


Figura 6: La influencia de los tratamientos de peinado, control y despuntado en la producción de frutos de destrío, es decir, aquellos que no cumplen con los estándares comerciales

6.4. Conclusiones de las técnicas en comportamiento agronomico.

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio, las conclusiones son las siguientes:

1. El peinado de brotes mejora significativamente el comportamiento agronómico del maracuyá, promoviendo el desarrollo vegetativo y reproductivo, así como la cosecha.
2. El despuntado de brotes resultó una técnica ineficaz ya que apenas mejoró la respuesta de la planta respecto del control.

Bibliografía

- (JKI), I. J. (2018). *BBCH Monographie*. Alemania.
- Agusti, M. (2019). *Fruit-dependent epigenetic regulation of flowering in Citrus*.
- Antonio D´asaro, e. a. (2021). Hormonal and carbohydrate control of fruit set in avocado ‘Lamb Hass’. A question of the type of inflorescence? *Science direct*.
- Carbo, E. (2021). Modeling Influence of Soil Properties in Different Gradients of Soil Moisture: The Case of the Valencia Anchor Station Validation Site, Spain. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/24/5155>
- CARR, M. K. (2013). THE WATER RELATIONS AND IRRIGATION REQUIREMENTS OF PASSION FRUIT (PASSIFLORA EDULIS SIMS). *Cambridge University & Press*.
- Combs, S. (2017). *Wisconsin Horticulture*. Obtenido de <https://hort.extension.wisc.edu/articles/reducing-soil-ph/>
- FAO. (s.f.). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/soil-salinity/en/>
- MDAR. (2020). *Analisis de mercado 2015-2020 MARACUYA*. Perú. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2071639/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Maracuy%C3%A1%202015%20-%202020.pdf>
- National Agricultural Library, U. (2022). *National Agricultural Library, U.S. Department of Agriculture. (n.d.). Exploring the potential of passion fruit in subtropical North America*. Obtenido de <https://www.nal.usda.gov/research-tools/food-safety-research-projects/exploring-potential-passion-fruit-subtropical-north>
- Niwayama, S. a. (2018). *Niwayama, S. and Higuchi, H. (2018). Effects of soil pH on the root growth of passion fruit and the mechanism of mineral uptake. Acta Hort. 1217, 111-120*. Obtenido de https://www.ishs.org/ishs-article/1217_14
- Nohra C. Rodríguez, L. M. (2019). Purple Passion Fruit, *Passiflora edulis Sims f. edulis*, Variability for Photosynthetic and Physiological Adaptation in Contrasting Environments. *MDPI*.

Rosati, e. a. (2010). *Olive Germplasm: The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry*.

Snow, A. A. (1982). *Pollination intensity and potential seed set in Passiflora vitifolia*.

Soares, F. A. (2002). *SciELO - Salinity and Water Stress Studies in Brazil*. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000300013>

SpringerLink. (2022). *Postharvest quality of yellow passion fruit produced in soil with bovine biofertilizer and nitrogen*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-18452-9>

Yonemoto, Y. (2006). Effect of Temperature Regime and Soil Moisture Level on Fruit Quality of 'Summer Queen' Passionfruit (*Passiflora edulis*×*P. edulis* f. *flavicarpa*). *J-STAGE*.