

**UNIVERSITAT JAUME I**

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals**



**ENGINYERIA AGROALIMENTÀRIA  
I DEL MEDI RURAL**

**Estudio de viabilidad de tratamientos post-cosecha alternativos en cítricos como alternativa a los fungicidas de síntesis**

Estudiant/a: Juan Antonio Beltrán Borrás

Tutor/a: Jordi Gamir Felip

Tutor/a de empresa: Celia Murciano Camps

Convocatòria: Julio, 2022

# Agradecimientos

A mi familia y amigos por ser siempre un apoyo físico y moral.

Al equipo Técnico de Citrosol y Benihort por confiar en mí.

Y a Jordi Gamir Felip por su atención y orientación en el proyecto

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	CULTIVO DE CÍTRICOS .....	1
1.1.1	Historia de la naranja valenciana, origen y sus primeras exportaciones .....	1
1.1.2	Importancia económica de la Comunidad Valenciana .....	3
1.2	PRE-COSECHA Y POST-COSECHA EN CÍTRICOS.....	4
1.2.1	Pre-cosecha de cítricos.....	5
1.2.2	Escandallo.....	6
1.2.3	Tratamientos en la central hortofrutícola (post-cosecha) .....	6
1.2.4	Drencher.....	6
1.2.5	Almacenamiento y desverdizado .....	8
1.2.6	Línea (plano de la central).....	10
1.3	PODRIDO POST-COSECHA .....	16
1.4	CONTROL DEL PODRIDO EN POST-COSECHA CON MATERIAS ACTIVAS.....	20
1.4.1	Tipos de fungicidas .....	20
1.4.2	Fungicidas en post-cosecha.....	21
1.4.3	Productos de limpieza y desinfección .....	21
1.4.4	Ceras y recubrimientos .....	22
1.5	MATERIAS ACTIVAS AUTORIZADAS PARA CÍTRICOS .....	23
1.6	COMERCIALIZACIÓN DE LOS CÍTRICOS.....	25
1.7	DEMANDA DEL CONSUMIDOR DE PRODUCTOS CON MEJOR PERFIL BIO/ECO .....	27
1.8	DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS .....	29
1.8.1	Cooperativa Agrícola San Isidro de Benicarló, “Benihort” .....	29
1.8.2	Productos Citrosol S.A. ....	30
2	OBJETIVOS .....	32
3	MATERIAL Y MÉTODOS .....	33
3.1	PRODUCTOS POST-COSECHA. ....	33
3.2	CEPAS FÚNGICAS.....	35
3.2.1	Preparación de esporas.....	35
3.3	ENSAYOS <i>IN VIVO</i> DE CONTROL DE PODRIDO A NIVEL SEMI-INDUSTRIAL: PLANTA PILOTO PRODUCTOS CITROSOL S.L. ....	37
3.3.1	Fruta .....	37

3.3.2	Inoculación del hongo .....	37
3.3.3	Lecturas .....	42
3.3.4	Análisis estadístico .....	42
3.4	ENSAYOS IN VIVO DE CONTROL DE PODRIDO A NIVEL INDUSTRIAL: CENTRAL CITRÍCOLA BENIHORT .....	43
3.4.1	Fruta .....	43
3.4.2	Inoculación del hongo .....	43
3.4.3	Tratamientos .....	44
3.4.4	Lecturas .....	47
3.4.5	Análisis estadístico. ....	48
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1	ENSAYOS A NIVEL SEMI-INDUSTRIAL DE CONTROL DE PODRIDO.....	49
4.2	ENSAYOS A NIVEL INDUSTRIAL DE CONTROL DE PODRIDO: CENTRAL CITRÍCOLA BENIHORT.....	57
4.3	ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS .....	64
5	CONCLUSIONES .....	68
6	BIBLIOGRAFÍA.....	70
7	ÍNDICE DE TABLAS .....	74
8	ÍNDICE DE FIGURAS .....	75
9	ÍNDICE DE IMÁGENES.....	76
10	ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	78

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 CULTIVO DE CÍTRICOS

Los cítricos, al ser un cultivo de regadío, necesitan plena dedicación y un constante mantenimiento. Se trata de una pequeña familia de árboles pequeños y de forma arbustiva, originarios de regiones tropicales y subtropicales de Asia y el archipiélago malayo, por tanto, al proceder de una zona cálida, nuestra zona tiene unas condiciones idóneas para su perfecto desarrollo (Syngenta, 2022).

Este cultivo tiene una peculiaridad llamada mutación espontánea, esto quiere decir, que tienen inestabilidad genética y que producen ciertas mutaciones en campo, es la forma más antigua de selección y de la que se obtienen nuevas variedades con mayor éxito. Estas mutaciones conservan las características más significativas de las variedades de origen y principalmente cambian aspectos como el tamaño, época de maduración y características directamente relacionadas con la calidad del fruto (Navarro, 2011).

#### 1.1.1 Historia de la naranja valenciana, origen y sus primeras exportaciones

La naranja no apareció en la Península Ibérica hasta que apareció el Califato de Córdoba, entre el año 929-1031, ofreciendo el impulso comercial en la península por el Mediterráneo. En el siglo V d.C., ya había constancia de naranjas llegadas desde África, de procedencia asiática, cultivadas ya en Egipto, usadas como árbol ornamental para la decoración de patios, instaurándose en nuestras tierras por todo el territorio (Valencia bonita, 2015).

En aquellos tiempos su uso no era el mismo que en la actualidad, paso de una visión ornamental a su utilización para la limpieza de tripas de cerdo para la preparación de embutidos (Valencia bonita, 2015).

La primera descripción del naranjo amargo, es de Alberto Magno (1193-1280), que a lo largo de su vida trabajó en química y botánica, haciendo referencia al naranjo en su obra "Vegetabilibus et plantis". Otra obra que hace referencia al naranjo es "Regiment de la cosa pública", la que nombra como se cultivaban en Valencia "teronges", "llimons", "limes" y "oranges" (Valencia bonita, 2015).

La naranja dulce de procedencia asiática que conocemos como "citrus sinensis", debemos su origen a las zonas de Pakistán, India, Vietnam y el suroeste de China, y aunque fueron traídos a occidente por los árabes, dicha variedad no fue conocida en la Península ibérica hasta que Vasco da Gama fue a India. Otra de las teorías de su introducción es a través de las rutas comerciales que tenía Génova con el Próximo Oriente, la famosa ruta de la seda, a principios del siglo XV (Valencia bonita, 2015).

Al principio, los cultivos se utilizaban para cosechas familiares, sin llegar a tener destinos comerciales. Más tarde, esto cambió, empezando en territorio andaluz, como lo hace constar Andrés Navajero (1525-1528), embajador de la República de Venecia, donde dice que en Sevilla

‘hay un gran naranjal, del cual se obtienen grandes beneficios por sus frutos, destinados principalmente para ricos’. A mediados del siglo XVI su cultivo se introdujo en varios lugares del viejo Reino de Valencia (Alzira, Orihuela, Xàtiva), aunque durante mucho tiempo se utilizó para lindar los campos y de carácter ornamental en los jardines (Valencia bonita, 2015).

Vicente Monzó Vidal, un sacerdote, plantó el primer campo de cítricos en la Ribera, en la partida la Bassa del Rei, en 1781, donde transformó un terreno yermo, utilizó norias, perforó pozos y construyó balsas para su riego, todo un avance en aquellos tiempos (Valencia bonita, 2015).

El cultivo de cítricos no había hecho más que empezar, donde el Camino Real de Madrid a Valencia, Alicante y Barcelona (1776-1800), era una de las principales vías para la comunicación entre las ciudades más importantes del país (Valencia bonita, 2015).

En los siglos XVI, XVII, y XVIII, el comercio de los cítricos valencianos estaba restringido solo a nuestro territorio y tenía un carácter muy estacional, concentrándose en las Navidades, desfavoreciendo su expansión como cultivo comercial, debido a su elevado precio, siendo un producto exclusivo solo para gente adinerada, aunque se realizasen algunos envíos a ciudades importantes como Madrid, Granada o Barcelona. Puede dejarse constancia de esto, gracias a referencias literarias como las obras de Lope de Vega o Gaspar de Escolano (Valencia bonita, 2015).

El puerto de Soller (localidad mallorquina), fue pionero en exportaciones al sur de Francia y Cataluña, aunque no fueron las primeras a nivel nacional ni internacional, pero uno de sus cargamentos sí que fue uno de los más importantes y el primer paso hacia grandes exportaciones. Debido a una plaga, se trasladaron los cultivos mallorquines a tierras valencianas pasando así a tener mayor importancia en la Comunidad Valenciana (C.V.). Los primeros cultivos y exportaciones de Soller, no se realizan hasta mediados de los años 1820, a la zona de Castellón de la Plana en las localidades de Villareal, Burriana y Almazora (Valencia bonita, 2015).

A principios del siglo XIX, Francia fue el primer país extranjero en consumir naranjas cuya comercialización se llevaba a cabo por carretera y mar hasta que llegó más tarde el ferrocarril. En 1834, fueron exportadas 940 toneladas (Tm), llevando a Francia el 80%, Cullera era el principal punto de partida. En 1849 se originó la primera exportación importante a Inglaterra de 6.000 Tm. En 1850, se realizó la primera exportación a Liverpool desde el Puerto Marítimo de Valencia. En 1861, los valencianos exportaban 9.000 Tm, el 50 % de toda España, en 1871, 45.764 Tm, el 75%, y en 1880 se alcanzaron las 90.000 Tm elevándose al 85 %. Como vemos la C.V. iba cogiendo cada vez más fuerza. En el 1894 se exportaron 140.000 (Tm) y en 1913, es decir, veinte años después se llegó al medio millón. En este momento, Valencia empezó a ser primera potencia mundial exportadora de naranjas, pero, desgraciadamente, entre los años 1914-1918, se originó la I Guerra Mundial, haciendo descender las exportaciones casi a la mitad los años posteriores a la contienda, no llegando a establecerse con normalidad hasta el año 1930, el cual se exportaron un millón de Tm (Valencia bonita, 2015).

Otro acontecimiento clave de aquella época fue la Segunda República y el llamado “crack” del 29, el cual hizo que descendieran un 20 % las exportaciones llegando a 850.000 Tm (Valencia bonita, 2015).

Durante los años de la Guerra Civil española, la II Guerra Mundial y pasada la posguerra, hubo un descenso de las exportaciones, pero en los años posteriores todo se estabilizó (Valencia bonita, 2015).

### 1.1.2 Importancia económica de la Comunidad Valenciana

En la actualidad, el país de la Unión Europea que produce más cítricos es España, y posee el quinto lugar a nivel mundial. En la última década, supera los 5 millones de Tm anualmente, siendo la C.V., líder a nivel nacional tanto en superficie (unas 182.000 ha, un 60% del total) como en producción (mayor a 3 millones de Tm anuales siendo el 60% de la producción nacional) (IVIA, 2010).

Respecto a las exportaciones, la citricultura valenciana ofrece productos para el consumo en fresco ofreciendo gran valor comercial debido a sus elevados estándares de calidad. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (Wikipedia, 2022), España es el líder exportador de cítricos mundial, la cual destina para este fin más del 50% de su producción (IVIA, 2010).

El 50% de los cítricos cultivados en la C.V. son mandarinas, el 45% naranjas y el 1% limones. El 4% restante corresponde a otras variedades minoritarias. Actualmente se cultivan unas 35 variedades de gran valor comercial, entre ellas destacan las naranjas Navelina, Lane Late y la Valencia Late, y la mandarina Clemenules. Hoy en día, se están destinando grandes esfuerzos a la obtención de nuevas variedades, gracias a la mejora vegetal, debido, a que es necesario adaptarse a las exigencias del mercado, ofreciendo con estas nuevas variedades, un periodo más amplio de producción, una mejora en las cualidades organolépticas y un aumento de la producción mayoritariamente (IVIA, 2010).

## 1.2 PRE-COSECHA Y POST-COSECHA EN CÍTRICOS

En la actualidad, es indispensable usar una serie de productos químicos para proteger la salud de nuestras plantas. Además, debido a los cambios climatológicos cada vez más acusados, las plagas y las enfermedades también provienen de otros países (Certiseurope, 2016).

Es preciso saber cada uno de los estados fenológicos de la planta, para ser consecuente con el manejo del cultivo, y poder aplicar en cada momento los productos necesarios.

Los herbicidas, insecticidas, fungicidas y abonos, usados en la pre-cosecha y post-cosecha de cítricos, contienen una serie de principios activos que pueden aparecer en los exhaustivos controles que se realizan antes de la recolección de forma interna por parte de la empresa productora y después de su recolección de forma externa por parte de los clientes que compran la fruta (Certiseurope, 2016).

Cuando usamos algún tipo de producto fitosanitario en cualquier cultivo, este conlleva, en ocasiones, la presencia de residuos de sus materias activas (m.a.). Con tal de garantizar que dicha utilización no supone ningún riesgo para la salud de sus consumidores, se establecen unos Límites Máximos de Residuos (LMR) (Certiseurope, 2016).

Usando correctamente los productos fitosanitarios, respetando los días de plazo de seguridad y las dosis máximas autorizadas, el riesgo de efectos nocivos es despreciable. Conceptos como “Dosis de Referencia Aguda” y “Ingesta Diaria Admisible” junto con los LMR, hacen referencia a la cantidad de producto fitosanitario que se ingiere a través de la dieta (Certiseurope, 2016).

Podríamos entender como límite mínimo legal de residuo a la menor concentración encontrada de un residuo en un cultivo. Dicho parámetro tiene el nombre de Límite de Cuantificación o Determinación (LOD). Legalmente, por debajo de este parámetro no hay residuos, aunque los medios para detectarlos son muy efectivos, no son capaces de cuantificarlos, a esto se le llama límite de detección y no tiene valor legal (Certiseurope, 2016).

Debido a que el concepto de seguridad no está bastante claro, muchas veces se confunde creando alarmas en los consumidores y comprometer la producción agraria al limitar las herramientas que disponen los agricultores (Certiseurope, 2016).

El gran boom que está teniendo la producción ecológica, los productos Bio y ecológicos, la identificación con lo orgánico y sostenible no debe hacer pensar la falta de seguridad alimenticia en esos productos, en contraposición a la producción integrada o convencional. En algunos casos, se penaliza la existencia de trazas de los pesticidas en los cultivos, cuando legalmente esos valores de residuos fitosanitarios son nulos. Acotar el residuo máximo aceptable inferior a LMR y/o el número de m.a. que presenta la fruta, no implica un aumento en la seguridad del consumidor, ya que se establecen grandes márgenes de seguridad en el desarrollo de fijación de los LMR (Certiseurope, 2016).

Gracias a una legislación muy estricta, los usos para los productos fitosanitarios autorizados están apoyados por una amplia evaluación de riesgo, respaldada en estudios realizados durante muchos años (Certiseurope, 2016).

Podemos decir que los productos fitosanitarios, serán seguros de utilizar, siempre que estén autorizados y se respeten las autorizaciones (Certiseurope, 2016).



Una tarea importante que tienen los técnicos a la hora de realizar las recomendaciones de los distintos tratamientos en pre-cosecha y post-cosecha, es conocer muy bien las m.a. y gracias a la curva de disipación, que establece la permanencia o degradación de un residuo de plaguicida desde su aplicación, saber cómo manejar ese producto de manera que no aparezca el residuo en el momento de la analítica (Certiseurope, 2016).

### 1.2.1 Pre-cosecha de cítricos.

La recolección es la acción de separar la fruta del árbol, es aquí, donde empieza el proceso de manipulación del fruto. Este momento, tiene gran importancia, ya que, si la fruta no es recolectada y transportada cuidadosamente, afectará directamente a la calidad final del producto que los consumidores comprarán. En este momento, es cuando la fruta está más expuesta a los peligros de ser dañada, y, por tanto, condicionar a la calidad del producto final (Ramón Manzana S.L., 2016).

La fruta tiene unos gastos fijos de producción, recolección, transporte y de manipulación, por tanto, toda la fruta que tenga alguna imperfección, será apartada de las mesas de destrío sin aportar ningún ingreso al productor, mientras que si habrá producido un coste (Ramón Manzana S.L., 2016).

La mayoría de la fruta que acaba podrida en las centrales cítricas, se debe a daños ocasionados en su recolección. Para reducir al máximo los daños en la cosecha, y así poder reducir el número de fruta podrida, debemos realizar las buenas prácticas que a continuación se describen:

- No recolectar la fruta mojada o húmeda: debe estar totalmente seca de humedad, ya que, si no, en la fruta, quedarán los dedos marcados. Después de largos periodos de lluvia esperar unos días en recolectar para poder observar posibles problemas de *Phytophthora*.
- No recolectar la fruta a tirón: pueden romperse los tejidos del albedo más próximos al pedúnculo, y por ahí, ser atacada por hongos como *Botrytis*, *Phytophthora*, o *Diplodia*, entre otros. Muchas veces no solo es arrancado el cáliz, sino que es arrancado también un trozo de piel, se dice que la fruta está desanimada y pasa a ser destrío directo.
- Evitar producir heridas: deben utilizarse correctamente las tijeras, ya que podríamos causar daños en la piel, y cortar bien corto el pedúnculo, para que este no dañe otros frutos.
- No recolectar frutos del suelo: si recogemos frutos afectados por alguna podredumbre y los mezclamos con los frutos sanos, será más fácil la transmisión de los hongos. También pueden tener golpes y heridas que afectaran a su durabilidad.
- Cuidar el transporte de la fruta del campo al almacén: debe transportarse lo más rápido posible al almacén y ser protegida del sol y la lluvia (Ramón Manzana S.L., 2016).

Si se cumplen todos estos consejos la calidad que tiene la fruta en el árbol, podrá mantenerse durante todo el proceso de post-cosecha, hasta llegar al cliente final y con ello, sacar la mayor rentabilidad posible a la producción (Ramón Manzana S.L., 2016).

### 1.2.2 Escandallo

Toda la fruta que entra en la central se le asigna una calidad de recolección, según tamaño y enfermedades que poseen. Esta se diferencia entre 1ª A, 1ª B, 2ª y destrío. Por lo tanto, cada socio, recibirá unos ingresos en función de la calidad de su fruta.



**Imagen 1:** Imagen de la fruta en el momento que se realiza el escandallo (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

### 1.2.3 Tratamientos en la central hortofrutícola (post-cosecha)

Uno de los principales problemas que presenta el sector cítrico, son las pérdidas económicas producidas por las enfermedades después de la recolección. Estas patologías son conocidas como podredumbres, y son provocadas, por distintos hongos que atacan a la fruta en diferentes fases del cultivo (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Los diferentes tipos de fungicidas y otros productos fitosanitarios que hay en el mercado hacen que podamos poner solución a estas patologías con efectividad, y poder, tener así, frutos de calidad (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Para evitar al máximo el podrido durante la post-cosecha y la comercialización de los frutos, debemos elegir bien el tratamiento según el tipo de fruta. La ruta habitual en una central cítrica es la siguiente: drencher, desverdizado o almacenamiento, paso por la línea de confección, y almacenamiento o transporte.

A continuación, se explicará en detalle estos procesos post-cosecha.

### 1.2.4 Drencher

Para conseguir que los frutos lleguen en perfecto estado al consumidor final, es necesario que el primer tratamiento con fungicidas y otros productos fitosanitarios sean aplicados lo más pronto posible después de la recolección, y que mojen la fruta lo mejor posible. Esto lo conseguiremos con los drenchers (DECCO Naturally Postharvest, 2017).

Un drencher es una máquina exclusivamente diseñada para aplicar de forma uniforme los diferentes tratamientos fungicidas en post-cosecha. El tratamiento en drencher tiene como

objetivo principal eliminar patógenos que puedan haber llegado a la fruta en el campo, minimizando así la proliferación de esporas de hongos mediante el empleo de productos post-cosecha (DECCO Naturally Postharvest, 2017).

Es el primer proceso que sufren los frutos al entrar al almacén, su canal de difusión es el agua que se mezcla con los diferentes productos diluidos según cada tratamiento y moja la fruta en forma de ducha reciclando esa agua durante un número máximo de lavados, ya que el agua, va ensuciándose y perdiendo efectividad, debido a la acumulación de esporas de distintos hongos, residuos de los tratamientos utilizados y residuos orgánicos que contiene la fruta que viene del campo como hojas, ramas y tierra. Para poder usar este caldo de tratamiento durante el mayor tiempo posible, y así, minimizar la generación de residuos y ahorrar costes. Existen sistemas de recircularización de agua, donde se eliminan parte de los sólidos acumulados de forma continua, y, además, se van adicionando tanto agua, como producto, ya que en cada lavado la fruta, los contenedores de ésta, se llevan parte de este caldo con ellos, como la parte proporcional de los productos utilizados para mantener las concentraciones de los mismos (DECCO Naturally Postharvest, 2017).

#### 1.2.4.1 Tipo de drencher

El drencher utilizado en este trabajo, de la Cooperativa agrícola San Isidro de Benicarló, es un drencher de cadenas.

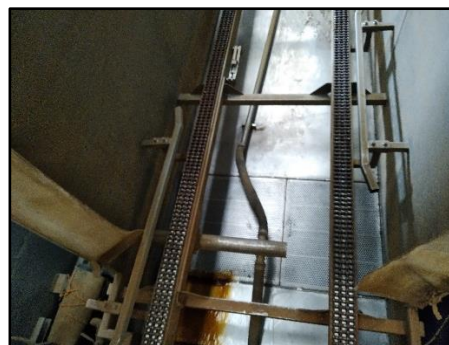
La máquina está formada por una cabina que lleva una ducha instalada en el techo, de la cual cae el agua, gracias a una bomba de caudal, que la recoge del depósito inferior, ofreciendo un volumen de caldo óptimo, para conseguir un buen lavado con el tratamiento ya mezclado procedente del dosificador.

Cuenta con un transportador de cadenas de movimiento continuo, que es capaz de coger cada pie, pasarlo por debajo de la ducha, y en la salida, es capaz de escurrir el agua para ser utilizada otra vez.

Es de 1000 litros de capacidad, y tiene un indicador de nivel, que da al exterior, para poder controlar cuanta cantidad de agua hay en cada momento.

Está construido con acero inoxidable, para garantizar la resistencia de las sucesivas duchas.

También dispone de un panel de control, donde pueden manipularse las distintas dosificaciones de cada producto, para los distintos tratamientos, según la calidad de la fruta, las distintas variedades o las exigencias del mercado en cada momento, para asegurar el nivel máximo de calidad.



**Imagen 2:** Imágenes del drencher de cadenas (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 1.2.4.2 Mantenimiento del caldo del drencher

La dosificación de los productos de tratamiento se realiza de manera automática manteniéndose constantes las concentraciones de los mismos en el caldo utilizado, como se ha explicado anteriormente (Citrosol, datos internos).

El mantenimiento de la higiene del caldo, se realiza, mediante la adición de un coadyuvante tecnológico, formulado en base a ácido peracético (PAA) y peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), para la desinfección de los caldos de modo continuo, cuya dosificación, la realiza también automáticamente el equipo dosificador (Citrosol, datos internos).

Cuando se han pasado unos 1.500 palots de fruta por el drencher, hay que proceder al trasvase del caldo a un contenedor cerrado, que evite la posibilidad de vertido accidental, con objeto de limpiar el tanque del drencher. En este momento, deben eliminarse los restos de hojas, ramas, cálices, etc... (Citrosol, datos internos).

Una vez finalizada la limpieza, se vuelve a llenar el drencher con el caldo reservado en el contenedor. Del mismo modo, es necesario ajustar la concentración del coadyuvante tecnológico en el caldo, con el objeto de compensar el posible descenso de la misma, durante el periodo de inactividad (dosis inicial). Añadiendo el coadyuvante tecnológico adecuado a la dosis adecuada, es posible mantener el caldo, libre de microorganismos y en condiciones higiénicas que garantizan su uso seguro (Citrosol, datos internos).

Estos pasos hay que repetirlos hasta que se considere el caldo totalmente agotado, en cuyo caso, hay que tramitarlo adecuadamente, con gestores autorizados, en función de sus características físico-químicas (Citrosol, datos internos).

#### 1.2.5 Almacenamiento y desverdizado

Toda la fruta, al entrar en la central, debe pasar por el drencher, siempre 24 horas como máximo tras la recolección. Tras este tratamiento, se puede realizar el almacenamiento de la misma.

El almacenamiento viene determinado por distintos parámetros; por una parte, se determina la calidad de la fruta como buena, regular y mala, por otra parte, se selecciona por tamaño, y también se selecciona por otros defectos como pueden ser daños ocasionados por piedra, daños producidos por aguado, ya que la fruta es afectada por *Phytophthora sp.* En estos casos, cuando la fruta entra en el almacén, hay una persona que se encarga de poner una serie de pegatinas a los palots y repartirlos en las cámaras correspondientes.

A la fruta de mayor calidad, se le realizará un tratamiento de conservación de 30 días, saltándose el First In-First Out (FIFO) (Primero en Entrar-Primero en Salir), para ser guardada un mayor número de días que el resto de la fruta. Una vez reubicada en la cámara de conservación, se tendrá en cuenta el FIFO.

A la fruta de peor calidad, en el drencher, se le hace un tratamiento de salida rápida, y posteriormente, alguna va directamente al volcador, y la que presenta un mejor estado, va a las cámaras e ira saliendo por Last In-First Out (LIFO) (Primero en Entrar-Último en Salir), es lo mismo que el FIFO, pero por calidades, no por tiempo de entrada.

Si hay pedidos que deben ajustarse por tamaño, se intenta mantener el FIFO, y en caso de que se realice algún pedido por tamaño, se busca la fruta que lleve más tiempo en la cámara.

En las instalaciones, Benihort dispone de tres tipos de cámaras frigoríficas: la cámara frigorífica de conservación, la cámara conservación con desverdizado y la cámara de preenfriado. La cámara de conservación está diseñada para mantener a temperatura ( $T^a$ ) constante de  $10^{\circ}\text{C}$ , para ello dispone de una entrada de aire en la parte superior y una salida en la parte inferior.



**Imagen 3:** Imagen de la cámara de conservación (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Algunas variedades se recolectan verdes, por lo que tras su paso por drencher, necesitan un proceso de desverdizado, mediante la aplicación de etileno. La cámara de conservación con desverdizado es igual que la de conservación, pero aparte dispone de un aerotermo con una resistencia para aumentar la  $T^a$ , un sprayador nebulizador, para ofrecer la humedad deseada, y un difusor de etileno. Con sus correspondientes sondas, se mantiene, los parámetros deseados, según sea el estado de la fruta. Para el etileno, existe un regulador y una bomba de aspiración para cada cámara que controla las partículas por millón (ppm) de  $\text{CO}_2$ .



**Imagen 4:** Imagen de la cámara de desverdizado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

La cámara de preenfriado, está destinada a enfriar la fruta ya confeccionada lista para su transporte. Debe enfriar a 3°C en 6 horas (h), por tanto, no tendrá ventilación.



**Imagen 5:** Imagen de la cámara de preenfriado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 1.2.6 Línea (plano de la central)

La línea, es la parte de la central donde se realiza la mayor parte del procesado post-cosecha de los frutos, y comprende: el volcador, la zona de tría, la lavadora, el encerado, el calibrador y la zona de confección.

##### 1.2.6.1 Volcador y tría

La línea empieza en el volcador, y en Benihort, se dispone de tres volcadores distintos. En este almacén, en la primera parte de la campaña, dos volcadores son utilizados para las mandarinas, y uno para las naranjas, para posteriormente ser utilizados los dos para las naranjas, cuando se termina de recoger todas las mandarinas. Esto puede variar en cualquier momento de la campaña, debido a las necesidades de los clientes, ya que debe llevarse un flujo tenso, pero flexible.



**Imagen 6:** Imágenes del volcador (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

También es importante tener buena polivalencia con el personal que trabaja en la línea, ya que sus puestos, tendrán que ir variando, a medida que van apareciendo nuevos pedidos. A continuación del volcador, se realiza la previa, esto se refiere a hacer el primer triaje, donde se apartará el podrido, y éste irá, directamente para los animales. Los frutos verdes, y los que presenten manchados o afectaciones en la corteza, irán, directamente a industria (empresas dedicadas a producción de zumo).



**Imagen 7:** Imágenes de la previa, donde puede apreciarse la realización del primer triaje (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 1.2.6.2 Lavadora

Después de una primera tría para quitar la fruta en peor estado, la fruta, pasa a la lavadora. Aquí se lava con desinfectante y detergente, y pasa por unos cepillos, para eliminar cualquier resto de suciedad, para permitir un buen encerado.



**Imagen 8:** Imagen de la lavadora (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

A continuación, la fruta, pasa por un túnel de secado para eliminar el exceso de agua. El túnel funciona con ventiladores, que generan una corriente de aire a unos 30º C.



**Imagen 9:** Imagen del túnel de secado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

### 1.2.6.3 Encerado

Con el fin de evitar podridos y pérdidas de peso, se realizará el encerado de la fruta, según las exigencias de los distintos clientes, es decir, si la fruta tiene que estar poco tiempo en las cámaras, se realizará un encerado sin fungicidas, pero, si la fruta tiene que pasar un periodo largo en las cámaras, se añadirán fungicidas de síntesis, siempre y cuando, no se sobrepasen los LMR, ya que han sido añadidos anteriormente en el drencher.





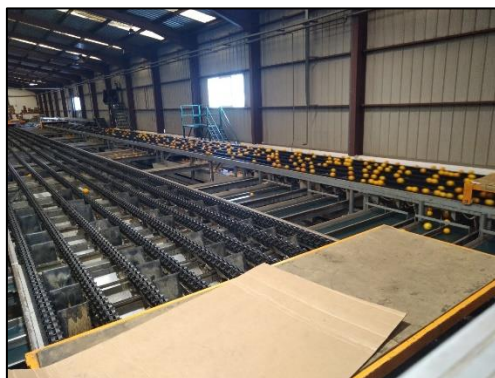
**Imagen 10:** Imagen de las boquillas de encerado fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 1.2.6.4 Calibrador

Las frutas, una vez seleccionadas, limpias y enceradas, llegan al calibrador, donde se sitúan individualmente en los singulizadores, los cuales, las hacen pasar por una cámara que mide su diámetro, para posteriormente ser lanzadas, según su calibre, en la línea de confección correspondiente.



**Imagen 11:** Imagen de la fruta al pasar por el calibrador (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).



**Imagen 12:** Imagen de la fruta al desplazarse por los singulizadores en dirección a las diferentes zonas de confección (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 1.2.6.5 Confección

La confección, se realiza según variedades y calidades. En Benihort, la fruta de 1ª, es vendida a clientes potenciales de Europa. La fruta de 2ª, va dirigida al mercado nacional, puestos de Mercabarna mayoritariamente.

En esta zona, se dispone de pesadoras automáticas, donde se elaboran los jirsac y corbatas, graneleras, donde se realiza un repaso a la calidad, pituferas, donde se encajan las mandarinas de mejor calidad por calibres, y las mesas de encajado, donde se encaja la fruta de 1ª calidad según cliente-pedido, se separa la de 2ª calidad, y se elimina el podrido.



**Imagen 13:** Imagen de las graneleras (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Este paso se controla al máximo detalle, realizando una mejora continua y siguiendo las pautas de unos estándares de calidad para evitar reclamaciones y accidentes de trabajo.

#### 1.2.6.6 Transporte

Una vez confeccionado el pedido, las cajas se paletizan, se etiquetan para identificar el lote y saber su trazabilidad, y se les colocan las cantoneras para ser flejadas.



**Imagen 14:** Imagen de bultos paletizados en el interior del camión, preparados para su distribución (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Hay diferentes tipos de envases: pueden ser de envase perdido, cartón (con cantonera) o plástico (sin cantonera), o de envase retornable (Ifco o Euro Pool System).

Cuando el camión llega a la central, en administración de logística, se comprueba, que la matrícula cuadra con el pedido, y el responsable de carga, verifica que se encuentre en condiciones de higiene adecuadas y su temperatura de carga sea la correcta, de no ser así, no se carga hasta que no esté en buenas condiciones. Una vez listo, se rellena un documento estándar de transporte y se entrega el albarán. Una vez realizada la firma, puede efectuarse la salida a destino.

### 1.3 PODRIDO POST-COSECHA

Las principales enfermedades que podemos encontrar en post-cosecha son ocasionadas por distintos microorganismos como hongos y bacterias, las cuales, harán que disminuya la calidad y rendimiento de sus frutos. Cada uno de los patógenos afectará de manera distinta, provocando podredumbre, degradación, pérdida de sabor y/o malos olores.

Cuanto más tiempo se almacenen los frutos, mayor será la posibilidad que les aparezca alguna de estas patologías, ya que disminuye la capacidad de síntesis de las sustancias naturales que los protegen.

Los principales patógenos fúngicos causantes del podrido en cítricos son:

- Podredumbre verde (*Penicillium digitatum*)

Es con diferencia el mayor causante de podrido en cítricos, sobre todo al principio y mitad de campaña, pudiendo realizar un daño del 60-80% del total de los podridos. Generalmente produce pérdidas durante la comercialización ya que predomina a temperatura ambiente (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Las infecciones comienzan cuando las esporas presentes en el ambiente (en el campo, en la central o en los cajones) llegan a heridas o roturas de la cutícula. La infección puede ocurrir en campo, durante la recolección, en el almacén o durante la distribución y comercialización minoritariamente (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En los primeros días, en condiciones normales de infección, el área afectada muestra un color más oscuro y los tejidos empiezan a perder firmeza produciéndose una podredumbre blanda. A los 4-5 días, en la superficie de la lesión, aparece micelio blanco, que rápidamente pasa a ser de color verde. A los 7 días aproximadamente, la parte central está rodeada de una banda ancha de micelio de color blanco, limitado por una banda de tejido firme. A partir de este momento, las esporas estarán secas y serán fácilmente separables del fruto (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre azul (*Penicillium italicum*)

Es el segundo hongo más importante causante de podredumbres en cítricos, pudiendo llegar a causar del 20-30% de los podridos totales. Es un problema en la frigoconservación, ya que es capaz de crecer a temperaturas cercanas a los 0°C, o durante el transporte y en partidas mal seleccionadas cuando la piel tiene heridas o está envejecida. Al final de la campaña puede llegar a igualar las pérdidas ocasionadas por *P. digitatum* (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Tiene el mismo sistema de infección que el *P. digitatum*, a través de heridas y por esporas, aunque la infección por contacto es más habitual que en *P. digitatum* (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre amarga (*Geotrichum candidum*)

Las infecciones de este hongo se originan a través de heridas ocasionadas por insectos o durante el manipulado mecánico durante el manejo postcosecha. Suele producirse en fruta madura con defectos y almacenada durante un largo periodo de tiempo (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006) (Tuset, 1987).

- Podredumbre gris (*Botrytis cinérea*)

Las infecciones pueden originarse en el campo, y permanecer latentes hasta el almacenamiento, en tránsito o en el mercado (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

El hongo infecta a través de heridas, y ataca la piel, el corazón y las membranas antes que la pulpa (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En cajas se puede transmitir por contacto, formando nidos (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre por *Alternaria sp.* (*Alternaria alternata* y *Alternaria citri*)

Las esporas llegan a las flores y al fruto en el campo y, germinan, en condiciones de HR altas y temperaturas suaves. Las esporas infectan a los frutos a través de la zona peduncular y estilar, aunque también, pueden penetrar por mediación de heridas (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En campo puede provocar la caída de los frutos jóvenes infectados e infectar frutos jóvenes o muy maduros (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Ya en la central, durante el almacenamiento a baja temperatura, produce una decoloración en la fruta de color marrón (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En campo pueden alcanzarse pérdidas del 8-16%, por lo que debe tenerse especial cuidado, ya que en partidas tardías y aunque se guarde en cámaras frigoríficas, pueden alcanzarse tasas de podridos del 25-30% a los dos meses de almacenaje (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Aguado o podredumbre marrón (*Phytophthora citrophthora* o *P. nicotianae*)

Conocida También como 'Brown rot' es la enfermedad más importante cuando el otoño y el principio del invierno se presentan lluviosos, o en largos periodos de humedad elevadas (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Solo suele ser un problema para partidas mal seleccionadas en la recolección, bien al final o al principio de campaña, y en frutos que se encuentren cerca del suelo. Para subsanar este problema una técnica cultural que se utilizaba era plantar *Oxalis pes-caprae*, como cubierta vegetal, para evitar que no salpicara el agua al rebotar contra el suelo y depositarse en los frutos, ya que es en la tierra donde se encuentra el hongo mayoritariamente.

Es un hongo de penetración directa, es decir, no necesita heridas para entrar dentro del fruto. Se manifiesta con manchas redondeadas decolorando la piel y con un olor característico (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Se calcula que, en condiciones normales, su incidencia no alcanza el 2% de podrido (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre por *Cladosporium sp.*

En condiciones secas, el hongo es transportado por el viento y penetra en los frutos por zonas de la corteza debilitada. Las esporas germinan en la central, en condiciones de almacenamiento con humedades altas. También pueden crecer con temperatura cercana a 0°C (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Es una podredumbre seca, firme y flexible, oscureciendo rápidamente la zona afectada y apareciendo un crecimiento micelial de color verde-grisáceo. En los frutos maduros puede secarse el nervio central (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre peduncular (*Diplodia natalensis* y *Phomopsis citri*)

Estos hongos se encuentran latentes en las ramas secas del árbol, por lo que se transmiten a través de la lluvia (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Como su nombre indica, el daño comienza a manifestarse por la zona del pedúnculo, aunque también pueden verse afectadas otras áreas del fruto. Los daños provocan un ablandamiento de la piel y la pulpa subyacente, produciendo más tarde una decoloración de la piel y la zona afectada se vuelve marrón. Al ser hongos de desarrollo lento, los frutos suelen ser atacados por *Penicillium sp.* u otros hongos de crecimiento rápido que crecen sobre la infección inicial (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En el fruto, es muy difícil distinguir que hongo está causando el podrido peduncular, es necesario recurrir a pruebas microbiológicas para su discriminación (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

- Podredumbre por *Rhizopus stolonifer*

El hongo se encuentra en el suelo sobre la materia orgánica en descomposición, aunque también está presente en el aire (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Causa entre el 1 y el 3% de las podredumbres, y es un hongo que se desarrolla y esporula hasta los 8-10°C (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Su propagación se produce rápidamente por contacto, por tanto, es muy importante usar cajones libres de restos vegetales y tierra (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

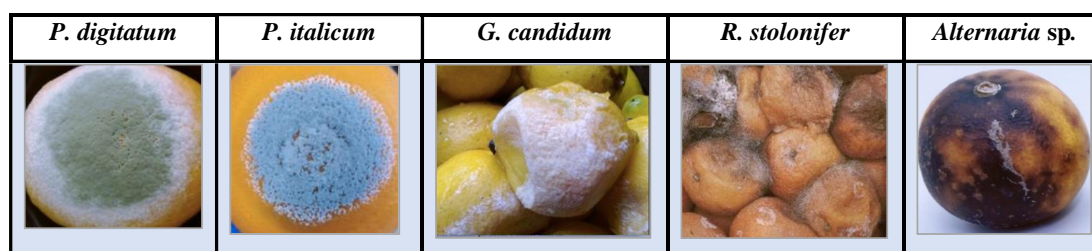
- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*)

Su infección se produce en campo, siendo las ramas y hojas el reservorio del hongo, y produciéndose la propagación de las esporas a través de la lluvia, viento, o insectos, siendo imprescindible una HR alta (>90%) (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

En los frutos verdes, las esporas no germinan y los daños no son inmediatos, aunque pueden germinar más tarde detectándose en frutos maduros, generalmente tras el almacenamiento frigorífico o después de la desverdización. Puede ser afectada cualquier parte del fruto, aunque suele predominar la parte estilar y peduncular (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Los daños se producen en frutos sobremaduros, con la corteza debilitada, siendo las microheridas producidas por la deshidratación una vía de entrada para el hongo gracias a la cutícula debilitada (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).

Es un problema en frutas tropicales, pero en cítricos, su incidencia afecta entre el 2,5-5% durante la comercialización (Wardowski, Miller, Hall, & Grierson, 2006), (Tuset, 1987).



**Imagen 15:** Imágenes de fruta infectada con algunos de los principales hongos patógenos de cítricos (Imágenes de Productos Citrosol S.A.).

## 1.4 CONTROL DEL PODRIDO EN POST-COSECHA CON MATERIAS ACTIVAS

En primer lugar, para prevenir que aparezcan todos los tipos de enfermedades que se acaban de describir, deben vigilarse aspectos como la conservación de los frutos, las diferentes medidas de higiene y limpieza, y los distintos tratamientos de acondicionamiento tanto en el almacén como en la cámara. Sin embargo, en frutos cítricos, resulta imprescindible aplicar diversos tratamientos post-cosecha para minimizar la incidencia de podredumbres y otras fisiopatías. Es importante controlar las enfermedades en los cultivos para conseguir el mayor rendimiento de las cosechas asegurando una mejor vida útil de las plantas y tener la máxima producción (DECCO Naturally Postharvest, 2016).

Los fungicidas son sustancias que impiden la proliferación de los microorganismos responsables de las enfermedades o son capaces de eliminarlos totalmente. Tenemos que utilizarlos de forma controlada ya que con usos inadecuados podríamos causar daños a las plantas, los frutos o el ecosistema donde se emplean., debido a ello, deben utilizarse con precaución y cumpliendo con los consejos del fabricante (DECCO Naturally Postharvest, 2016).

### 1.4.1 Tipos de fungicidas

A continuación, se describen distintos tipos de fungicidas, según algunas formas de clasificación:

- Según el modo de aplicación: de contacto, sistémicos o penetrantes.

Los de contacto se aplican en la superficie de los cultivos y para que tenga efectividad han de aplicarse varias veces (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Los sistémicos son absorbidos por la planta y se desplazan por su interior. Son efectivos durante todo el ciclo de vida del patógeno (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Los penetrantes se aplican en las hojas quedándose en cada una de ellas sin trasladarse nunca a las demás (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

- Según su especificidad: específicos o inespecíficos.

Los específicos atacan a un patógeno en concreto, afectando proteínas o enzimas esenciales. No afectan a su entorno debido a que son muy específicos del cultivo y pierden eficacia cuando los hongos empiezan a crear resistencia (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Los inespecíficos permiten tratar a la vez distintos hongos. Cada vez menos utilizados por ser más dañinos para el medio ambiente (DECCO Naturally Postharvest, 2019).



- Orgánicos e inorgánicos;

La característica principal de los orgánicos es que sus moléculas contienen átomos de carbono y son los más comercializados (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Los inorgánicos, su composición se basa en elementos como el cadmio, el cobre o el mercurio (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

- Biofungicidas;

Su principio activo está basado en un agente biológico. Podemos encontrar biopesticidas, bioplaguicidas vegetales y biopesticidas bioquímicos. Como están formados por productos naturales estos se descomponen de manera rápida y no afectan demasiado al ecosistema (DECCO Naturally Postharvest, 2016).

#### 1.4.2 Fungicidas en post-cosecha

Las mayores pérdidas económicas se producen después de la recolección, es cuando los hongos patógenos pueden atacar a los productos ya que la fruta ha podido recibir golpes y heridas que sirven de vía de entrada. Para subsanar estos problemas suelen utilizarse mayoritariamente fungicidas de síntesis química. Utilizando fungicidas después de la recolección, se podrá prevenir el podrido de los frutos y cualquier otro tipo de patologías (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

La aplicación de fungicidas es la única forma eficaz de quitar cualquier enfermedad cuando ya han aparecido los primeros signos evidentes (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

Para poder utilizar las sustancias activas como fungicidas, estos deben ser autorizados desde la Unión Europea, y en España, por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), el cual se encargará de regularlas. Cada estado se encarga de autorizar y comercializar los productos fitosanitarios que sean eficaces y útiles para controlar las plagas sin deteriorar el entorno. Esto es controlado por el Registro de Productos Fitosanitarios, donde podemos encontrar todas las sustancias autorizadas, con toda la información necesaria para su buen uso (DECCO Naturally Postharvest, 2019).

En el punto 1.5 se hablará de los fungicidas autorizados en la comercialización de los cítricos.

#### 1.4.3 Productos de limpieza y desinfección

Es imprescindible lavar la fruta en post-recolección para poder controlar los hongos y microorganismos nocivos. La fruta después de ser recolectada contiene suciedad, polvo y arenilla. Esta suciedad, puede provocar la proliferación de hongos, parásitos y organismos que puedan alterar la calidad de la fruta. Si no se controlan con un correcto lavado y desinfección, la

presencia de estos patógenos, deriva que aparezcan graves mermas al ser los frutos infectados (DECCO Naturally Postharvest, 2018).

El proceso de lavado cambia según el tipo de fruta, estado y calidad, por eso, gracias a la ayuda y asesoramiento de técnicos profesionales especializados, y, empresas como Citrosol que ofrecen este servicio, podremos elegir en cada caso, la mejor opción.

#### 1.4.4 Ceras y recubrimientos

En la post-recolección también juegan un papel muy importante las ceras y los recubrimientos comestibles, ya que ofrecen a la fruta una mejora en la estética y la protege frente a posibles lesiones. Los recubrimientos protegen también frente a la deshidratación y a la pérdida de peso, y previenen el envejecimiento de la corteza. En algunos casos, sobre todo en exportaciones, se pueden suplementar las ceras con m.a. o fungicidas de síntesis. Esta 'dosis de recuerdo', va a dejar un residuo adicional en la superficie de fruta (además del residuo obtenido tras el baño en el drencher) que sirve para prevenir infecciones por patógenos que lleguen a la superficie del fruto durante el almacenamiento, transporte y comercialización (DECCO Naturally Postharvest, 2017).

## 1.5 MATERIAS ACTIVAS AUTORIZADAS PARA CÍTRICOS

La prohibición o autorización del uso de m.a., hace que tengamos que estar continuamente vigilando la legislación, ya que estas cambian constantemente (Ministerio de Agricultura y Pesca, 2020)

Por otra parte, podemos utilizar la Gestión Integrada de Plagas (GIP) para disminuir el uso de medios químicos, teniendo en cuenta las medidas culturales y/o de prevención, que pueden ser alternativas al control químico (Ministerio de Agricultura y Pesca, VVAA, 2014).

Debido a las altas exigencias o directamente la prohibición del uso de algunas m.a., que son cada vez mayores, con la consiguiente necesidad de actualizar continuamente todos los protocolos de actuación, hacen plantearnos este proyecto. Nos gustaría controlar al máximo el mayor número de plagas, con el menor número de productos fitosanitarios posibles, y a poder ser, con el menor número de m.a. Esto lo podemos conseguir aparte de con una correcta utilización de la GIP, aplicando una serie de tratamientos alternativos y con certificación ecológica (LINEA BIOCARE de CITROSOL). Las guías de GIP, sirven de orientación tanto a agricultores como para asesores, para conseguir implantar en toda la producción agrícola nacional, un marco de actuación, que ofrezca un uso sostenible de los productos fitosanitarios (Ministerio de Agricultura y Pesca, VVAA, 2014).

En la actualidad, la tendencia va en esa dirección, ya no podemos castigar el medio ambiente sin control con productos que alteren nuestra biodiversidad. Debemos respetar el umbral o momento de intervención, tenemos que saber qué cantidad de daño podemos tolerar en nuestros cultivos sin que ello implique una pérdida de ingresos, conociendo ese umbral y el tamaño de afección de la plaga, sabremos el momento exacto para aplicar los tratamientos (IVIA, 2010)

La normativa que establece el LMR a nivel europeo de productos fitosanitarios en base al Reglamento 396/2005, garantiza la libre circulación de alimentos y piensos, y que la competencia tenga igualdad de condiciones, ofreciendo gran protección a los consumidores (DOUE. Gobierno de España, 2005).

Los encargados de estimar los LMR en un producto agroalimentario de un producto fitosanitario son las autoridades competentes de los Estados Miembros. El responsable de evaluar el riesgo para el consumidor es la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), y, por otra parte, el encargado de registrar el uso de productos fitosanitarios es el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Ministerio de Consumo, Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición, (s.f.)).

**Tabla 1:** LMR autorizados en la Unión Europea y en Estados Unidos para los principales fungicidas utilizados en post-cosecha de cítricos.

Fungicida	LMR UE (mg/kg)	LMR EEUU (mg/kg)
Imazalil	4 Naranja/Pomelo 5 Mandarina/Limón	10
Pirimetaniil	8	10
Fludioxonil	10	10
Orto-fenilfenol	10	10
Tiabendazol	7	10

**Fuente:** (Conselleria d'agricultura, Desenvolupament Rural i Emergència Climàtica, 2021).

## 1.6 COMERCIALIZACIÓN DE LOS CÍTRICOS

Existen varios tipos de cooperativas agrícolas, las de primer grado, se dedican a la producción de fruta y hortalizas, mientras que las de segundo, están enfocadas a la comercialización de los productos de las cooperativas de primer grado (AGRO ENEAE business school, 2017).

La cooperativa Agrícola San Isidro (Benihort), es una cooperativa de primer grado y se dedica a producir fruta. Según su calidad esta va destinada a varios tipos de clientes.

La fruta de mayor calidad va destinada a los siguientes intermediarios y estos tienen como clientes finales a:

- Iberiana, cuyo cliente finales son Kaufland y Real.
- Anecoop, cuyos clientes finales son Lidl, el cual compra el 30% de la fruta que producimos, y Aldi.
- Martinavarro, compra casi todas las valencias, mientras que Iberiana y Anecoop compra mayoritariamente naranjas tempranas y mandarinas.

Iberiana y Martinavarro son empresas privadas y Anecoop una cooperativa de 2º grado a la cual pertenece Benihort.

Kaufland y Lidl en conjunto, son los mayores minoristas de alimentación de Europa y los segundos del mundo detrás de WalMart. Son una filial del Schwarz Gruppe (Anónimo, Wikipedia. Kaufland, 2022).

Kaufland es una empresa de hipermercados ubicada en Alemania con tiendas repartidas en siete países (Polonia, República Checa, Rumania, Eslovaquia, Bulgaria, Croacia y Moldavia) (Anónimo, Wikipedia. Kaufland, 2022).

Lidl Stiftung & Co. KG, más conocida como Lidl, también es una cadena de supermercados, y su modelo económico es de descuento y apuesta por la marca de distribuidor con una política constante de bajos precios, al menos en España, mientras que en otros países como en Alemania, en vez de tener una política de descuento, se encuentra como una marca líder, según el país se posiciona en un lugar u otro. Tiene supermercados repartidos por 28 países europeos, así como en Estados Unidos. Los países más destacados a los que les proporcionamos nuestros productos son: Alemania, Croacia, Eslovaquia, Francia, República Checa y Rumanía (Anónimo, Wikipedia. Lidl, 2022).

Con tal que sus productos no tengan un contenido excesivo de residuos de plaguicidas, en cuanto a las exigencias de los LMR, las cadenas que pertenecen a Schwarz Gruppe exigen tener como máximo 5 residuos de principios activos en total y 2 como máximo de post-cosecha y que estos no superen el 33% del LMR autorizado. Por otra parte, Aldi, permite hasta un 80% del LMR. Esto conlleva que Benihort tenga que dedicar toda su producción a no superar el 1/3 del LMR, ya que Kaufland y Lidl compran el 70% de la fruta de 1ª que produce (Freshplaza, 2015).

Las frutas de 2ª producidas por Benihort, van destinadas a puestos de Mercabarna. Son las frutas que se destrían de las de primera calidad que no pueden ser vendidas de esa manera.

Y la fruta destinada para industria, es la que es recogida como tal, o la que se destría en la línea de confección que no puede ser vendida como segunda calidad. Esta va a las fábricas

peladoras. Agriconsa es una cooperativa de 2º grado del grupo Anecoop que produce zumos no concentrados a partir de productos frescos del campo y conservas (AGRICONSA S.A., 2022), e Indulleida es una empresa privada que se dedica a la fabricación de derivados de fruta para la obtención de purés (simples y concentrados) (Indulleida, 2022), zumos NFC (NotFromConcentrate, según sus siglas en inglés -no a partir de concentrado), que son zumos que se realizan de la fruta recién exprimida), copos de fruta, aceites esenciales y combinados de frutas y verduras según la receta de cada cliente (ZVM, 2021).

## 1.7 DEMANDA DEL CONSUMIDOR DE PRODUCTOS CON MEJOR PERFIL BIO/ECO

Puede definirse como alimento bio, orgánicos o ecológico un producto que para su elaboración ha sido respetuoso con el medio ambiente en todos sus sentidos. La agricultura ecológica se basa principalmente en la biodiversidad y en ofrecer unas buenas prácticas culturales sin utilizar pesticidas de síntesis (MAS naturalmente sano, 2021).

Por regla general, no se le debe haber aportado ningún tipo de pesticida de síntesis química desde el nacimiento de la semilla hasta el consumo del producto final, desde las mismas propias semillas, vegetales de hoja, raíz etc., frutos, productos procesados a partir de vegetales, fungicidas utilizados en post-recolección, procesos de lavado y fabricación, envases, reciclaje de los residuos y muchos más (MAS naturalmente sano, 2021).

Debido al abuso de productos químicos que se ha sufrido en las últimas décadas, el consumidor cada vez tiene mayor preocupación por conocer el origen y como han sido elaborados los productos que consume. A consecuencia de todo esto, ha sido castigado de manera severa el medio ambiente y toda su biodiversidad (MAS naturalmente sano, 2021).

A causa de todos estos cambios, el mundo está en grave peligro, por lo que ha surgido el Pacto Verde Europeo que dice que en el 2030 se habrán tenido que reducir las emisiones netas de los gases de efecto invernadero al menos un 55 %, y en el 2050 se tendrán que haber dejado de producir, dictaminado por la Comisión Europea que engloba el clima, el transporte, la energía y la fiscalidad para llevar a cabo este fin (ec.europa, 2022).

Todo esto conlleva a optar por nuevas alternativas de sostenibilidad en nuestros campos, fomentando la biodiversidad y enfocado a la disminución en la utilización de pesticidas. Con esta idea nace Biodiversity Grow, es una empresa que promueve la producción sostenible utilizando la biodiversidad, con la utilización de menos pesticidas, ya que muchos de los daños producidos por las plagas podrían evitarse. Con la utilización de cubiertas vegetales tapizantes, plantas de flor, leguminosas etc., puede conseguirse que la fauna auxiliar tenga cobijo en las épocas del año que no hay plagas en los cultivos, y así, hacer de reservorio natural para cuando estas aparezcan, poderlas atacar. Con este sistema, no se dice que se deban de dejar de utilizar pesticidas de síntesis, sino que se orienta a los agricultores a ir disminuyendo la cantidad de productos fitosanitarios y dirigirse, hacia la utilización de productos más respetuosos con los enemigos naturales (Biodiversity grow, 2022).

El suelo donde nacen las plantas que vamos a consumir, no solo le hace de soporte, sino que sostiene multitud de microorganismos, los cuales van a hacer que ellas puedan vivir en armonía. Si modificamos estos ambientes y pasamos de un ecosistema “bosque” a un monocultivo, las plantas y los microorganismos no podrán interactuar y el resultado que se va a obtener será desastroso, de ahí, la importancia por mantener este equilibrio. Con la ayuda de las plantas adventicias, los fenómenos climáticos adversos, no tendrán acceso libre hacia nuestros cultivos, y con la ayuda de plantas salvajes autóctonas, los depredadores endémicos estarán al acecho de cualquier plaga que nos quiera atacar (Geenpeace España, 2022).

En la agricultura ecológica, se tendrá que evitar tratar con cualquier producto químico o insumo no autorizado para agricultura ecológica y sobre todo GMO (Genetically modified organisms) (Geenpeace España, 2022).

Con tal de evitar insumos artificiales, y abaratar costes y energía en el producto final, para fertilizar el suelo en agricultura ecológica, se podrán utilizar abonos verdes mediante la utilización de leguminosas, aplicación de compost y estiércol animal para aumentar la fertilidad y la materia orgánica indispensable para que los microorganismos se puedan alimentar, uso de abonos naturales, más caros de obtener, pero de fácil fabricación casera, y lo más importante, hacer una correcta rotación de cultivos, ya que unas plantas se nutren de ciertos compuestos y esto está directamente unido con una correcta asociación entre cultivos. Si estos dos aspectos no se tienen en cuenta se está destinado a fracasar (Geenpeace España, 2022).

Se puede decir, que, con los cultivos ecológicos, se tendrá una mayor rentabilidad de las cosechas, ya que se ahorrará en productos artificiales, obteniendo una menor carga química del suelo, aumentando su fertilidad, biodiversidad, mejora de la estructura y pérdida de la erosión. Se utiliza menor cantidad de agua, respetando los acuíferos y ofreciendo un menor consumo eléctrico. Aumentará la fauna y la flora del ecosistema, al no utilizar productos tóxicos para los seres vivos. Con todo ello, se necesitará menor esfuerzo para la obtención de nuestros alimentos, por tanto, se obtendrá mayor rendimiento en los cultivos, y sobre todo, unos productos de mayor calidad organoléptica (Geenpeace España, 2022).



## 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS

A continuación, se describen las dos empresas donde se ha realizado el proyecto de investigación.

En la planta piloto de los Laboratorios de Citrosol, se han hecho diferentes Ensayos de Control de Podrido los cuales se detallan en el apartado 3.3.

Después de obtener los diferentes resultados, se realizó una reunión con los técnicos de las dos empresas para comentar los resultados y determinar que tratamientos son los que mejor se acoplan a las exigencias actuales de Benihort.

En la Central Citrícola de Benihort, se han realizado los pilotos industriales, con el fin, de obtener resultados reales, después que la fruta sea mojada con el drencher, donde se utilizan actualmente fungicidas de síntesis, para determinar si la efectividad de los tratamientos alternativos de residuo 0, es la misma que los obtenidos en el laboratorio.

### 1.8.1 Cooperativa Agrícola San Isidro de Benicarló, “Benihort”

Benihort es una Cooperativa Agrícola dedicada a la producción, procesado, venta y distribución a toda Europa de sus frutas y hortalizas (Benihort, 2022).

Actualmente se encuentra situada en el Polígono Industrial “El Collet” Parcela 301-305 de Benicarló. Nacida en 1946, tiene unos 1800 socios y van pasando de generación en generación, pasan al año más de 700 empleados, con más de 70 millones de kilos comercializados y con unas 2300 ha cultivadas, esto la hacen una empresa de confianza y un referente en el mundo del cooperativismo de la C.V. (Benihort, 2022).

Los diferentes servicios que ofrecen son:

Oficinas centrales: En ellas se encuentra el departamento de administración donde se coordinan las diferentes áreas de la empresa, proporcionando la información y el asesoramiento que necesite cada socio (Benihort, 2022).

Cítricos: La empresa consta con una gran experiencia en la recolección, manipulado y distribución de cítricos. Ha sido un motor imparable durante décadas, con un alto tonelaje comercializado y un aumento constante tanto en superficie como en nuevos socios, consiguiendo un volumen medio anual de 40.000 toneladas (mitad naranjas y mitad clementinas) (Benihort, 2022).

Cada campaña puede separarse en 3 grandes grupos, la primera parte se localiza entre los meses de septiembre a enero produciendo variedades de clementinas y Navelinas, la segunda campaña a las naranjas tardías mayoritariamente las del grupo Navel, y la tercera las Valencias (grupo blancas) (Benihort, 2022).

Más detallado por variedades se podría desglosar de la siguiente forma: en octubre se recolecta (Clemensoon, Clemenrubi, Oronules, Marisol, Loretina y Orogras). En noviembre/diciembre (Fukumoto, Clemenules, Orogrande, Navelina, Navelina Newhall, Clemenvilla, Salustiana y Oroval. En enero/febrero (Hernandina, Ortanique, Híbridos (Tango, Nadorcott,

Sprint Sunshine y Leanri), NavelFoios, Navel, Navelate, Salustiana). En el mes de marzo se empieza a recoger la variedad Lane Late. En el mes de abril/ mayo las Powel y Chislett Summer Navel, y ya empiezan a madurar algunas Valencia Delta y Midnight. Y por último se termina con las variedades Valencia Barberina, Valencia Midnight, Valencia Delta y por último Valencia Late (Benihort, 2022).

Hortalizas: Con un volumen superior a 30.000 Tm, pone a disposición de sus clientes una amplia gama de productos y entre ellos se pueden destacar diversas variedades de lechuga, coliflor y repollo, calabacín, pimiento, sandía y como producto principal la alcachofa de Benicarló, que pertenece al Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida (CRDOP) (Benihort, 2022).

Semillero: Tiene la finalidad de controlar desde origen la calidad de sus productos. En las instalaciones se realizan los trabajos de siembra, germinación y cultivo, con el fin de obtener los estándares de calidad en cuanto al manejo de planta y trazabilidad (Benihort, 2022).

Goteo: Debido a la importancia de la eficiencia de los sistemas de riego en los cultivos, se ofrece el servicio y se desarrollan proyectos e instalaciones de riego por goteo y riego localizado, tanto para socios como para clientes particulares, ofreciendo una atención personalizada con el fin de obtener un rendimiento de máxima productividad (Benihort, 2022).

Transporte: Benihort dispone de su propia red de transporte, formada por 7 camiones frigoríficos con el fin de que sus productos no pierdan la cadena de frío, pudiendo ofrecer un servicio seguro y rápido, llegando directamente desde el campo y desde la planta de producción a los clientes. Gracias a la capacidad logística se puede distribuir a diferentes áreas de Europa (Benihort, 2022).

Gasolinera: Suministra combustible a la flota de vehículos de Benihort y ofrece venta al público. Las ventajas para los socios son sus descuentos (Benihort, 2022).

Supermercado: Ofrece más de 6.000 productos contando con las primeras marcas de alimentación limpieza y droguería. También puedes encontrar ropa de trabajo, ferretería, y una amplia área dedicada a animales de compañía (Benihort, 2022).

Suministros: Cuando se creó la cooperativa empezaron a ofrecer este servicio para cubrir las necesidades de los socios, a nivel agrícola, y con el tiempo se pasó a ofrecer este servicio a los clientes particulares (Benihort, 2022).

### 1.8.2 Productos Citrosol S.A.

Citrosol es una empresa ubicada en Potries, en la comarca de la Safor, dedicada a la investigación, desarrollo, implantación y comercialización de tratamientos y tecnología post-cosecha para el mantenimiento de la calidad y la frescura de las frutas y hortalizas (Citrosol Advanced postharvest solutions, 2021).

Más de 50 años de experiencia convierten a Citrosol en todo un referente en el sector de la post-cosecha, permitiendo largos períodos de transporte entre recolección y consumo, disminuyendo los costes medioambientales y garantizando la seguridad alimentaria (Citrosol Advanced postharvest solutions, 2021).

Es una empresa líder a nivel europeo en su sector, como pone de manifiesto que el día 8 de abril de 2021 fue galardonada, nuevamente, con el premio a la Innovación Tecnológica en la VII edición de los premios CEPYME (Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa), tras ganarlo en el año 2015. Además, en 2018 fue finalista en la categoría Pyme del año (Citrosol Advanced postharvest solutions, 2021).

Los productos de la empresa se someten de forma constante a un exhaustivo control de calidad y se le ofrece al cliente un servicio amplio y exclusivo de diversas analíticas: seguimiento de los tratamientos, madurez de los frutos, residuos de fungicidas en frutas y en caldos de tratamiento, contaminación microbiológica ambiental y de superficie. Entre el personal que conforma la empresa, se encuentran técnicos y electromecánicos especialistas en el diseño a medida de líneas y equipos post-cosecha para el tratamiento de frutas, de sus residuos y para el control del desverdizado (Citrosol Advanced postharvest solutions, 2021).

El servicio personalizado que se le ofrece a cada cliente constituye uno de los pilares más importantes de la empresa. El personal técnico-comercial trabaja diariamente en las centrales citrícolas y hortofrutícolas como si fuesen parte del personal de sus líneas de confección, haciéndose cargo del correcto funcionamiento de todos los equipos que comercializa Citrosol, llevando el control de ellos y asesorando sobre controles preventivos y curativos según variedad de las frutas, destino, climatología y almacenamiento. Entre el amplio catálogo que ofertan se pueden encontrar productos para la limpieza, desinfección y lavado de productos, ceras, recubrimientos comestibles, fungicidas, productos para desinfección de contenedores y cámaras de almacenamiento, etc. (Citrosol Advanced postharvest solutions, 2021)

## **2 OBJETIVOS**

Los objetivos de este trabajo son:

- Estudiar distintos tratamientos comerciales post-cosecha para su aplicación en drencher, con el objetivo de conseguir la reducción del número de materias activas en la fruta para la venta final.
- La evaluación y comparación de la eficacia en el control de podrido de estos productos post-cosecha convencionales, residuo 0 y/o su combinación, en ensayos semi-industriales.
- Probar la efectividad y viabilidad de algunos de estos tratamientos a nivel industrial.
- Realizar la evaluación económica y comparativa entre los diferentes tratamientos.

### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 PRODUCTOS POST-COSECHA.

Todos los productos utilizados para hacer este trabajo son fabricados y/o distribuidos por Productos Citrosol.

- Imacide 7,5LS: Fungicida para el control de podredumbres en almacenes hortofrutícolas. Formulado en forma de Concentrado Soluble que con muy poca agitación se solubiliza completamente. Se compone de Imazalil (IMZ) (sulfato) como principal materia activa a una concentración de 75g/L. Su uso es para drenchers y balsas (Citrosol, 2022).
- Citropyr 40 SC: Fungicida para el control de pudriciones causadas por *Penicillium sp.* Formulado en forma de Suspensión Concentrada. Se compone de Pirimetanil (PIR) (anilino pirimidinas) a una concentración de 400g/L (Citrosol, 2022).
- Citrocide Plus: Coadyuvante tecnológico con poder desinfectante y oxidante, eficaz contra todo tipo de microorganismos incluyendo bacterias, hongos, virus, levaduras y esporas. Formulado Líquido Soluble compuesto por PAA al 15% p/p + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 23% p/p + excipientes csp 100%. Tiene gran poder germicida de muy amplio espectro (Citrosol, 2022).
- Fung-cid GRAS SP: Es un aditivo alimentario para frutos cítricos, que, tras su aplicación en post-cosecha, permite incrementar su vida comercial. Formulado Líquido Soluble compuesto por Sorbato potásico (SK) (E-202) a una concentración de 300g/L (Citrosol, 2022).
- Fung-cid Bio BNa: Es un insumo para la producción ecológica de cítricos, cerezas, manzanas y papayas, que tras su aplicación en post-cosecha, permite aumentar su vida comercial. Tiene propiedades antimicrobianas de amplio espectro contra el control de podrido. Formulado Líquido Soluble compuesto por Bicarbonato sódico (BNa) (hidrogenocarbonato de sodio) a una concentración de 85g/L (Citrosol, 2022).
- Citroboost: Coadyuvante que favorece el lavado homogéneo de toda la superficie de las frutas y hortalizas a su llegada a las centrales hortofrutícolas. Compuesto por tensioactivos aniónicos a una concentración de 270g/L (Citrosol, 2022).
- Antiespumante AF: Es una emulsión al 10% de silicona (dimetilpolisiloxano), eficaz para combatir la espuma en medios acuosos de diversos procesos industriales (Dysa, 2022).
- Greencide: Es un bioestimulante para aplicación en cítricos. Extracto vegetal natural que permite que los frutos cítricos aprovechen mejor sus reservas bioquímicas y fisiológicas para resistir y/o revertir situaciones de estrés, e incrementar sus defensas frente al ataque de microorganismos patógenos, manteniendo o incluso mejorando la calidad de la fruta. Debe aplicarse directamente sobre la fruta por sistema drencher o por baño de inmersión a una dosis de 1,0 a 2,5 % durante 30 segundos. Este producto está en investigación y sin registro fitosanitario (Citrosol, datos internos).

- Extracto vegetal: Al igual que el Greencide, es un producto procedente de extractos vegetales, y tanto su uso, como su aplicación, es exactamente igual que el anterior. A diferencia del Greencide, este producto hace escasos meses que se está desarrollando, por tanto, aunque se tienen buenas expectativas, aún se tienen que hacer más pruebas y validaciones para conseguir su registro fitosanitario (Citrosol, datos internos).

## 3.2 CEPAS FÚNGICAS

Todos los medios de cultivo empleados en este trabajo, pertenecen a la casa comercial Scharlau, Barcelona, Spain. La preparación de las soluciones de esporas de hongos, se ha llevado a cabo dentro de una cabina de flujo laminar Telstar Bio II Advance Plus (Telstar, Barcelona, Spain), limpiando siempre antes y después de su empleo su superficie con papel desechable y alcohol al 70%.

### 3.2.1 Preparación de esporas

La solución de esporas empleada en los ensayos *in vivo* de control de podrido, corresponde a una cepa de *P. digitatum*, sensible a todos los fungicidas post-cosecha autorizados para su uso en cítricos.

Para la selección de la cepa, se realiza una búsqueda en la base de datos del banco de cepas de la propia empresa, donde estas son mantenidas en crioviales a una temperatura de -20°C.

Una vez seleccionada la cepa, se deja descongelar el criovial y se colocan 6 crioperlas sobre 2 placas de medio de cultivo Potato Dextrosa Agar (PDA), pasándose por toda la superficie de la placa con ayuda de un asa estéril desechable.

Las placas, se introducen en una estufa para la incubación a una temperatura de 20-22°C y se dejan crecer durante una semana. Transcurrido este tiempo, los hongos han crecido y han esporulado. En este momento, se recogen las esporas en agua estéril, suplementada con Tween® 20 (Quimidroga, Barcelona, Spain), que es un tensioactivo no iónico de baja toxicidad para los microorganismos, que proporciona un aumento de la solubilidad de las esporas.

Una vez preparada esta solución madre, se cuantifica la concentración de esporas viables, realizando un recuento en placa, mediante diluciones logarítmicas seriadas en medio de cultivo Sabouraud Chloramphenicol Agar (SCA). Como se desconoce el rango de concentración de las soluciones de esporas, se procede a sembrar por duplicado cada muestra de forma directa y sus diluciones logarítmicas desde la -1 hasta la -7, equivalente a unas diluciones desde 1:10 hasta 1:10.000.000 respectivamente.

La siembra se realiza por duplicado inoculando 100 µL por placa de cada dilución hasta la muestra directa (directamente pipeteada desde la solución madre) y repartiendo este volumen homogéneamente por toda la placa con la ayuda de un asa de siembra Digralski, que se sumerge en alcohol y se quema con un mechero Bunsen antes y después de sembrar cada muestra. Cada dilución se agita en el vortex, justo antes de inocular la placa. Tras ello, las placas de incuban en una estufa durante 48 h a una Tª comprendida entre 20-22°C.

La lectura en placa se lleva a cabo mediante un recuento de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) del hongo, en las placas que contienen entre 2 y 200 colonias. El resultado de esta lectura, es obtenido al realizar un promedio de las placas escogidas para su lectura (h1 y h2), aplicando el factor de dilución correspondiente (f: 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000 o 10.000.000) y multiplicado por 10, para expresar el resultado en UFC/ml, al haber sembrado 100 µL, empleando la siguiente formula:

$$\frac{h1 + h2}{2} \cdot f \cdot 10 = \text{UFC hongo/mL}$$

Tras la cuantificación de la solución madre, se prepara una solución de trabajo a una concentración de  $5 \cdot 10^4$  UFC/mL.



### 3.3 ENSAYOS *IN VIVO* DE CONTROL DE PODRIDO A NIVEL SEMI-INDUSTRIAL: PLANTA PILOTO PRODUCTOS CITROSOL S.L.

#### 3.3.1 Fruta

En los ensayos, las frutas utilizadas han sido naranjas de la variedad Navel Lane Late.

Los frutos proceden de una empresa familiar, que se dedica a la producción y comercialización de naranjas y mandarinas de temporada, llamada Frutas Gragon S.L., cercana a la localidad donde se encuentran los laboratorios de Citrosol.

Para llevar a cabo todos estos ensayos, se han necesitado 1.400 frutos. Para cada tratamiento ensayado se han empleado 100 naranjas, que constituían 5 réplicas de 20 naranjas cada una.

Una vez recibida la fruta en el laboratorio de Citrosol, se realiza la tría de la fruta, seleccionando los frutos de una misma partida, sin defectos susceptibles de pudrir y sin haber recibido ningún tratamiento fungicida.



**Imagen 16:** Imagen de la fruta seleccionada después de la tría (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

#### 3.3.2 Inoculación del hongo

Utilizando la solución de esporas preparada previamente, se realiza una herida en cada fruta con un punzón en la zona ecuatorial, de 1mm de profundidad, sin llegar a la pulpa. El punzón se sumerge en la solución de esporas y es insertado, en la cáscara de cada naranja, en la zona ecuatorial. Se ha utilizado un punzón con varilla de acero inoxidable de 0.5 mm de ancho por 1mm de largo.



**Imagen 17:** Imagen del mojado del punzón con la solución de esporas (Imágenes de Productos Citrosol S.A.).



**Imagen 18:** Imagen de la inoculación de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

Después de la inoculación, se aleatorizan las naranjas, poniéndolas en mallas de 20 frutos por malla. Para cada tratamiento testado, se utilizan 5 mallas (5 réplicas).



**Imagen 19:** Imagen del enmallado de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

Todos los frutos inoculados y aleatorizados se dejan a T<sup>a</sup> ambiente durante 18-20h, hasta realizar los distintos tratamientos.

### 3.3.3. Tratamientos

Los tratamientos realizados en los ensayos se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 2:** Tratamientos empleados en el primer ensayo de control de podrido.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN DEL TRATAMIENTO
Control (Agua)	Agua
Tto Benihort: IMZ	Imacide 7,5LS 0,5% + Citroicide Plus 0,3%
Tto Benihort: IMZ + PIR	Imacide 7,5LS 0,5% + Citropyr 40 SC 0,2% + Citroicide Plus 0,3%
Tto Benihort: IMZ + SK	Imacide 7,5LS 0,5% + Fung-cid GRAS SP 1,5% + Citroicide Plus 0,3%
Tto Citrosol: Alternativo Básico	Fung-cid GRAS 2,5% + Fung-cid BIO BNa 6% + Citroicide Plus 0,4% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%
Tto Citrosol: Ecológico	Fung-cid BIO BNa 12% + Citroicide Plus 0,4%

**Tabla 3:** Tratamientos empleados en el segundo ensayo de control de podrido.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN DEL TRATAMIENTO
Control (Agua)	Agua
Tto Benihort: IMZ	Imacide 7,5LS 0,5% + Citroicide Plus 0,3%
Tto Benihort: IMZ + PIR	Imacide 7,5LS 0,5% + Citropyr 40 SC 0,2% + Citroicide Plus 0,3%
TtoCitrosol: IMZ + Greencide	Imacide 7,5LS 0,5% + Greencide 2% + Citroicide Plus 0,2% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%
TtoCitrosol: Greencide (T1)	Greencide 1,5% + Citroicide Plus 0,2% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%
TtoCitrosol: Greencide + SK (T2)	Greencide 1% + Fung-cid GRAS 2% + Citroicide Plus 0,2% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%
TtoCitrosol: Extracto vegetal (T1)	Extracto vegetal 1,5% + Citroicide Plus 0,2% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%
TtoCitrosol: IMZ + Extracto vegetal	Imacide 7,5LS 0,5% + Extracto vegetal 2% + Citroicide Plus 0,1% + Citroboost 0,4% + AF 0,4%

Los tratamientos se preparan en 10L de agua, y se prepara el caldo dosificando cada producto, habiendo hecho el cálculo previamente de las cantidades necesarias de cada tratamiento.



**Imagen 20:** Imagen de la dosificación de los productos (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

Para la aplicación de los distintos tratamientos, la fruta (cada malla) fue mojada por inmersión con el tratamiento correspondiente, en cubos de 10 litros durante 30 segundos. De esta forma, se logra una equivalencia de mojado con los 45 segundos que moja un drencher aproximadamente.



**Imagen 21:** Imagen del mojado de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

Se efectúan los baños, asegurándose que el tratamiento moja bien la malla y todos los frutos. Realizamos un tratamiento solo con agua de red como control (T0).

En el momento de aplicar los tratamientos, se realizan distintas mediciones en los ensayos. Por una parte, se ha controlado el pH con un medidor VWR (SD Card Data Logger. pH METER ORP. PCE-228), el PAA con el lector de tiras reflectómetro Quantofix™ (Relax, Machey – Nagel) y sus tiras colorimétricas Quantofix™ (PAA 500. [50 - 500] mg / L).



**Imagen 22:** Imagen de la medición del pH (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

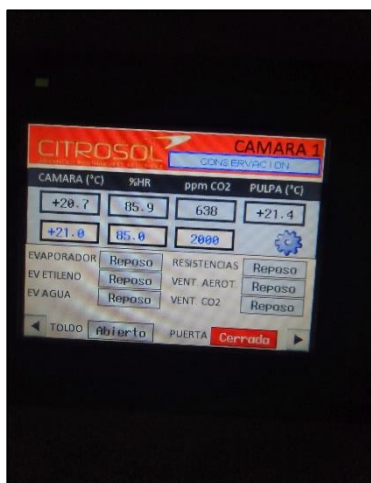


**Imagen 23:** Imagen de la medición del PAA (Imagen de Productos Citrosol S.A.).

Además, se han tomado muestras de cada tratamiento para determinar en el laboratorio de Citrosol las concentraciones de IMZ, PIR y SK mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).

Tras los tratamientos, se deja secar la fruta a Tª ambiente durante varias horas. Una vez seca, la fruta se coloca en cajas cartón con hueveras, utilizándose una caja por cada réplica tratada (5 cajas por tratamiento).

La fruta se almacena en una cámara de conservación a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  y 80-85% de humedad relativa (Test de Vida Comercial (TVC)) para determinar el Índice de Reducción de Podrido (IRP) y el % podrido.



**Imagen 24:** Imágenes de la cámara TVC (Imágenes de Productos Citrosol S.A.).

### 3.3.3 Lecturas

Las lecturas se llevan a cabo a los 7 y 14 días desde el tratamiento de la fruta. Se realiza un conteo de las frutas que se han podrido. En el primer conteo se retiran las podridas, pero se tienen en cuenta para el 2º recuento. Se descartan las frutas que han podrido por un lugar diferente al del pinchazo y las frutas que han podrido por otro hongo diferente al del ensayo.

Sabiendo el número de frutos iniciales y el número de frutos que han podrido, se expresa el porcentaje de podrido y el IRP con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Podrido} = \frac{\text{nº frutos podridos}}{\text{total frutos}}$$

$$\% \text{ IRP} =$$

$$\left( \frac{\% \text{podridos del tto control} - \% \text{podridos tto testados}}{\% \text{podridos del tto control}} \right)$$



**Imagen 25:** Imágenes del recuento de la fruta el día 7, donde puede apreciarse el podrido por *P. digitatum* (Imágenes de Productos Citrosol S.A.).

### 3.3.4 Análisis estadístico

Las lecturas del porcentaje de podrido a los 7 y 14 días de los tratamientos y su control con agua, han sido comparadas entre ellas mediante un análisis de varianza (ANOVA) empleando el software XLSTAT (vs. 2020.1.2, Addinsoft, New York, U.S.A.) con un intervalo de confianza del 95%.

### 3.4 ENSAYOS IN VIVO DE CONTROL DE PODRIDO A NIVEL INDUSTRIAL: CENTRAL CITRÍCOLA BENIHORT

#### 3.4.1 Fruta

Los ensayos se han realizado con la misma variedad que se utilizó para los ensayos *in vivo* de control de podrido, es decir, la variedad Navel Lane Late.

La fruta procede de diferentes parcelas pertenecientes a distintos socios de la cooperativa, la cual, ha sido seleccionada por los recolectores como palots de línea y desechando la fruta de peor calidad como palots de industria.

Para llevar a cabo los dos ensayos que se han realizado, se han necesitado 700 naranjas. Para cada tratamiento ensayado, se han empleado 350 frutos que constituían 7 muestras de 2 réplicas de 25 naranjas cada una.

Antes de la inoculación, se ha realizado una tría de los frutos necesarios, para eliminar cualquier fruto con podrido o daños en la piel.



**Imagen 26:** Imagen de la tría de la fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 3.4.2 Inoculación del hongo

La fruta se ha inoculado de la misma forma que se realizaron los ensayos en la planta piloto.



**Imagen 27:** Imagen de la inoculación de la fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Después de la inoculación, los frutos se volvieron a aleatorizar, y se pusieron en mallas de 25 frutos cada una.



**Imagen 28:** Imagen de la fruta enmallada (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

### 3.4.3 Tratamientos

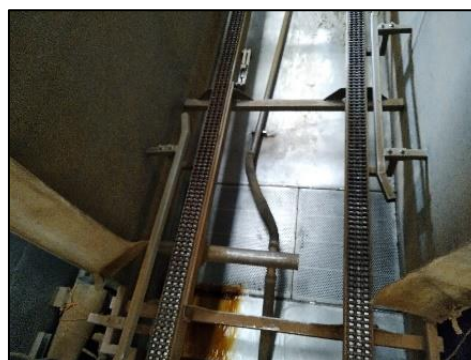
En la tabla siguiente, se detallan los tratamientos realizados en la planta industrial.

A diferencia de los ensayos realizados en la planta piloto, no se ha utilizado el Citroboost, porque no se disponía del número de pistones suficientes para la dosificación de este producto.

**Tabla 4:** Tratamientos empleados en los ensayos de control de podrido.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN DEL TRATAMIENTO
Control (Agua)	Agua
Tto Citrosol (T1): Grencide + SK	Grencide 1% + Fung-cid GRAS 2% + Citrocide Plus 0,2% + AF 0,4
Tto Citrosol (T2): IMZ + Grencide	Imacide 7,5LS 0,5% + Grencide 2% + Citrocide Plus 0,1% + AF 0,4%

Se ha realizado el llenado inicial del drencher con cada tratamiento (tras su limpieza) con 600 litros de agua y las dosis correspondientes indicadas en la tabla 4, y se han realizado las dosis palet-palet habituales.



**Imagen 29:** Imágenes del llenado inicial del drencher (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).



El ensayo se dividió en dos partes. En la primera parte, realizada la mañana posterior a la inoculación del hongo, se testó el tratamiento Citrosol (T1). Y por la tarde posterior al día de la inoculación del hongo se testó el tratamiento Citrosol (T2). Ambos están especificados en la tabla 4. En ambas partes, se utilizó un control lavado con agua (T0), que se realizó bañando por inmersión 2 mallas de 25 frutos en un cubo con agua, durante 30 segundos. Este Control, nos ha servido, para determinar el % de podrido de la fruta que no recibe tratamiento post-cosecha. Esta fruta ha sido lavada aproximadamente a mitad de cada ensayo.



**Imagen 30:** Imagen del bañado del Control (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Para la aplicación de los dos tratamientos, se han lavado con el drencher 70 pies para cada uno, intercalando las mallas de fruta inoculada en distintos palots (especificados en la sección de resultados). En cada punto seleccionado, se colocó una malla en el palot situado en la parte más alta del pie, y otra malla en el palot, situado en la parte más baja.



**Imagen 31:** Imagen de la colocación de las mallas en los palots (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Se han utilizado los mismos materiales que en la planta piloto, de tal manera, se han realizado las mismas mediciones, con la única diferencia, que esta vez también, se ha medido el peróxido ( $H_2O_2$ ), es decir, el agua oxigenada que contiene el Citrocide Plus con tiras colorimétricas Quantofix™ ( $H_2O_2$  1000. [50 - 1000] mg / L).



**Imagen 32:** Imagen los distintos elementos para la toma de resultados (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Por otra parte, se han cogido muestras de cada tratamiento, para verificar los Sólidos en Suspensión (SS), la contaminación microbiológica y la concentración de IMZ y SK por HPLC.



**Imagen 33:** Imagen de las muestras del caldo preparadas para ser analizadas (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

Una vez seca, la fruta se coloca en cajas de plástico, utilizando una caja por cada réplica tratada (14 cajas por tratamiento).



**Imagen 34:** Imagen de las diferentes muestras encajadas (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

La fruta se almacena en una cámara limpia, sin fruta y en estado de parada, a Tª ambiente, para acelerar el proceso de podrido, con el fin de hacer el recuento de igual forma que se realizó en la planta piloto.

#### 3.4.4 Lecturas

Las lecturas del porcentaje de podrido a los 7 y 14 días de los tratamientos y su control con agua, se han realizado de la misma forma que en los ensayos semi-industriales.



**Imagen 35:** Imagen del recuento a día 7 del ensayo 1 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).



**Imagen 36:** Imagen del recuento a día 7 del ensayo 2 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).



**Imagen 37:** Imagen del recuento a día 14 del ensayo 1 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).



**Imagen 38:** Imagen del recuento a día 14 del ensayo 2 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló).

#### 3.4.5 Análisis estadístico.

Las lecturas del porcentaje de podrido a los 7 y 14 días de los tratamientos y su control con agua, han sido comparadas entre ellas mediante un análisis de varianza (ANOVA) empleando el software XLSTAT (vs. 2020.1.2, Addinsoft, New York, U.S.A.) con un intervalo de confianza del 95%.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 ENSAYOS A NIVEL SEMI-INDUSTRIAL DE CONTROL DE PODRIDO.

Con el fin de determinar cuál sería la mejor opción para reducir el número de m.a. en el procesado post-cosecha de cítricos, en la Central Citrícola de Benihort, se han llevado a cabo dos ensayos a nivel semi-industrial en la planta piloto de las instalaciones de Productos Citrosol S.L.

En estos ensayos, se han evaluado una serie de tratamientos post-cosecha, utilizando los diferentes productos que tiene Citrosol a su disposición, y cuyos resultados se detallan en las tablas siguientes. Como referencia, se han utilizado también tratamientos que se realizan en Benihort de manera habitual durante la campaña para, comparar su efectividad con los tratamientos a evaluar.

Algunos de los tratamientos propuestos no serían de aplicación inmediata, pero sí que podrían ser útiles en años posteriores. Como, por ejemplo, el tratamiento Ecológico de Citrosol, ya que actualmente, no se disponen de suficientes parcelas para poder montar una línea completa de confección ecológica, ya que dichas parcelas, se encuentran en estado de transición, pero Benihort, se dirige en esta dirección, debido a que el consumidor, cada vez quiere productos más saludables y con un menor número de residuos de síntesis.

Estas pruebas, se dividieron en dos ensayos, debido al elevado número de tratamientos a testar, y los resultados de estos se muestran a continuación. La composición exacta de cada tratamiento está indicada en el punto 3.3.3. de la sección de Material y Métodos.

**Tabla 5:** Resultados de las analíticas de los tratamientos del Ensayo 1.

TRATAMIENTO	pH	PAA	IMZ (ppm)	PIR (ppm)	SK (%)	BNa (%)
Control (Agua)	7,74	-	-	-	-	-
Tto Benihort: IMZ	4,21	384	441	-	-	-
Tto Benihort: IMZ + PIR	4,26	398	369,5	660	-	-
Tto Benihort: IMZ + SK	5,44	430	440	-	1,77	-
Tto Citrosol: Alternativo Básico	7,36	520	-	-	2,52	6,37
Tto Citrosol: Ecológico	7,74	574	-	-	-	12,25

Como se puede observar en la tabla 5, los resultados de las analíticas realizadas a las muestras de los caldos de tratamientos fueron las esperadas, lo que confirma la buena preparación de estos y su validez para obtener conclusiones.

Respecto al pH, los valores más altos los tienen el tratamiento alternativo básico y el ecológico, debido a que en ellos se utiliza un producto básico BNa. Sin embargo, en los tratamientos donde se utilizan fungicidas de síntesis (IMZ y PIR), el pH disminuye

considerablemente, debido principalmente, a la adición de Citrocide Plus (que contiene PAA) que baja su pH neutro inicial.

Los valores de PAA de los tratamientos fueron los esperados según las dosis empleadas en cada caso.

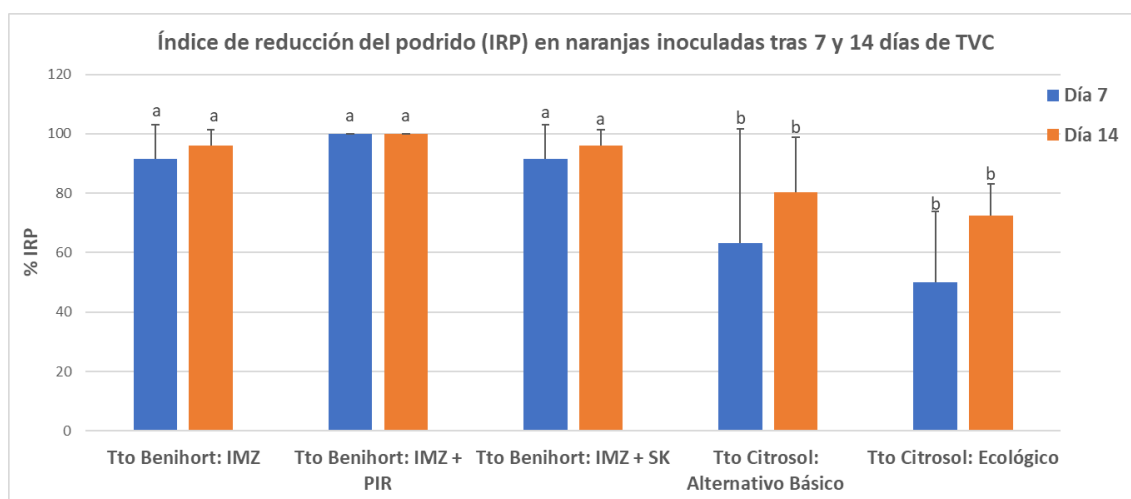
También los valores de IMZ y PIR son los esperados según las dosis aplicadas. Las pequeñas diferencias detectadas entre tratamientos con la misma dosis pueden deberse al error intrínseco del método analítico.

A su vez, los valores de SK (determinado como % de Fung-cid Gras) y de BNa se corresponden con las dosis teóricas de cada tratamiento (Tabla 5).

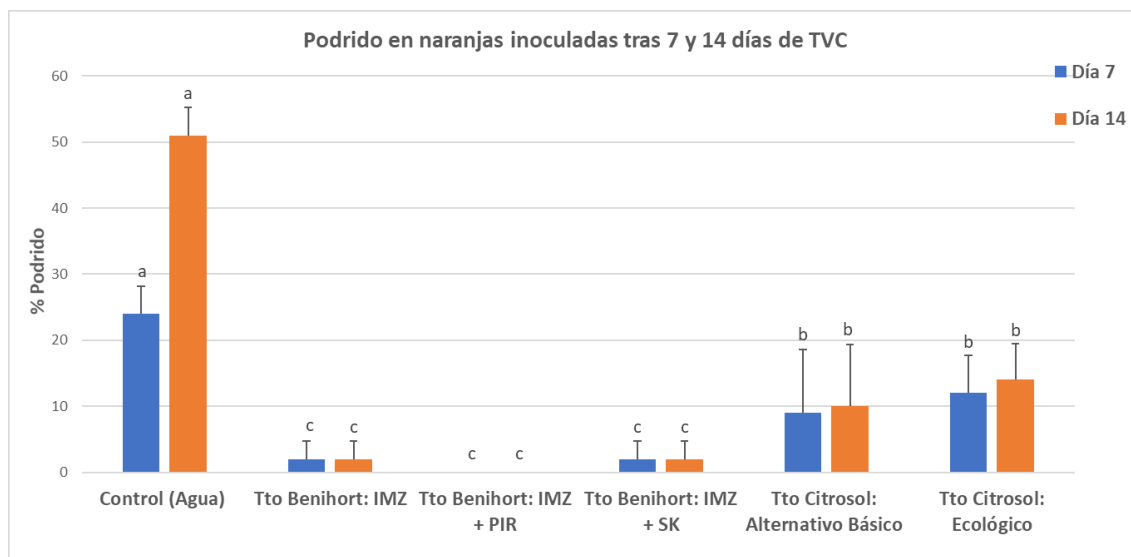
A continuación, se muestran los resultados de % de podrido y de % de IRP del primer ensayo semi-industrial, en formato de tabla y como gráficas.

**Tabla 6:** Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo 1. Los datos expresan el promedio  $\pm$  la desviación estandar (desvest) de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado.

TRATAMIENTO	% Podrido ( $\pm$ desvest)		% IRP ( $\pm$ desvest)	
	Día 7	Día 14	Día 7	Día 14
Control (Agua)	24,0 $\pm$ 4,2	51,0 $\pm$ 4,2	-	-
Tto Benihort: IMZ	2,0 $\pm$ 2,7	2,0 $\pm$ 2,7	91,7 $\pm$ 11,4	96,1 $\pm$ 5,4
Tto Benihort: IMZ + PIR	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
Tto Benihort: IMZ + SK	2,0 $\pm$ 2,7	2,0 $\pm$ 2,7	91,7 $\pm$ 11,4	96,1 $\pm$ 5,4
Tto Citrosol: Alternativo Básico	9,0 $\pm$ 9,6	10,0 $\pm$ 9,3	63,3 $\pm$ 38,4	80,4 $\pm$ 18,3
Tto Citrosol: Ecológico	12,0 $\pm$ 5,7	14,0 $\pm$ 5,5	49,9 $\pm$ 23,8	72,5 $\pm$ 10,7



**Figura 1:** Promedio IRP en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en los distintos tratamientos ensayados respecto al control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del IRP de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).



**Figura 2:** Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del porcentaje de podrido de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).

Como puede observarse en los resultados, en el tratamiento control, es decir, en la fruta no tratada, al séptimo día había podrido 1/4 del total de la fruta y a los 14 días 1/2 del total de la fruta.

Los tratamientos utilizados habitualmente en Benihort con fungicidas de síntesis, mostraron su alta eficacia; El tratamiento que emplea únicamente IMZ, presentó un podrido de solo un 2% de la fruta a los 14 días, y el tratamiento con PIR a los 14 días no había podrido ninguna fruta. Esto se corresponde a eficacias (medido como IRP) de 96% y el 100% a día 14 respectivamente.

El tratamiento que emplea IMZ y SK, también utilizado de manera habitual en algunos momentos de la campaña en Benihort, mostró muy buena eficacia.

Los tratamientos Citrosol que no usan fungicidas de síntesis, mostraron menor eficacia, pero aún se consiguió reducir el podrido de manera estadísticamente significativa respecto al control sin tratamiento.

El tratamiento alternativo básico, mostró unas eficacias muy parecidas tanto a los 7 como a los 14 días, llegando a alcanzar una eficacia del 80% a día 14.

El tratamiento ecológico Citrosol, que únicamente utiliza productos autorizados y certificados para agricultura ecológica, mostró una eficacia del 50% a día 7 y del 72% a día 14 post-inoculación (Tabla 6).

Es importante destacar que, en estos ensayos, se realiza una inoculación artificial del hongo, y se obtienen porcentajes de podrido en el control muy altos. En condiciones naturales, los podridos en la central raramente superan el 5-10%, por lo que estos ensayos pueden

subestimar la eficacia real que tendría un tratamiento en condiciones de trabajo normales. Sin embargo, es el único sistema para testar de forma reproducible y repetitiva distintos tratamientos en condiciones de laboratorio.

**Tabla 7:** Resultados del análisis de residuos en fruta del ensayo 1.

TRATAMIENTO	IMZ (mg/kg)	PIR (mg/kg)
Control (Agua)	<0,010	0,019
Tto Benihort: IMZ	0,96	<0,010
Tto Benihort: IMZ + PIR	0,76	1,7
Tto Benihort: IMZ + SK	1,4	0,014
Tto Citrosol: Alternativo Básico	<0,010	<0,010
Tto Citrosol: Ecológico	<0,010	0,011

Adicionalmente, se realizó un análisis del nivel de residuos de fungicidas (IMZ y PIR) en la superficie de fruta (realizado por el laboratorio externo LTL, Laboratorios Tecnológicos de Levante). Como puede apreciarse en la tabla 7, los resultados muestran los valores esperables.

En el control, y los tratamientos con IMZ, IMZ + SK, alternativo básico y ecológico, aparecen trazas de PIR. Esto es debido, a que este fungicida, tiene una alta persistencia en el plástico de los cajones y bins. Estos bins pasan por el drencher, el PIR queda adherido, y una vez vaciados de fruta los bins, vuelven a utilizarse en para recolectar fruta de campo sin pasar por un proceso de limpieza, por los que se transferirían trazas de PIR a la fruta de campo.

Los tratamientos donde se han utilizado fungicidas de síntesis, los residuos no superan los LMR permitidos (Tabla 7).

A continuación, se muestran los resultados de % de podrido y de % de IRP del segundo ensayo semi-industrial, en formato de tabla y como gráficas.



**Tabla 8:** Resultados de las analíticas de los tratamientos del Ensayo 2

TRATAMIENTO	pH	PAA	IMZ (ppm)	PIR (ppm)	SK (%)
Control (Agua)	7,78	-	-	-	-
Tto Benihort: IMZ	4,24	396	408	-	-
Tto Benihort: IMZ + PIR	4,4	386	377	720	-
Tto Citrosol: IMZ + Greencide	4,58	142	393	-	-
Tto Citrosol: Greencide (T1)	4,51	276	-	-	-
Tto Citrosol: Greencide (T2)	5,8	268	-	-	2,15
Tto Citrosol: Extracto vegetal	4,83	256	-	-	-
Tto Citrosol: IMZ + Extracto vegetal	5,19	156	393	-	-

Como puede apreciarse en la tabla 8, los resultados de las analíticas realizadas a las muestras de los caldos de los diferentes tratamientos también fueron las esperadas, lo que confirma la buena preparación de estos y su validez para obtener conclusiones.

El valor de pH más alto, lo encontramos en el tratamiento Greencide (T2), debido a que, en él se utiliza un producto básico (SK), el cual lo contiene el producto Fung-cid GRAS. Sin embargo, en los tratamientos donde se utilizan fungicidas de síntesis, (IMZ y PIR), el pH disminuye considerablemente, debido principalmente a la adición de Citroside Plus (que contiene PAA), que baja su pH neutro inicial.

Por otra parte, los valores de SK (determinado como % de Fung-cid GRAS) se corresponden con la dosis teórica de cada tratamiento (Tabla 8).

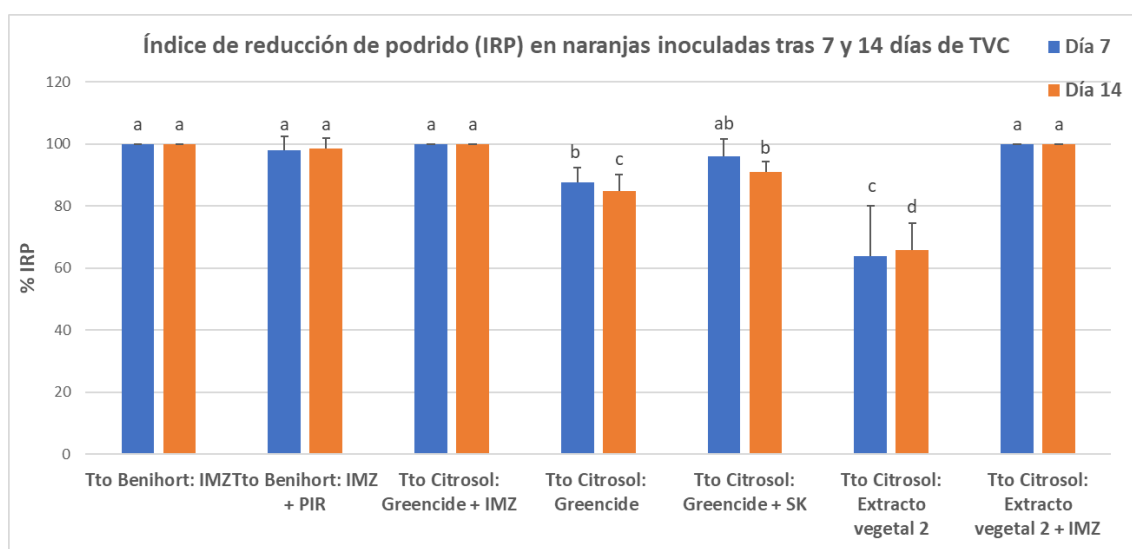
Actualmente no existe ningún sistema analítico para determinar la concentración de los productos naturales (Greencide y Extracto vegetal), por lo que no se han incluido en el análisis.

Estas analíticas nos sirven para corroborar tanto las dosis, como que cada tratamiento, solo contiene los productos que hemos utilizado en cada uno de ellos, de no ser así, los resultados no serían los esperados.

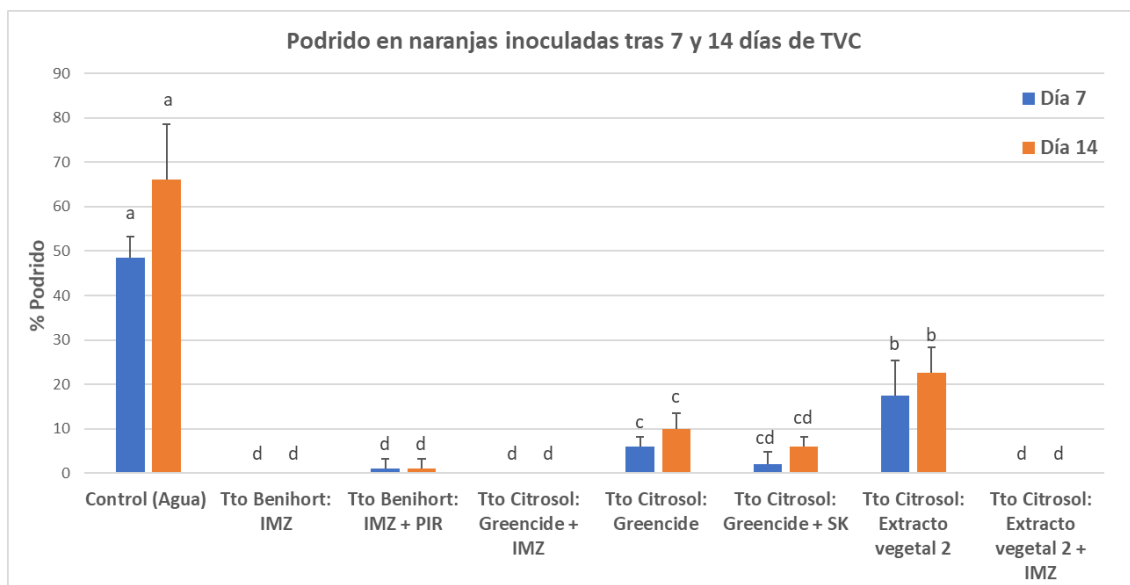
Seguidamente, se muestran los resultados de % de podrido y de % de IRP del segundo ensayo semi-industrial, en formato de tabla y como gráficas.

**Tabla 9:** Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo 2. Los datos expresan el promedio  $\pm$  la desvest de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado.

TRATAMIENTO	% Podrido ( $\pm$ desvest)		% IRP ( $\pm$ desvest)	
	Día 7	Día 14	Día 7	Día 14
Control (Agua)	48,6 $\pm$ 4,8	66,2 $\pm$ 12,5	-	-
Tto Benihort: IMZ	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
Tto Benihort: IMZ + PIR	1,0 $\pm$ 2,2	1,0 $\pm$ 2,2	97,9 $\pm$ 4,6	98,5 $\pm$ 3,4
Tto Citrosol: IMZ + Greencide	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
Tto Citrosol: Greencide (T1)	6,0 $\pm$ 2,2	10,0 $\pm$ 3,5	87,7 $\pm$ 4,6	84,9 $\pm$ 5,3
Tto Citrosol: Greencide (T2)	2,0 $\pm$ 2,7	6,1 $\pm$ 2,2	95,9 $\pm$ 5,7	90,9 $\pm$ 3,3
Tto Citrosol: Extracto vegetal	17,5 $\pm$ 7,8	22,7 $\pm$ 5,7	63,9 $\pm$ 16,0	65,7 $\pm$ 8,7
Tto Citrosol: IMZ + Extracto vegetal	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0



**Figura 3:** Promedio IRP en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en los distintos tratamientos ensayados respecto al control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del IRP de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).



**Figura 4:** Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del porcentaje de podrido de las 5 réplicas testadas en cada tratamiento ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).

Como puede verse en los resultados de la tabla 9, en el tratamiento Control, el séptimo día, había podrido 1/2 del total de la fruta y a los 14 días el 66% del total de la fruta.

Los tratamientos utilizados habitualmente en Benihort con fungicidas de síntesis, incluidos al igual que en el ensayo 1 como referencia, volvieron a mostrarse alta eficacia; El tratamiento que emplea únicamente IMZ, presentó un podrido del 0% de la fruta a los 14 días, y el tratamiento con IMZ + PIR a los 14 días, presentó un podrido de solo un 2% de la fruta. Esto se corresponde a eficacias (medido como IRP) de 100% y del 98,5% a día 14 respectivamente.

En los tratamientos que se emplea IMZ + Greencide y IMZ + Extracto vegetal, también mostraron una eficacia (medido como IRP) del 100% al día 14. Esto nos indica que la utilización de estos productos naturales no afecta a la eficacia de los fungicidas de síntesis.

Los tratamientos Citrosol que no usan fungicidas de síntesis mostraron menor eficacia, pero aún se consiguió reducir el podrido de manera estadísticamente significativa respecto al control sin tratamiento. Los tratamientos Greencide (T1), Greencide (T2) y Extracto vegetal, es decir, los que no contienen fungicidas de síntesis, mostraron una eficacia muy parecida tanto a los 7 como a los 14 días, llegando a alcanzar una eficacia del 91% a día 14. Los tratamientos que contienen Greencide (T1), Greencide (T2) y Extracto vegetal de Citrosol, que utilizan productos no autorizados por el momento, mostraron unas eficacias respectivas del 88%, 96% y 64% a día 7 y del 85%, 91% y 66% a día 14 post-inoculación.

En el tratamiento Greencide (T2), a diferencia con el (T1), es que se ha añadido SK, y esto ha causado un aumento en la efectividad respecto al (T1) alcanzándose tan solo un 2% de podrido al día 7, y un 6% el día 14, lo que se traduce en un IRP del 90% de efectividad a día 14.

El tratamiento que solo se utilizó el Extracto vegetal, no se han obtenido tan buenos resultados como en los anteriores, ya que el día 7 había podrido el 17,5% de la fruta, y el día 14 casi el 23% (Tabla 9).

**Tabla 10:** Resultados del análisis de residuos en fruta del ensayo 2.

TRATAMIENTO	IMZ (mg/kg)	PIR (mg/kg)
Control (Agua)	<0,010	0,026
Tto Benihort: IMZ	0,95	0,050
Tto Benihort: IMZ + PIR	0,78	1,6
Tto Citrosol: IMZ + Greencide	0,61	0,038
Tto Citrosol: Greencide (T1)	<0,010	0,031
Tto Citrosol: Greencide (T2)	<0,010	0,040
Tto Citrosol: Extracto vegetal	<0,010	0,025
Tto Citrosol: IMZ + Extracto vegetal	0,52	0,035

Después de tomar muestras de fruta para verificar que no tuvieran ningún residuo de m.a. adicionales a las puestas en los tratamientos, puede observarse que los análisis son correctos, y que no se supera en ningún caso los LMR permitidos (Tabla 10).

Con todos los resultados obtenidos en los ensayos semi-industriales 1 y 2 se eligieron los tratamientos de IMZ + Greencide y Greencide + SK (T2) para realizar ensayos en la planta industrial de Benihort, y comprobar su eficacia real en el almacén.

## 4.2 ENSAYOS A NIVEL INDUSTRIAL DE CONTROL DE PODRIDO: CENTRAL CITRÍCOLA BENIHORT

Con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la planta piloto de Citrosol, se ha optado, por elegir varios tratamientos que se acoplan a las exigencias actuales de Benihort, con el fin, de poder subsanar las exigencias de las empresas que compran la fruta. Cada vez son menos permisivos con el número de las m.a. y los LMR.

Estos tratamientos que utilizan el producto Greencide, han sido diseñados con la finalidad de reducir el número de m.a. utilizados en los tratamientos post-cosecha convencionales, manteniendo una alta eficacia en el control de podrido, por tanto, se eligieron dos tratamientos en base a Greencide para realizar las pruebas. Un tratamiento a base de IMZ + Greencide, que permitiría reducir una m.a. (por ejemplo, PIR), y otro tratamiento que no utilizaría ningún fungicida de síntesis, compuesto por Greencide + SK.

Estas pruebas se dividieron en dos ensayos, los más apropiados para las exigencias de la cooperativa, y los resultados de estos se muestran a continuación. La composición exacta de cada tratamiento se muestra en la tabla 4 del punto 3.4.3. de Material y Métodos.

Durante el ensayo, se han tomado muestras de caldo en distintos momentos, y siempre se ha lavado fruta inoculada, para ir comprobando los siguientes parámetros.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en los ensayos industriales. En primer lugar, se muestran los resultados del ensayo 1, donde se ha testado el tratamiento Greencide + SK.

**Tabla 11:** Resultados de las analíticas de las muestras del ensayo industrial 1.

MUESTRA	pH	PAA (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)	SK (%)	SS (mg/L)	UFC hongos / (ml)	Patógenos identificados
1	5,07	372	700	2,01	638	33	<i>Penicillium sp.</i>
2	5,23	363	759	1,81-	664	78	<i>Penicillium sp.</i>
3	5,19	384	777	1,7	794	133	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. italicum</i> ,
4	5,23	393	630	2,14	1.058	206	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. italicum</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
5	5,27	255	585	2,07	1.374	128	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. italicum</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
6	5,32	228	375	1,7	1.410	39	<i>Penicillium sp.</i>

En la tabla 11, pueden observarse los resultados de las analíticas realizadas en el ensayo 1. Todos los parámetros están dentro de lo esperado, lo que confirma la buena preparación de estos y su validez para obtener conclusiones.

Se lavaron con el drencher 70 palots, y a continuación se detalla cómo van cambiando las concentraciones de los diferentes productos que se han utilizado en el estudio.

El pH se mantiene a medida que se van lavando los palots.

La concentración de PAA fue correcta, pero, como puede observarse, a partir de la muestra 5, disminuye, debido a que el agua se va ensuciando con el paso de la fruta, y aumenta la concentración de m.a.

La concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> también se mantuvo estable hasta la última muestra, donde disminuyó al 50% respecto a la concentración inicial, debido también a la acumulación de m.a.

En condiciones habituales de trabajo, se hacen reposiciones adicionales de Citrocide Plus (compuesto por PAA y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para compensar la degradación debida a la acumulación de suciedad. Pero en estos ensayos industriales no se realizaron.

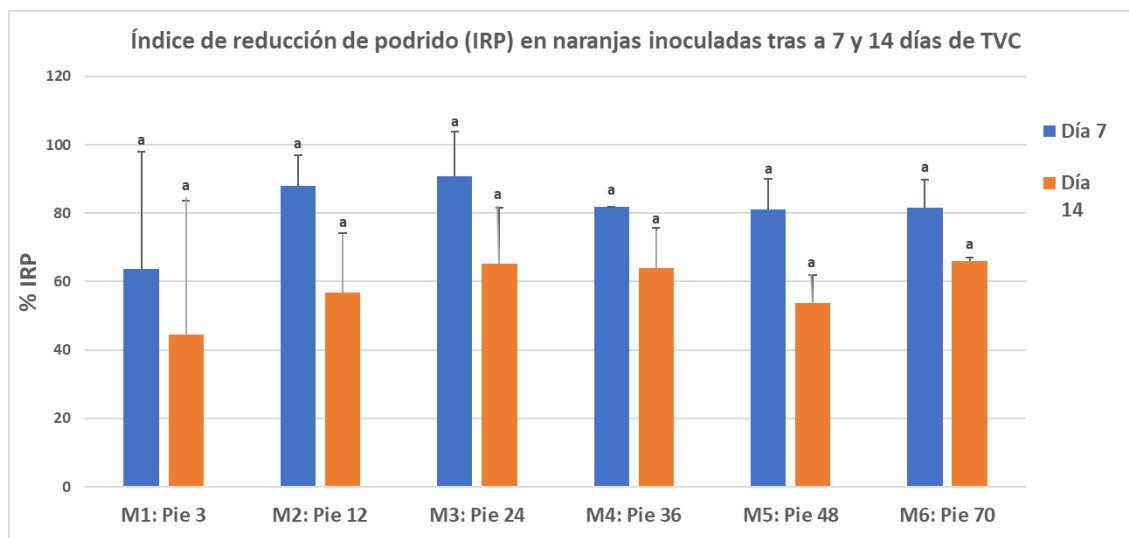
El SK, no varía, y se encuentra dentro de los parámetros esperados.

Los SS también aumentaron a lo largo del lavado de los palots. En cuanto a los niveles de contaminación microbiológica, determinados como UFC, no se aprecian valores muy altos que puedan influir en aumentar el riesgo de contaminaciones cruzadas desde el caldo drencher a la fruta. En los análisis se han podido identificar diferentes hongos que han sido arrastrados por el caldo, entre ellos *Penicillium sp.*, *P. italicum*, *Aspergillus sp.*, pero en ningún caso se encontró *P. digitatum*, que es el principal hongo patógeno en post-cosecha (Tabla 11).

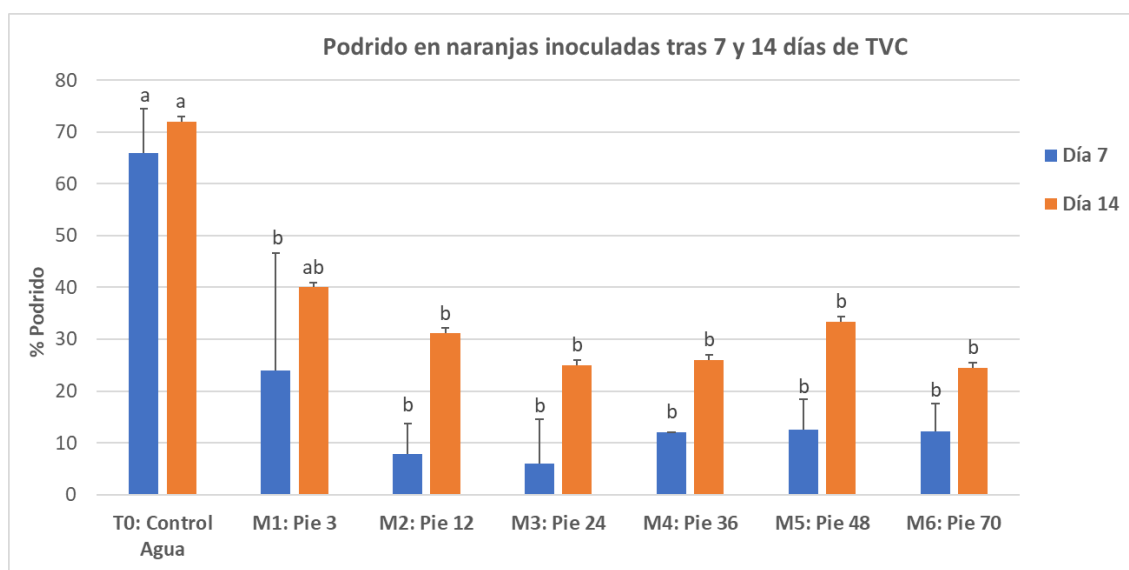
A continuación, se muestran los resultados de % de podrido y de % de IRP del primer ensayo industrial, en formato de tabla y como gráficas.

**Tabla 12:** Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo industrial 1. Los datos expresan el promedio  $\pm$  la desvest de las 2 réplicas testadas (palot superior y palot inferior) del tratamiento ensayado.

TRATAMIENTO	% Podrido ( $\pm$ desvest)		% IRP ( $\pm$ desvest)	
	Día 7	Día 14	Día 7	Día 14
Control (Agua)	66,0 $\pm$ 8,5	72,0 $\pm$ 17,0	-	-
Muestra 1: Pie 3	24,0 $\pm$ 22,6	40,0 $\pm$ 28,3	63,7 $\pm$ 34,3	44,4 $\pm$ 39,3
Muestra 2: Pie 12	7,9 $\pm$ 5,9	31,1 $\pm$ 12,6	88,1 $\pm$ 8,9	56,8 $\pm$ 17,5
Muestra 3: Pie 24	6,0 $\pm$ 8,5	25,0 $\pm$ 11,8	91,0 $\pm$ 12,9	65,3 $\pm$ 16,4
Muestra 4: Pie 36	12,0 $\pm$ 0,0	26,0 $\pm$ 8,5	81,9 $\pm$ 0,0	63,9 $\pm$ 11,8
Muestra 5: Pie 48	12,5 $\pm$ 5,9	33,3 $\pm$ 5,9	81,1 $\pm$ 8,9	53,7 $\pm$ 8,2
Muestra 6: Pie 70	12,2 $\pm$ 5,4	24,5 $\pm$ 0,7	81,6 $\pm$ 8,2	66,0 $\pm$ 1,0



**Figura 5:** Promedio del IRP en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del IRP de las 2 muestras testadas en cada pie ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).



**Figura 6:** Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del porcentaje de podrido de las 2 muestras más el control, testadas en cada pie ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).

En la tabla 12 y en las gráficas 5 y 6 puede verse el % de podrido y el % de IRP de las 6 muestras y del Control, en los distintos pies escogidos para bañar la fruta inoculada, de esta forma se ha podido ver la efectividad de mojado del drencher tanto en el palot superior como en el inferior, ya que se han colocado las mallas en esos palots respectivamente. En los conteos, siempre hay un poco más de podrido en la malla lavada en el palot inferior.

Puede verse que el Control el día 7 había podrido un 65% del total de la fruta y el día 14 el 72%, es decir, la fruta que no fue mojada con fungicidas pudrió casi 3/4 del total,

En la muestra 1, el día 14 pudrió un 40%, y a partir de aquí, en las muestras siguientes, el podrido fue disminuyendo, esto es debido, a que, al principio del ensayo, probablemente no se habían mezclado bien los productos dentro del drencher.

En el resto del ensayo, podemos ver que, a los 14 días, se había podrido entre 1/3 y 1/4 de la fruta. Aunque parezca un porcentaje excesivo, hay que tener en cuenta que el podrido en el control alcanzó valores muy altos a día 14, un 72%, algo que no ocurre en la central de manera normal. En cualquier caso, cuando calculamos la efectividad de los tratamientos respecto al Control (calculada como IRP) vemos que este tratamiento alcanzó efectividades entorno al 80-90% a día 7 y de 53-65% a día 14 (Tabla 12).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el ensayo industrial 2, donde se utilizó el tratamiento IMZ + Greencide.

**Tabla 13:** Resultados de las analíticas de las muestras del ensayo industrial 2.

MUESTRA	pH	PAA (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)	IMZ (ppm)	SS (mg/L)	UFC hongos / ml	Patógenos identificados
1	4,07	327	714	464	636	17	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>
2	4,28	333	699	446	-	33	<i>Penicillium sp.</i>
3	4,35	225	612	455	1.204	67	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Cladosporium sp.</i>
4	5,03	393	570	513	1.032	84	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. italicum</i>
5	4,43	66	612	445	1.126	72	<i>Penicillium sp.</i>
6	4,5	57	591	415	1.218	106	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. italicum</i>

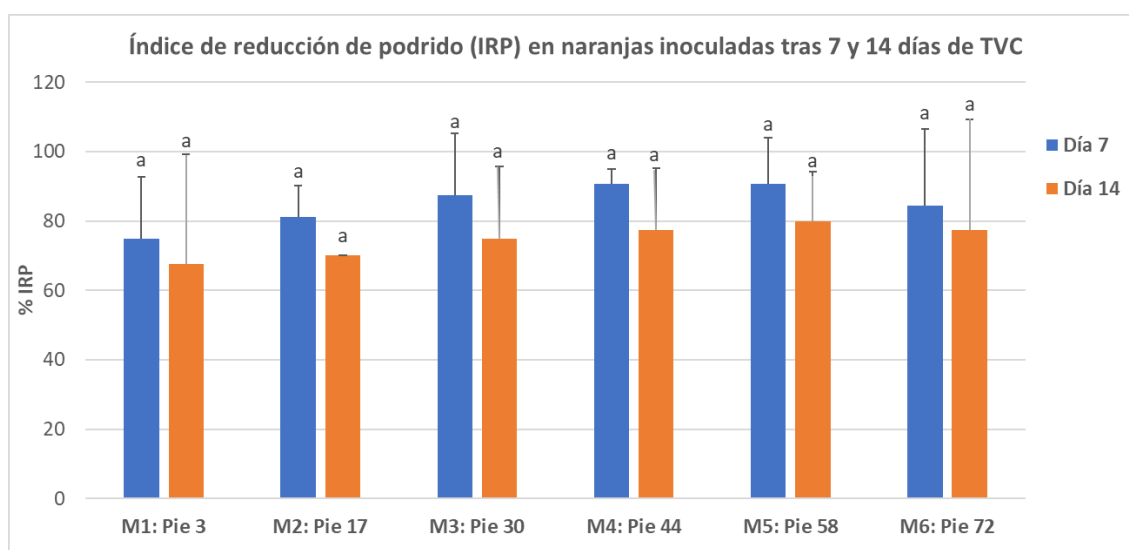
En la tabla 13, pueden verse los resultados obtenidos en los análisis del caldo del ensayo 2. Todos los parámetros están dentro de la normalidad, menos el PAA que no se ha mantenido estable. Esto fue debido a un aumento de espuma en el drencher a mitad del ensayo, que favoreció la degradación del PAA a partir de la muestra 5. Sin embargo, la concentración de IMZ y PAA se mantuvieron estables.

En este caso los niveles de contaminación microbiológica también se mantuvieron relativamente bajos. Tampoco se detectó la presencia de *P. digitatum*, aunque se detectó la presencia de un patógeno adicional, *Cladosporium sp.* (Tabla 13).

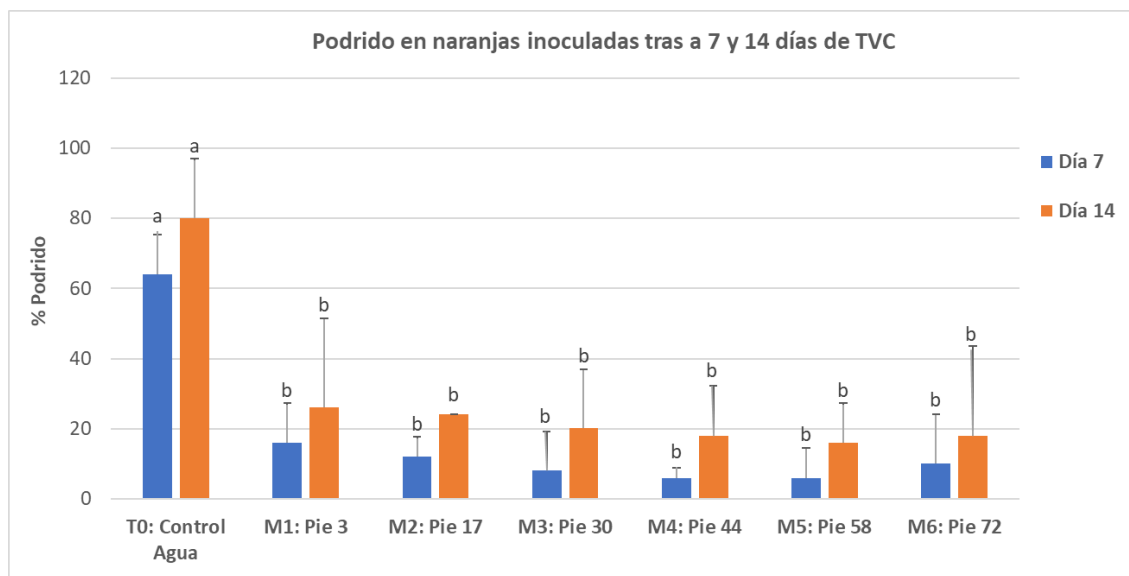


**Tabla 14:** Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo industrial 2.

TRATAMIENTO	% Podrido ( $\pm$ desvest)		% IRP ( $\pm$ desvest)	
	Día 7	Día 14	Día 7	Día 14
Control (Agua)	64,0 $\pm$ 11,3	80,0 $\pm$ 17,0	-	-
Muestra 1: Pie 3	16,0 $\pm$ 11,3	26,0 $\pm$ 25,5	75,0 $\pm$ 17,7	67,5 $\pm$ 31,8
Muestra 2: Pie 17	12,0 $\pm$ 5,7	24,0 $\pm$ 0,0	81,3 $\pm$ 8,8	70,0 $\pm$ 0,0
Muestra 3: Pie 30	8,0 $\pm$ 11,3	20,2 $\pm$ 16,7	87,5 $\pm$ 17,7	74,8 $\pm$ 21,0
Muestra 4: Pie 44	6,0 $\pm$ 2,8	18,0 $\pm$ 14,1	90,6 $\pm$ 4,4	77,5 $\pm$ 17,7
Muestra 5: Pie 58	6,0 $\pm$ 8,5	16,0 $\pm$ 11,3	90,6 $\pm$ 13,3	80,0 $\pm$ 14,1
Muestra 6: Pie 72	10,0 $\pm$ 14,1	18,0 $\pm$ 25,5	84,4 $\pm$ 22,1	77,5 $\pm$ 31,8



**Figura7:** Promedio del IRP en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del IRP de las 2 muestras testadas en cada palot ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).



**Figura 8:** Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con *P. digitatum* en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%. Las barras muestran el promedio  $\pm$  la desvest del porcentaje de podrido de las 2 muestras más el Control, testadas en cada palot ensayado. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en el mismo tiempo de recuento (ANOVA).

Como puede verse en la tabla 14 y en las gráficas 7 y 8, en el Control había podrido más del 50% de la fruta, y a los 14 días, solo quedaba el 20% de la fruta en buen estado. Al igual que en el ensayo 1, cuando se habían lavado solo 3 palots, aún no se habían mezclado bien los productos, obteniendo el mayor % de podrido de todo el ensayo, a partir de aquí, cada vez fue pudriendo menos fruta, hasta, la muestra 5, donde se obtuvieron los mejores resultados. Con este tratamiento, se han obtenido efectividades muy altas a día 7, de hasta el 90%, y de hasta el 80% a día 14 (Tabla 14).

Como puede observarse en la tabla 15, se han realizado distintos análisis de la fruta antes y durante los ensayos para comprobar que no tienen ningún residuo de IMZ ni PIR, en otros términos, no debe contener residuos de fungicidas de síntesis aplicados antes de los ensayos, puesto que, los resultados no serían los esperados.

Se analizaron también dos muestras de fruta, una réplica de cada ensayo antes de ser pasada por el drencher.

Durante el ensayo 1, se tomaron frutos de las muestras 3 y 5, y en el ensayo 2, frutas de las muestras 1, 4 y 6. Se escogen tres porque quiere comprobarse que la concentración de IMZ se mantenga dentro de los LMR y la concentración en el caldo ni aumente ni disminuya.

**Tabla15:** Resultados del análisis de residuos en fruta de los ensayos industriales.

TRATAMIENTO	IMZ (mg/kg)	PIR (mg/kg)
Fruta de campo – Réplica 1	<0,010	<0,010
Fruta de campo – Réplica 2	<0,010	<0,010
Ensayo 1: Muestra 3	0,010	0,024
Ensayo 1: Muestra 5	0,020	0,034
Ensayo 2: Muestra 1	1,300	0,021
Ensayo 2: Muestra 4	0,920	0,062
Ensayo 2: Muestra 6	1,000	0,046

En la tabla 15 se muestran los análisis obtenidos de los residuos, donde podemos apreciar que estamos dentro de los límites sin sobrepasar los LMR permitidos, y que la fruta tratada no había sido mojada con anterioridad a la realización del ensayo con ningún fungicida de síntesis (Tabla 15).

### 4.3 ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Una vez evaluada la efectividad de los tratamientos propuestos, encaminados a reducir el número de m.a., se ha realizado un estudio de su viabilidad económica para su aplicación en la central.

El siguiente presupuesto se ha realizado a partir de los datos obtenidos del programa de gestión de la central citrícola de Benihort, y de los datos sobre el coste de los productos facilitados por Citrosol.

Podemos diferenciar entre la temporada de menor producción (2019/2020) denominado año OFF con una producción total de 34.977.331 de Kg, y la de mayor producción (2020/2021) llamado año ON con una producción total de 45.067.083 de Kg (Tabla 19).

Esa diferencia abismal de 10 millones de kilos entre una temporada y otra es debida, a que muchas de las parcelas son veceras causadas por las características de las distintas variedades, como podría ser, por ejemplo, Navelina Newhall y todas las Valencias (grupo blancas), en especial, Valencia Salustiana y Valencia Late, y el manejo del cultivo, refiriéndose a la poda. Deberían llevarse a cabo podas del 10% de la masa arbórea un año OFF, respecto al 30% en un año ON, de esta manera, las variedades que no son veceras genéticamente, podrán llegar a producciones similares anuales evitando realizar podas severas de más del 30% del arbolado en un año.

En la tabla 16 se muestran los precios de los diferentes productos, proporcionados por Citrosol, detallados como €/ litro en la tabla.

**Tabla 16:** Precios de los productos utilizados en los ensayos.

PRODUCTO	€/lt
Imacide 7,5 LS	19,5
Citropry 40 SC	134
Citrocide Plus	9,92
Fung-cid GRAS SP	3,58
Fung-cid BIO	2,47
Citroboost	6,4
Antiespumante	5,98
Greencide	29
Extracto Vegetal	29

El Greencide y el Extracto Vegetal, no están aún en el mercado, aun así, se ha calculado un precio aproximado, y se les ha estipulado a los dos productos el mismo precio.

A continuación, se ha hecho una estimación de los costes que supondría el uso de cada tratamiento en la central de Benihort. Se han considerado para este estudio todos los tratamientos probados en los ensayos semi-industriales.

Para facilitar el estudio, se han calculado los litros de caldo utilizados cada semana sin imprevistos de producción ni meteorológicos. Los datos generales utilizados para los cálculos posteriores son los siguientes:

- Preparación inicial 1000 litros.
- Cada pie contiene 4 palots o bins, es decir, cada vez que se lava un pie, se lavan 4 bins.
- Cada semana entran unos 1500 pies en el drencher.
- 1 palot de naranja pesa 210 Kg.
- 1 palot de mandarina pesa 230 Kg.
- El drencher se limpia una vez a la semana, con el agua y las materias sólidas sobrantes, se realizan las siguientes acciones legales que se nombran en el punto 1.2.4.2. (mantenimiento del caldo del drencher).
- En el drencher se realizan reposiciones de 6 litros de agua cada pie, es decir, cada vez que se realiza un lavado de 4 bins, estos arrastran una cantidad de agua, que se va perdiendo de los 1.000 litros iniciales, por tanto, hay que ir añadiendo agua.
- La dosis de refuerzo se realiza cada pie, en cada dosis de refuerzo se introducen los litros de agua indicados con su correspondiente dosificación del producto que en ese momento se está utilizando.
- A parte de las dosis de refuerzo, se realizan reposiciones forzadas cada 4 pies, en otros términos, a la 4ª reposición, se realiza una reposición doble, ya que productos como el IMZ, es arrastrado por la materia orgánica, y el Citroside Plus, se va degradando paulatinamente.
- Los litros de caldo gastados por el drencher, pueden variar en función de los litros utilizados en cada reposición. Si hay una climatología húmeda, se añadirán 4 litros, dado que, la fruta podrá absorber menos agua, como pasa, al contrario, cuando la meteorología es seca, se utilizarán 8 litros.

Con estos datos, se han calculado los litros de caldo utilizados en el drencher.

**Tabla 17:** Litros de caldo utilizados por Benihort en una semana.

OPERACIÓN	PIES	lt/reposición	lt totales /semana
Pies / semana	1500	-	-
Llenado inicial	-	-	1.000
Reposiciones	cada pie	6	9.000
Refuerzo dosis	cada 4 pies	6	2.250
		<b>TOTAL</b>	<b>12.250</b>

Basándonos en los precios de los productos de la tabla 16, y en las dosis de cada producto empleadas en cada tratamiento (descritos en detalle en las tablas 2 y 3), se calculó el coste en € por litro de cada tratamiento.

Además, sabiendo cual es el peso de cada recipiente lleno de naranjas o mandarinas, se calculó el precio por Tm de fruta lavada en cada semana de una recolección normal y estable.

**Tabla 18:** Precio de cada tratamiento por Tm de fruta según sea naranja o mandarina.

TRATAMIENTOS	€/lt	€ / semana	€ / Tm Naranja	€/Tm Mandarina
Tto Benihort: IMZ	0,13	1.558,94	1,24	1,13
Tto Benihort: IMZ + PIR	0,40	4.841,94	3,84	3,51
Tto Benihort: IMZ + SK	0,18	2.216,76	1,76	1,61
Tto Citrosol: Alternativo Básico	0,33	4.004,53	3,18	2,90
Tto Citrosol: Ecológico	0,34	4.116,98	3,27	2,99
Tto Citrosol: Greencide + IMZ	0,74	9.027,52	7,16	6,54
Tto Citrosol: Greencide	0,50	6.178,41	4,90	4,48
Tto Citrosol: Greencide + SK	0,43	5.279,26	4,19	3,83
Tto Citrosol: Extracto vegetal 2	0,50	6.178,41	4,90	4,48
Tto Citrosol: Extracto vegetal 2 + IMZ	0,74	9.027,52	7,16	6,54

Como puede apreciarse en la tabla 18, los tratamientos más económicos son los que contienen fungicidas de síntesis, destacando el que solo lleva IMZ, siguiéndolo el que lleva IMZ y SK.

Si realizamos tratamientos ecológicos o alternativos, aumentan aproximadamente el doble los costes.

Si necesitáramos que la fruta nos aguantara más tiempo en las cámaras, deberíamos recurrir a tratamientos que contengan dos m.a. (IMZ + PIR).

Si utilizamos química verde, el coste sigue aumentando, y los menos económicos son los que combinan química verde y fungicidas de síntesis. A medida que aumenta la calidad del tratamiento en concordancia con la sostenibilidad, también aumenta su precio, y en todos los casos, las variaciones son similares (Tabla 18).

Para completar el estudio, se han obtenido los datos del sistema de gestión que detalla los Kg de fruta entrados en la planta por variedad de cítrico (mandarina, clementinas satsumas, limones, pomelos y naranjas). Estos se han agrupado por grupo afín y tamaño, de manera que el grupo Mandarinas, engloba las mandarinas, clementina y satsumas, y el otro grupo, Naranjas, lo forman, naranjas, limones y pomelos. Con esta agrupación, se ha establecido los kg de cada grupo que entran en la central de Benihort en una temporada OFF y en una temporada ON (Tabla 19), y se ha calculado, cuánto costaría lavar la fruta con los diferentes tratamientos utilizados (Tabla 20).

**Tabla 19:** Peso total por grupo y temporada

GRUPO Y TEMPORADA	PESO (kg)
Kg Mandarina Temporada OFF	13.944.278
Kg Naranja Temporada OFF	21.033.053
Kg Mandarina Temporada ON	20.732.856
Kg Naranja Temporada ON	24.334.227

**Tabla 20:** Costes por tratamiento, grupo y temporada

TRATAMIENTOS	€ Mandarina Temporada OFF	€ Naranja Temporad a OFF	€ Mandarina Temporad a ON	€ Naranja Temporad a ON
Tto Benihort: IMZ	15.769,46	23.767,34	25.708,74	30.174,44
Tto Benihort: IMZ + PIR	48.983,02	73.826,01	79.614,16	93.443,43
Tto Benihort: IMZ + SK	22.467,99	33.863,21	36.489,82	42.828,23
Tto Citrosol: Alternativo Básico	40.470,30	60.995,85	65.930,48	77.382,84
Tto Citrosol: Ecológico	41.726,28	62.888,82	67.796,43	90.036,63
Tto Citrosol: Greencide + IMZ	91.267,51	137.556,6	148.447,24	174.233,06
Tto Citrosol: Greencide	62.519,64	94.228,70	101.590,90	119.237,10
Tto Citrosol: Greencide + SK	53.478,71	80.556,90	86.870,66	101.960,10
Tto Citrosol: Extracto vegetal 2	62.519,64	94.228,07	101.590,90	119.237,10
Tto Citrosol: Extracto vegetal 2 + IMZ	91.267,51	137.556,60	148.447,24	174.233,06

En la tabla 20 se ha realizado el cálculo de los costes en las diferentes temporadas diferenciando por tipo de tratamientos y grupos. Como sabemos lo que cuesta lavar una Tm de fruta y los Kg totales a lavar de cada grupo, se ha podido calcular lo que costaría lavar toda la fruta si la laváramos con un único tratamiento (Tabla 20).

Esto no se podría extrapolar a la realidad, ya que, durante la temporada, se utilizan diversos tratamientos, debidos a las diferentes condiciones meteorológicas, tiempo de estancia de la fruta en cámaras, exigencias de los distintos pedidos y clientes, diferentes manejos de las distintas variedades, etc. Dicho esto, el técnico de línea en cuestión, en combinación con el técnico de Citrosol, debe ir acondicionando las dosificaciones de los caldos con las exigencias del mercado.

## 5 CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que:

- Algunos tratamientos de química verde testados han mostrado una gran eficacia, comparable a la eficacia de los tratamientos con fungicidas de síntesis utilizado actualmente en la industria.
- Por tanto, sería posible reducir el número de m.a. en los tratamientos postcosecha utilizando productos naturales, sin perder eficacia en el control de podredumbres.
- Como se ha podido ver en los resultados de los ensayos, los fungicidas de síntesis muestran gran efectividad, y en combinación con los tratamientos que llevan productos de química verde, obtenemos reducción en m.a. Su único hándicap es un aumento de los costes.
- En un futuro próximo, es una buena alternativa utilizar fungicidas de residuo 0, ya que la sociedad demanda la reducción de los pesticidas de síntesis, ofreciendo unas buenas prácticas culturales respetando la biodiversidad.
- Valorando el estudio económico, puede deducirse que, a menor número de m.a., mayores costes de los tratamientos. Sí que es verdad que los costes aumentan mucho con los tratamientos de química verde respecto a los de fungicidas de síntesis, pero en un futuro, seguramente, no tendremos otra opción, ya que estarán todos prohibidos.
- En este sentido, hay que tener en cuenta, que los costes de gestión de residuos cuando utilizamos fungicidas de síntesis son altos, por lo que parte del aumento de costos generado por el uso de tratamientos de química verde, podría ser compensando por una reducción de los gastos de gestión de residuos.

En la realización del TFG, se ha podido observar, las distintas líneas de trabajo, desarrollando todas las posibilidades que nos podemos encontrar en un futuro, para abordar los distintos problemas que nos pueden causar los patógenos en post-recolección.

A modo de cierre de este trabajo, cabe destacar, la gran efectividad de algunos de los tratamientos elegidos, con la utilización de la química verde, que, aunque sean, más caros que los fungicidas de síntesis, en un futuro próximo, debido a las restricciones que nos iremos encontrando en la utilización de pesticidas, nos tocará utilizarlos forzosamente.

El resultado más relevante de esta investigación es la gran efectividad de los fungicidas de síntesis en la combinación de los extractos naturales.

Cabe destacar aquí la relevancia que tiene el IMZ, en combinación con los extractos vegetales, pudiendo prescindir del PIR en sustitución con el SK.

En términos comparativos de los distintos tratamientos, se observan % de podridos similares en la fruta tratada con fungicidas de síntesis y extractos vegetales.



Sin embargo, se debe seguir trabajando en la evaluación como líneas futuras para poder llegar a perfeccionar esos tratamientos, para poder evitar la utilización de ciertas m.a., cada vez más perseguidas por las instituciones, con el fin de eliminar esos compuestos.

Actualmente, los precios de los extractos vegetales son mucho más caros que los fungicidas de síntesis, pero en un futuro, estaremos obligados a utilizarlos.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

AGRICONSA S.A., (2022). *Anecop, Agriconsa*. Disponible en:

<https://anecoop.com/grupo-anecoop/espana/agriconsa/>

[Consulta 21/04/22]

AGROAMBIENT GVA .Valenciana, G. d. Disponible en:

<https://agroambient.gva.es/documents/163214705/175101648/Bolet%C3%ADn+de+Avisos+n%C2%BA%208%2C%20mayo+2021+Residuos+c%C3%ADtricos+actualitzat+3.pdf/ab88f1c1-87b7-4151-bd6a-540ea0e6b917>

[Consulta 25/04/22]

AGRO ENEAE business school. (17 de 05 de 2017 ). *cooperativas agrarias funcionamiento derechos y deberes-de los socios*. Disponible en:

[https://agroinfo.enaes.es/cooperativas-agrarias-funcionamiento-derechos-y-deberes-de-los-socios/?\\_adin=02021864894#gref](https://agroinfo.enaes.es/cooperativas-agrarias-funcionamiento-derechos-y-deberes-de-los-socios/?_adin=02021864894#gref)

[Consulta 02/04/22]

Anónimo. (15 de 05 de 2022). *Wikipedia. Kaufland*. Disponible en:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Kaufland>

[Consulta 21/04/22]

Anónimo. (15 de 05 de 2022). *Wikipedia. Lidl*. Disponible en:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Lidl>

[Consulta 21/04/22]

Benihort. (2022). *Benihort*. Disponible en:

<https://www.benihort.com/>

[Consulta 01/04/22]

Biodiversity grow. (2022). *Biodiversity, Reducción de Fitosanitarios*. Disponible en:

<http://biodiversitygrow.com/BIODIVERSITY-GROW/REDUCCION-FITOSANITARIOS/>

[Consulta 6/04/22]

Certiseurope. (26 de 07 de 16). Disponible en:

<http://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/limites-de-residuos-en-fitosanitarios/>

[Consulta 27/03/22]

Citrosol Advanced postharvest sollutions. (17 de 06 de 2021). Disponible en:

<https://www.citrosol.com/>

[Consulta 03/04/22]

Citrosol. (2022). Disponible en:

<https://www.citrosol.com/wp-content/uploads/2020/06/GUIA-DE-PRODUCTOS.pdf>

[Consulta 29/03/22]

DECCO Naturally Postharvest. (21 de 12 de 2016). *Deccoiberica*. Disponible en:

<https://www.deccoiberica.es/claves-para-un-buen-control-de-enfermedades-en-postcosecha/>  
[Consulta 21/04/22]

DECCO Naturally Posharvest. (17 de 07 de 2017). *Deccoiberica*. Disponible en:  
<https://www.deccoiberica.es/tipos-de-drencher-de-cadenas-o-de-cabina/>  
[Consulta 21/04/22]

DECCO Naturally Posharvest. (20 de 07 de 2017). *Deccoiberica*. Disponible en:  
<https://www.deccoiberica.es/ceras-comestibles-y-recubrimientos-decco-una-apuesta-constante-id/>  
[Consulta 21/04/22]

DECCO Naturally Postharvest. (25 de 01 de 2018). *deccoiberica*. Disponible en:  
<https://www.deccoiberica.es/productos-lavado-de-fruta-postcosecha/>  
[Consulta 21/04/22]

DECCO Naturally Postharvest. (09 de 08 de 2019). *deccoiberica*. Disponible en:  
<https://www.deccoiberica.es/cuales-son-los-tipos-de-fungicidas-mas-ade cuados-en-postcosecha/>  
[Consulta 21/04/22]

DOUE. Gobierno de España. (03 de 23 de 2005). *Reglamento (CE) nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas*. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2005-80504>  
[Consulta 27/04/22]

Dysa. (2022). *Dysa, Antiespumante A.F.* Disponible en:  
[https://www.dydsa.com/ft/fds\\_antiespumante\\_af\\_es.pdf](https://www.dydsa.com/ft/fds_antiespumante_af_es.pdf)  
[Consulta 15/04/22]

ec.europa. (05 de 04 de 2022). *Un pacto verde europeo, prioridades 2019-2024*. Disponible en:  
[https://www.ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_es#thebenefitsoftheeuropeangreendeal/](https://www.ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es#thebenefitsoftheeuropeangreendeal/)  
[Consulta 30/03/22]

ENEAE. (2017). *ENEAE. Agroinfo. Cooperativas agrarias funcionamiento derechos y deberes de los socios*. Disponible en:  
[https://agroinfo.enaes.es/cooperativas-agrarias-funcionamiento-derechos-y-deberes-de-los-socios/?\\_adin=02021864894#gref](https://agroinfo.enaes.es/cooperativas-agrarias-funcionamiento-derechos-y-deberes-de-los-socios/?_adin=02021864894#gref)  
[Consulta 17/04/22]

Freshplaza. Tech Money.pl. (15 de 01 de 2015). *Los productores polacos de manzanas reducirán el contenido de plaguicidas*. Disponible en:  
<https://www.freshplaza.es/article/87088/los-productores-polacos-de-manzanas-/>  
[Consulta 09/04/22]

Geenpeace España. (2022). *Archivo Greenpeace, Reducción progresiva de fitosanitarios*.

Disponible en:

<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Soluciones-y-demandas/Agricultura-ecologica/>

[Consulta 06/04/22]

Gobierno de España, Ministerio de Consumo, Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición. (s.f.). (2022). *AESAN.GOB*. Disponible en:

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/detalle/residuos\\_productos\\_fitosanitarios.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/residuos_productos_fitosanitarios.htm)

[Consulta 19/04/22]

syngenta. (s.f.). Cultivo de cítricos soluciones syngenta. Disponible en:

<https://www.syngenta.es/cultivos/citricos/soluciones-syngenta-citricos>

[Consulta 23/03/22]

Indulleida. (2022). *Indulleida*. Disponible en:

<http://www.indulleida.com/empresa/>

[Consulta 21/04/22]

*Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Gestión de Plagas y Enfermedades en Cítricos*. (2010). Disponible en:

<http://gipcitricos.ivia.es/citricultura-valenciana>

[Consulta 25/04/22]

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. (2010). I.V.I.A. *Gipcítricos. Umbrales de intervención*. Disponible en:

<http://gipcitricos.ivia.es/umbrales-de-intervencion.html>

[Consulta 25/04/22]

MAS naturalmente sano. (30 de 03 de 2021). *blog supermercados más*. Disponible en:

<https://blog.supermercadosmas.com/ventajas-del-consumo-de-productos-bio-y-ecologico/>

[Consulta 17/03/22]

Ministerio de Agricultura y Pesca. (2020). Disponible en:

[https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal-notainformativareferentealosusosprofesionalesyusosnoprofesionalesdeproductosfitosanitarios\\_3\\_tcm30-440562.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/notainformativareferentealosusosprofesionalesyusosnoprofesionalesdeproductosfitosanitarios_3_tcm30-440562.pdf)

[Consulta 03/05/22]

Ministerio de Agricultura y Pesca, VVAA. (2014). *Gobierno de Espanya. Ministerio de Agricultura y Pesca*. Disponible en:

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/guias-gestion-plagas/citricos-subtropical/default.aspx>

[Consulta 10/04/22]

Navarro, L. (2011). Mejora genética de los cítricos, métodos de obtención y leyes de protección de nuevas variedades. *Vida rural* (328), 58-66.

[Consulta 24/03/22]

Ramón Manzana S.L. (22 de 07 de 2016). *Manzana de Nules*. Disponible en:

<https://www.manzana-nules.com/2016/12/22/buenas-practicas-para-recoleccion-citricos/>

[Consulta 02/06/22]

Tuset, J. (1987). *Podredumbres de los frutos cítricos*. Valencia, España: Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Pesca.

[Consulta 12/04/22]

Valencia bonita. (21 de 12 de 2015). Disponible en:

<https://www.valenciabonita.es/2015/12/21/historia-naranja-valenciana/>

[Consulta 15/03/22]

Wardowski, W., Miller, W., Hall, J., & Grierson, W. (2006). *Fresh Citrus Fruit: 2nd Edition*.

Longboat Key, Florida: Florida Science Source, Inc.

[Consulta 12/04/22]

Wikipedia, A. (9 de junio de 2022). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación*.

Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n\\_de\\_las\\_Naciones\\_Unidas\\_para\\_la\\_Alimentaci%C3%B3n\\_y\\_la\\_Agricultura](https://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_de_las_Naciones_Unidas_para_la_Alimentaci%C3%B3n_y_la_Agricultura)

[Consulta 12/04/22]

ZVM zumos valencianos del Mediterraneo. (20 de 11 de 2021). *Zuvamesa*. Disponible en:

<http://www.zuvamesa.com/es/categoría-producto/zumos-nfc/>

[Consulta 29/03/22]

## 7 ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> LMR autorizados en la Unión Europea y en Estados Unidos para los principales fungicidas utilizados en post-cosecha de cítricos. ....	24
<b>Tabla 2:</b> Tratamientos empleados en el primer ensayo de control de podrido. ....	39
<b>Tabla 3:</b> Tratamientos empleados en el segundo ensayo de control de podrido. ....	39
<b>Tabla 4:</b> Tratamientos empleados en los ensayos de control de podrido. ....	44
<b>Tabla 5:</b> Resultados de las analíticas de los tratamientos del Ensayo 1. ....	49
<b>Tabla 6:</b> Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo 1.....	50
<b>Tabla 7:</b> Resultados del análisis de residuos en fruta del ensayo 1. ....	52
<b>Tabla 8:</b> Resultados de las analíticas de los tratamientos del Ensayo 2 .....	53
<b>Tabla 9:</b> Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo 2.....	54
<b>Tabla 10:</b> Resultados del análisis de residuos en fruta del ensayo 2.....	56
<b>Tabla 11:</b> Resultados de las analíticas de las muestras del ensayo industrial 1. ....	57
<b>Tabla 12:</b> Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC del ensayo industrial 1 ....	58
<b>Tabla 13:</b> Resultados de las analíticas de las muestras del ensayo industrial 2. ....	60
<b>Tabla 14:</b> Resultados del % podrido y del % IRP a día 7 y 14 de TVC de ensayo industrial 2. ....	61
<b>Tabla 15:</b> Resultados del análisis de residuos en fruta de los ensayos industriales. ....	63
<b>Tabla 16:</b> Precios de los productos utilizados en los ensayos.....	64
<b>Tabla 17:</b> Litros de caldo utilizados por Benihort en una semana.....	65
<b>Tabla 18:</b> Precio de cada tratamiento por Tm de fruta según sea naranja o mandarina. ....	66
<b>Tabla 19:</b> Peso total por grupo y temporada .....	67
<b>Tabla 20:</b> Costes por tratamiento, grupo y temporada .....	67

## 8 ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Promedio IRP en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%.....	50
<b>Figura 2:</b> Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%.....	51
<b>Figura 3:</b> Promedio IRP en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%.....	54
<b>Figura 4:</b> Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 80-85%.....	55
<b>Figura 5:</b> Promedio del IRP en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%.....	59
<b>Figura 6:</b> Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%.....	59
<b>Figura 7:</b> Promedio del IRP en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en los distintos tratamientos ensayados respecto al Control sin tratar, tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%.....	61
<b>Figura 8:</b> Promedio del porcentaje de podrido en naranjas inoculadas con <i>P. digitatum</i> en el Control sin tratar y en los distintos tratamientos ensayados tras 7 y 14 días almacenadas a 22°C y una humedad relativa del 60-90%.....	62

## 9 ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1:</b> Imagen de la fruta de la fruta en el momento que se realiza el escandallo (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	6
<b>Imagen 2:</b> Imágenes del drencher de cadenas (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	8
<b>Imagen 3:</b> Imagen de la cámara de conservación (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	9
<b>Imagen 4:</b> Imagen de la cámara de desverdizado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	10
<b>Imagen 5:</b> Imagen de la cámara de preenfriado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	10
<b>Imagen 6:</b> Imágenes del volcador (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	11
<b>Imagen 7:</b> Imágenes de la previa, donde puede apreciarse la realización del primer triaje (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	11
<b>Imagen 8:</b> Imagen de la lavadora (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	12
<b>Imagen 9:</b> Imagen del túnel de secado (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). ....	12
<b>Imagen 10:</b> Imagen de las boquillas de encerado fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	13
<b>Imagen 11:</b> Imagen de la fruta al pasar por el calibrador (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	13
<b>Imagen 12:</b> Imagen de la fruta al desplazarse por los singulizadores en dirección a las diferentes zonas de confección (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	13
<b>Imagen 13:</b> Imagen de las graneleras (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). ....	14
<b>Imagen 14:</b> Imagen de bultos paletizados en el interior del camión, preparados para su distribución (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	14
<b>Imagen 15:</b> Imágenes de fruta infectada con algunos de los principales hongos patógenos de cítricos (Imágenes de Productos Citrosol S.A.). .....	19
<b>Imagen 16:</b> Imagen de la fruta seleccionada después de la tría (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	37
<b>Imagen 17:</b> Imagen del mojado del punzón con la solución de esporas (Imágenes de Productos Citrosol S.A.). .....	38
<b>Imagen 18:</b> Imagen de la inoculación de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	38
<b>Imagen 19:</b> Imagen del emmallado de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	38
<b>Imagen 20:</b> Imagen de la dosificación de los productos (Imagen de Productos Citrosol S.A.)... ..	40
<b>Imagen 21:</b> Imagen del mojado de la fruta (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	40
<b>Imagen 22:</b> Imagen de la medición del pH (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	40
<b>Imagen 23:</b> Imagen de la medición del PAA (Imagen de Productos Citrosol S.A.). .....	41
<b>Imagen 24:</b> Imágenes de la cámara TVC (Imágenes de Productos Citrosol S.A.). .....	41
<b>Imagen 25:</b> Imágenes del recuento de la fruta el día 7, donde puede apreciarse el podrido por <i>Penicillium digitatum</i> (Imágenes de Productos Citrosol S.A.). .....	42
<b>Imagen 26:</b> Imagen de la tría de la fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .	43
<b>Imagen 27:</b> Imagen de la inoculación de la fruta (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	43
<b>Imagen 28:</b> Imagen de la fruta emmallada (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	44



<b>Imagen 29:</b> Imágenes del llenado inicial del drencher (Imágenes de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	44
<b>Imagen 30:</b> Imagen del bañado del Control (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	45
<b>Imagen 31:</b> Imagen de la colocación de las mallas en los palots (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	45
<b>Imagen 32:</b> Imagen los distintos elementos para la toma de resultados (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	46
<b>Imagen 33:</b> Imagen de las muestras del caldo preparadas para ser analizadas (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	46
<b>Imagen 34:</b> Imagen de las diferentes muestras encajadas (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	46
<b>Imagen 35:</b> Imagen del recuento día 7 tratamiento 1 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	47
<b>Imagen 36:</b> Imagen del recuento día 7 tratamiento 2 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	47
<b>Imagen 37:</b> Imagen del recuento día 14 tratamiento 1 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	48
<b>Imagen 38:</b> Imagen del recuento día 14 tratamiento 2 (Imagen de la Cooperativa San Isidro de Benicarló). .....	48

## 10 ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BNa: Bicarbonato sódico

C.V.: Comunidad Valenciana

Desvest: Desviación estandar

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: Peróxido de hidrógeno

IMZ: Imazalil

IRP: Índice de Reducción de Podrido

LMR: Límites Máximos de Residuos

PAA: Ácido peracético

PIR: Pirimetanil

SK: Sorbato potásico

SS: Sólidos en Suspensión

TVC: Test de Vida Comercial

UFC: Unidades Formadoras de Colonias