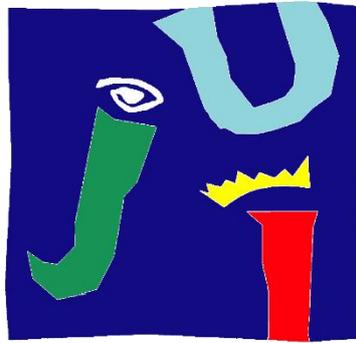


**Escuela Superior de Tecnología y Ciencias  
Experimentales**



**UNIVERSITAT  
JAUME·I**

**INGENIERÍA AGROALIMENTARIA  
Y DEL MEDIO RURAL**

**ESTUDIO DE DISTINTOS PRODUCTOS  
FITORREGULADORES PARA  
RETRASAR LA ABSCISIÓN DE FRUTOS  
CÍTRICOS EN LA VARIEDAD LANE  
LATE**

Estudiante: Javier Lengua Álvaro

Tutora: Paloma Sánchez Bel

Convocatoria: 2ª convocatoria



## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b> .....	8
<b>1.1. Variedades</b> .....	10
<b>1.2. Climatología</b> .....	14
<b>1.3. Productos fitorreguladores</b> .....	18
<b>1.3.1. Brotomax</b> .....	18
<b>1.3.2. Amen</b> .....	19
<b>1.3.3. Citriup</b> .....	20
<b>1.3.4. HF-Calibra</b> .....	21
<b>1.4. Productos complementarios</b> .....	22
<b>1.4.1. Fosfato monoamónico</b> .....	22
<b>1.4.2. Alexin</b> .....	23
<b>1.4.3. Labin Mojante Plus</b> .....	24
<b>2. Objetivo y plan de trabajo</b> .....	25
<b>2.1. Objetivo</b> .....	25
<b>2.2. Plan de trabajo</b> .....	25
<b>3. Material y métodos</b> .....	26
<b>3.1. Material utilizado</b> .....	26
<b>3.2. Métodos</b> .....	28
<b>3.2.1. Elección y marcaje de los árboles objeto de estudio</b> .....	28
<b>3.2.2. Aplicación de los tratamientos</b> .....	30
<b>3.2.3. Recogida de datos de caída</b> .....	35

3.2.4. Cálculo de la eficiencia de los fitoreguladores.....	35
3.2.5. Recogida de datos de temperatura y precipitaciones.....	36
3.2.6. Cálculo de coste de cada tratamiento por ha.....	37
3.2.7. Cálculo de la rentabilidad económica comparada de los tratamientos por ha.....	42
3.2.8. Análisis estadístico de los datos.....	45
4. Resultados.....	46
4.1. Datos climatológicos.....	46
4.1.1. Pluviometría.....	46
4.1.2. Temperatura.....	47
4.1.3. Humedad.....	48
4.1.4. Viento.....	49
4.1.5. Horas sol.....	50
4.2. Conteo inicial de frutos y porcentaje de caída de los mismos.....	51
4.3. Cálculo de producción por ha de cada tratamiento.....	52
4.4. Estudio de rentabilidad económica.....	55
4.5. Coste de cada tratamiento por ha.....	57
4.6. Cálculo de la rentabilidad económica de cada tratamiento por ha.....	58
5. Discusión.....	61
6. Conclusión.....	62
7. Bibliografía.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Calendario de recolección de cítricos.

Figura 2: Naranja madura y verde por fuera.

Figura 3: Brotomax.

Figura 4: Amen.

Figura 5: Citriup.

Figura 6: HF Calibra.

Figura 7: Fosfato monoamónico.

Figura 8: Alexin.

Figura 9: Labin Mojante Plus.

Figura 10: Vista aérea finca.

Figura 11: Árbol Lane late dónde se aplicó tratamiento

Figura 12: Parcela donde se hizo el estudio.

Figura 13: Marcaje y distribución de los árboles.

Figura 14: Representación de la aplicación de los tratamientos.

Figura 15: Carretilla pulverizadora.

Figura 16: Manguera de pulverizar.

Figura 17: Pistola pulverizadora.

Figura 18: Cinta para marcar árboles.

Figura 19: Plano estación meteorológica.

Figura 20: Marco plantación de la plantación dónde se hizo el estudio.

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Tabla propiedades fruto Lane late

Tabla 2: Tabla de los tratamientos aplicados

Tabla 3: Tabla número de frutos por árbol antes de tratamiento.

Tabla 4: Tabla número de frutos caídos semanalmente.

Tabla 5: Tabla porcentaje de frutos caídos semanalmente.

Tabla 6: Tabla valores descriptivos obtenidos en el análisis de los datos ANOVA.

Tabla 7: Tabla ANOVA.

Tabla 8: Tabla subconjuntos homogéneos.

Tabla 9: Tabla de porcentajes de beneficios por ha

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1: Gráfica precipitaciones.

Gráfica 2: Gráfica temperatura.

Gráfica 3: Gráfica humedad.

Gráfica 4: Gráfica viento.

Gráfica 5: Gráfica horas sol.

Gráfica 6: Gráfica de resultados de caída.

Gráfica 7: Producción por ha.

Gráfica 8: Gastos por ha.

Gráfica 9: Ingresos por ha.

Gráfica 10: Gráfica de beneficios por ha.

## 1. Introducción

El fruto cítrico, como la mayoría, a medida que va madurando va disminuyendo su fuerza de sujeción al árbol, esto puede concluir en la caída de este, tanto de forma fisiológica como por medios mecánicos; viento, al pasar maquinaria agrícola, etc.

Hay variedades de cítricos que es necesario mantenerlas durante más tiempo en el árbol, ya sea porque son variedades en las cuales el fruto cae con mayor facilidad, por la necesidad de retrasar la época de recolección de estos o por el simple hecho de ser variedades con una maduración y recolección tardía. Por tanto, el fruto debe estar bien sujeto al árbol para no caer.

El fruto se separa del árbol siempre por la misma zona, esta zona es la llamada zona de abscisión y se encuentra entre el cáliz y el fruto, aquí se crea la capa de abscisión, producida debido a la degradación de las paredes celulares por la acción de hidrolasas, como la celulasa, sobre la celulosa de la corteza (Ruiz et al, 2001). Existen diferentes hormonas que son capaces de alterar este proceso, el etileno, que lo acelera, y las auxinas, que lo ralentizan.

Actualmente, hay diferentes tratamientos para remediar este problema, todos ellos o la mayor parte son fitorreguladores hormonales con base de auxinas, uno de los más utilizados es el HF-Calibra

Los efectos provocados por las auxinas de síntesis en los frutos son muy parecidos para todas. El efecto más notable es el crecimiento coincidente de los

diferentes tejidos del fruto. Aunque su efecto directo es solamente sobre las células de la pulpa, el tamaño de la corteza y el porcentaje de zumo dependen del tamaño de la pulpa, por tanto, de forma indirecta, del efecto de las auxinas (Agustí et al., 1991)

Según Almela et al., en 1997 la adición de auxinas en los tratamientos para retrasar la abscisión de frutos cítricos resulta imprescindible.

La aplicación de este tipo de tratamientos puede tener varios efectos perjudiciales para el árbol. Las auxinas tienen un efecto inhibitor de la floración, por tanto, en la primavera siguiente a la aplicación tendremos una menor brotación y esto disminuirá la producción. El uso de auxinas también puede producir fitotoxicidad en cítricos, deformación y enrollamiento de hojas son los efectos más típicos, aunque solo se dan en las brotaciones que coincide con la aplicación del tratamiento (Agustí et al., 2004) Es por ello por lo que existe la necesidad de realizar otro tipo de tratamientos con productos que no causen daños en el árbol y no afecten a la próxima producción.

Además, hoy en día y cada vez más, los requisitos en cuanto a residuos por parte de la Unión Europea y de la mayor parte de mercados de todo el mundo son mayores y la cantidad de estos permitida en fruto es cada vez menor. Para poder gestionar esta situación los productores se ven obligados a utilizar productos fitosanitarios que dejen una menor cantidad de residuos en el fruto para cumplir con los requisitos sanitarios.

HF Calibra es uno de los productos más utilizados para retrasar la abscisión de frutos en la variedad Lane late en la empresa PROVEFE, S.A. y en otras

muchas, pero cada vez más se está viendo que la aplicación de este tratamiento no es rentable, ya que es un producto muy caro y los resultados no compensan el gasto de este. Es por ello, por lo que en este trabajo de final de grado vamos a comparar la eficiencia de tres productos fitorreguladores comerciales como son el Brotomax, Amen y Citriup con este. Estos tres son productos fitorreguladores formados a base de hormonas que provienen de extractos de plantas para retrasar la abscisión del fruto cítrico.

### **1.1. Variedades**

La elección de la variedad era muy importante para el posterior estudio, era imprescindible que se eligiera una variedad que se viera realmente afectada por el problema que tratábamos de solucionar, es decir, que tenga una recolección tardía y tenga la necesidad de mantener el fruto durante más tiempo unido al árbol. Las principales variedades que reúnen estos requisitos y además se cultivan bastante en la provincia de Castellón son las siguientes; Navelate, Lane late, Powell, Midnight y Valencia late. Como la empresa PROVEFE, S.A. dispone de una finca con árboles de la variedad Lane late elegimos esta variedad para nuestro estudio. La variedad Lane late es una de las más cultivadas en España, hecho que aporta valor a nuestro estudio. La época de recolección orientativa de la variedad Lane late varía desde mediados de enero hasta mediados de abril, es por ello por lo que el fruto necesita aguantar mucho tiempo en el árbol, y esto no sería posible sin la aplicación de algún producto fitorregulador.



**Figura 1. Calendario recolección cítricos**

Cada variedad de cítricos presenta unas características tanto agronómicas como organolépticas que la hacen diferente de otra cualquiera. Es muy importante conocerlas para poder llevar a cabo su cultivo de forma correcta y saber que prácticas se le deben aplicar para poder conseguir unos buenos resultados, es decir, cosechar una gran cantidad de frutos cada año.

Las características agronómicas más importantes de la variedad Lane late en relación con el presente estudio son las relacionadas con el fruto y su desarrollo, esto es la época de recolección y la maduración.

La variedad Lane late está considerada una variedad de recolección tardía. Su época de recolección orientativa varía desde mediados de enero a mediados de abril, aunque la práctica real de la recolección puede darse fuera de estos límites cronográficos.

La maduración es el proceso de cambios que se dan en el fruto cuando este alcanza el tamaño máximo, los cambios que se producen son de carácter externo, de textura y de sabor.

Los frutos inmaduros son de color verde. Cuando este comienza a madurar, se degradan las clorofilas a y b, por tanto, los pigmentos amarillos y naranja comienzan a surgir y aumentar su presencia. Esto hace que aumente el contenido de carotenoides. Los factores más importantes en la determinación del color son la humedad (Soule y Grierson, 1986), luminosidad (Iwagaki, 1981) y temperatura (Young y Erickson, 1961).

Según Huff (1983) los cambios de color en la piel del fruto se deben a la alteración que los factores ambientales provocan en el azúcar y el nitrógeno presentes en la corteza.

En las variedades tardías como la Lane late la maduración se da cuando la temperatura comienza a aumentar, por tanto, la sacarosa aumenta poco su presencia en el fruto.

Aunque la maduración y la coloración estén relacionadas por el tiempo y la época en que se producen, son procesos completamente distintos y regulados por mecanismos diferentes.

La maduración pertenece al Estadio principal de desarrollo 8 en la escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie), esta escala consiste en un código decimal formado por los diferentes estadios de crecimiento principales y secundarios, la escala está basada en el código desarrollado por Zadoks et al (1974).

- 81: El fruto empieza a colorear (cambio de color)

- 83: El fruto está maduro para ser recolectado, aunque no ha adquirido todavía su color característico.
- 85: Maduración avanzada; se va incrementando el color característico de la variedad Lane late.
- 89: Fruto maduro y apto para el consumo: tiene su sabor y firmeza naturales; comienza la senescencia y la abscisión.

La mayoría de los procesos de la maduración pueden ser controlados hormonalmente. Retrasar la coloración de un fruto cítrico es un proceso relativamente sencillo, pudiendo hacerse en campo o en la cámara una vez haya sido recolectado. En el caso de la maduración interna del fruto cítrico, el proceso es más complicado, el estado de maduración depende de la relación E/A, y de la relación extracto seco/acidez, la cual deberá ser de 6,5/1 para considerarse apta para comercializar por su índice de madurez, en el caso de la variedad Lane late. Además, el porcentaje de zumo mínimo en esta variedad respecto al peso total del fruto ha de ser de un 33%, como la mayoría de las variedades pertenecientes al grupo Navel. Por tanto, el fruto tiene que mantenerse en el árbol hasta alcanzar estos datos.



**Figura 2. Imagen naranja madura y verde por fuera**

Las propiedades organolépticas de una materia cualquiera son sus características generales en cuanto a textura, color, sabor y olor se refiere.

Las naranjas de la variedad Lane late presentan una textura mucho más fina que cualquiera del grupo Navel. Debido a su piel lisa originada en la mutación inicial que dio lugar a la variedad.

Como el resto de las variedades del grupo Navel, la coloración de esta es “naranja-rojiza”, con un índice de color de 12, según la relación desarrollada por Jimenez-Cuesta et. al., en 1981, donde valores inferiores a -7 representan una tonalidad verde, los comprendidos entre -7 y +7 son colores entre verde, amarillo y naranja y los que superan el +7 ya indican tonos naranjas que aumentan su intensidad a medida que aumenta el índice de coloración.

<b>PROPIEDADES LANE LATE</b>	
Peso (g)	200/-230
Diametro (mm)	75-80
Forma	Redonda Diametro/Altura=1,02
Corteza (mm)	3,5-4
Color	Naranja Ic=12
% zumo	55-58
Semillas	No

Tabla 1. Tabla propiedades fruto Lane late.

## 1.2. Climatología

### Pluviometría

Cada cultivo tiene una necesidad de agua distinta (Allen et al., 1998), en el caso de los cítricos esta necesidad esta entre los 7.500 y los 12.000m<sup>3</sup> (Manuel

Agustí., 2003). Para que esta lluvia sea eficaz e influya positivamente en el desarrollo de las plantas tiene que estar bien distribuida en el tiempo. Es decir, si esta necesidad supone que la precipitación anual sea de entre 750 y 1200 mm y solo en un día caen 150 mm no serán aprovechados debidamente porque el suelo se saturará y gran parte de esta agua se perderá por la escorrentía superficial. Por otro lado, si la pluviometría es demasiado baja tampoco se aprovecha ya que se evapora antes de ser absorbida por las raíces. Por eso, la situación ideal para el cultivo es que se produzca un equilibrio de precipitaciones y se reparta de forma correcta anualmente. La acidez libre y la SST (acidez total titulable) están afectados por la cantidad de lluvia, sobre todo en los meses anteriores a la recolección del fruto, cuando hay lluvia en estos meses la acidez final disminuye (Sanchez et al., 1979). Además, tanto la forma del fruto como el grosor de la corteza se ven afectados también por la pluviometría. Los árboles que sufren un estrés hídrico producen frutos con una menor consistencia en su corteza y cuando llega la hora del transporte tras la recolección estos son más sensibles a los golpes y la manipulación.

### **Temperatura**

El factor climático más determinante para el correcto desarrollo de los árboles en general es la temperatura, tanto para el crecimiento vegetativo, como para la floración, producción y calidad de frutos (Agustí et al., 2003). El rango de temperaturas idóneo para el cultivo de cítricos está entre los 25°C y los 30°C, temperatura en la que la actividad fotosintética es máxima. En el momento del cuajado del fruto la temperatura juega un papel determinante para que se lleve a cabo este proceso.

Pueden cuajar en un rango amplio de temperaturas, pero la temperatura óptima para aumentar la viabilidad del polen está en los 13°C. También el tamaño final del fruto viene condicionado por la temperatura a la que se expone este en la fase I de desarrollo. Además de esto, influye en la coloración del fruto, las temperaturas altas mantienen alto el nivel de clorofila, por tanto, el fruto se mantiene verde, cuando la temperatura disminuye comienza a degradarse la clorofila de la corteza y se inicia la síntesis de carotenoides, proporcionando los colores naranjas rojizos finales, en el caso de la Lane late. El valor a partir del cual se inicia la degradación de la clorofila se estima que son los 13 °C.

### **Humedad**

Los cítricos se pueden adaptar con absoluta normalidad en un gran rango de humedad. Pero se trata de un factor decisivo cuando es la época de cuajado del fruto, este necesita una humedad relativa moderada. Además, también puede provocar la caída fisiológica del fruto si esta tiene demasiadas variaciones. (Agustí et al, 2003).

La humedad también determina las características externas de la corteza, los climas secos producen cortezas más rugosas, por lo contrario, en zonas donde el clima es más húmedo las cortezas producidas suelen ser más finas (Reuther, 1973).

Una vez el fruto ya está listo para ser recolectado, si la humedad y la temperatura son bastante altas influyen en que su deterioro sea mucho más rápido de lo que sería en otras condiciones, ya que las condiciones para la pudrición son mejores y esta comenzará antes.

## **Viento**

El viento se considera otro de los factores importantes para la evolución del cultivo de cítricos y el desarrollo de sus frutos. Esta variable resulta ser determinante debido a los daños que puede provocar en los frutos, estos daños son provocados por la acción mecánica de las ramas y hojas sobre la corteza de los frutos cuando hay fuertes vientos. El resultado son unas marcas o cicatrices de color marrón sobre la piel.

Los vientos pueden ser de diferentes características, cálidos y secos o fríos. Los primeros provocan una transpiración alta en los árboles y la consecuente deshidratación de las hojas. Las heladas se pueden presentar en formas de vientos muy fríos, estas pueden provocar daños en la piel del fruto, ya que coinciden con los meses de diciembre-enero, época en la que el fruto está desarrollado completamente (Saltveit y Morris, 1990).

Finalmente, vientos muy fuertes pueden culminar con la abscisión del fruto y por tanto la producción se vería severamente afectada.

## **Horas sol**

Cuando se habla de horas sol nos referimos a la cantidad de luz solar que recibe el árbol diariamente. La luz es imprescindible para realizar la fotosíntesis y por tanto para el desarrollo de las plantas. Esta luz está determinada por la época del año, la altitud y la latitud y sus principales variables son el fotoperiodo, la longitud de onda y la intensidad.

Aunque los cítricos tienen una gran tolerancia frente a las variaciones de fotoperiodo su producción se ve altamente afectada por este factor. La producción aumenta en las zonas donde el fotoperiodo es más alto, en cambio, en aquellas zonas donde este es menor se reduce la producción. Según Sinclair en 1984, el crecimiento del fruto también está afectado por la luminosidad, siendo mayor el calibre de estos cuando la luminosidad es mayor.

### **1.3 Productos fitorreguladores**

Los productos fitorreguladores se encargan de regular el crecimiento de las plantas, tratándose normalmente de hormonas vegetales, estas son las llamadas fitohormonas y su función es estimular y detener el desarrollo de los diferentes órganos y partes de las plantas.

#### **1.3.1 Brotomax**

Brotomax es un producto fitosanitario de la casa Agrométodos, empresa que colabora con PROVEFE, S.A.

Es un nutriente orgánico natural que tiene un efecto nutricional, asimilable tanto por las hojas como por las ramas y por las raíces.

Además, presenta un alto contenido en extractos naturales y una equilibrada proporción de nitrógeno y microelementos, como son el cobre (1,75%), manganeso (0,75%) y zinc, quelatados.

En cítricos, Brotomax induce la síntesis y acumulación de fenoles y fitoalexinas (sustancias naturales de defensa).

Este producto se utiliza para estimular brotaciones, como ayudante para los ataques de *Phytophthora* spp, para evitar el secado y la clareta del fruto, proteger y mejorar la piel, regular la floración del próximo año y finalmente para fortalecer los pedúnculos.

Además, Brotomax es un producto autorizado para su empleo en campos que estén bajo el seguimiento de cualquier programa de certificación (GlobalGap, Producción Integrada, etc).



Figura 3. Brotomax

### 1.3.2 Amen

Amen es un producto fitosanitario también de la casa Agrometodos. Se considera nutriente orgánico natural, formulado a base de extractos vegetales, que es fácilmente asimilado por las hojas y los frutos de las plantas. Actúa sobre determinados procesos metabólicos y fisiológicos que requieren un alto gasto energético en las plantas, como son la brotación y el desarrollo de los frutos, evitando la caída fisiológica de los frutos.

También se cree que retrasa la abscisión del fruto en cítricos. Al igual que el Brotomax, Amen es un producto autorizado para su empleo en campos que estén bajo el seguimiento de cualquier programa de certificación (GlobalGap, Producción Integrada, etc).



Figura 4. Amen

### 1.3.3 Citriup 1 y Citriup 2

Citriup es un producto relativamente nuevo en el mercado, es un fitorregulador exento de hormonas y compuesto por dos productos que se complementan, Citriup 1, derivado de AA al 10,2% y Citriup 2, Zn 2,1%.

Estos dos productos formulados son bioestimulantes líquidos formados de extractos de origen vegetal y Zinc que se deben aplicar vía foliar.

Según las investigaciones de Naturkhen, Citriup evita el reverdecimiento de los frutos en el árbol y mantiene la fruta madura en el árbol, lo que nos permite retrasar la cosecha y motivo por el cual hemos elegido el producto para nuestro estudio.

También se cree que retrasa la caída de los frutos cítricos. Además, es un producto certificado para agricultura ecológica.



**Figura 5. Citriup**

### **1.3.4 HF Calibra**

Producto propiedad de la casa SIPCAM IBERIA. HF-Calibra es un regulador de crecimiento. Compuesto por Fenotil (Ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético (MCPA) Ester tioetílico) 2% p/v (20g/l).

Producto muy utilizado en cítricos y todo tipo de frutales, para aumentar el tamaño del fruto en algunos casos, para adelantar la maduración en otros y también para reforzar el pedúnculo y retrasar la abscisión, este último es el uso que nos interesa para nuestro estudio.



**Figura 6. HF Calibra**

## 1.4 Productos complementarios

### 1.4.1 Fosfato monoamónico

El fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) es una sal de fosfato de amonio, soluble en agua y se produce cuando hay una reacción entre el amoniaco y el ácido fosfórico.

El producto utilizado en el estudio es el Haifa MAP de Haifa Iberia, S.L. Es un granulado compuesto al 73% de macronutrientes vegetales (12% de fósforo y 61% de nitrógeno) y se considera una fuente eficiente de fosforo a lo largo de todo el ciclo vegetativo. Es soluble en agua y la aplicación ha sido vía foliar aprovechando el tratamiento que se iba a realizar, además de tener una asimilación más rápida por parte del árbol al aplicarse por esta vía.

El producto se ha incluido en el tratamiento porque es un abono vía foliar que sirve como aporte de fósforo, nutriente necesario en la época del año en que se aplicó el tratamiento.



Figura 7. Fosfato monoamónico

### 1.4.2 Alexin

Alexin es un fungicida formulado con una base de fosfonato de potasio 75,5% p/v. Este producto ha sido elegido para el tratamiento porque ayuda a prevenir la Phytophthora y el aguado en cítricos, dos enfermedades que favorecen la caída de frutos. Además, es un producto que respeta la fauna auxiliar, sin plazo de seguridad y sin ningún problema de residuos.

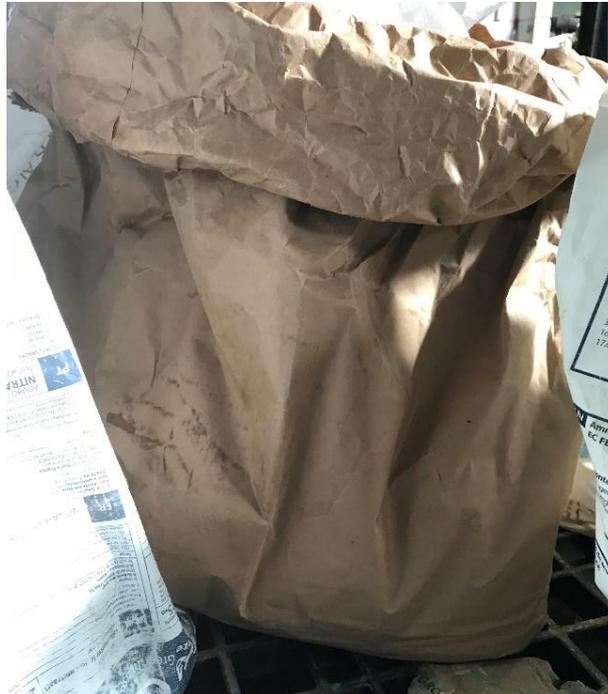


Figura 8. Alexin

### 1.4.3 Labin Mojante Plus

Labin Mojante Plus es un producto propiedad de la casa LABIN. Es un tensoactivo no iónico de uso general. Labin Mojante Plus es un producto que mejora la adherencia a la hoja del tratamiento aplicado vía foliar, además asegura la persistencia en la hoja debido a la creación de una fina película que

protege nuestro producto en el árbol. Por ello, el producto elegido para proteger nuestra aplicación y asegurar su eficacia ha sido este mojante.



**Figura 9. Labin Mojante Plus**

## **2. Objetivo y plan de trabajo**

### **2.1. Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia de la aplicación de tres tratamientos con fitorreguladores obtenidos a partir de extractos de plantas

(Brotomax, Amen y Citriup), para evitar la caída fisiológica del fruto en la variedad Lane late, comparándolos con un testigo y la aplicación paralela de un tratamiento con HF-Calibra, con el fin de encontrar un sustituto a este último ya que su uso para este fin no es rentable para la empresa PROVEFE, S.A..

## **2.2. Plan de trabajo**

El estudio realizado consistió en la aplicación de cuatro tratamientos diferentes (Brotomax, Amen, Citriup y HF Calibra) utilizados como aplicación foliar. Se trataron cuatro árboles por tratamiento más otros cuatro que se tomaron como testigo.

Tras la aplicación de los tratamientos, los árboles fueron etiquetados y se tomaron datos fisiológicos y climatológicos semanalmente a partir del tratamiento hasta la recolección de los frutos. Después de aplicar estos tratamientos se marcaron todos los árboles con su correspondiente tratamiento aplicado, anotando en una cinta el nombre del fitorregulador objeto de estudio y atándola al árbol

Además de esto, al inicio del estudio, se colocaron en la parcela donde se iban a recoger los datos de caída, un termómetro para controlar la temperatura ambiental en todo momento y un pluviómetro para cuantificar las precipitaciones.

## **3. Material y métodos**

### **3.1. Material utilizado**

La parcela que se eligió para llevar a cabo el estudio está formada por árboles de la variedad Lane Late. Nos centramos en una zona del sud-este de la finca.

La zona de trabajo fue delimitada y se seleccionaron un total de 20 árboles, 4 por tratamiento más 4 árboles del grupo control. Se eligieron para llevar a cabo el estudio, los árboles más representativos posible y que presentaran un número de frutos por árbol muy parecido al inicio del ensayo, se descartaron aquellos árboles situados en los bordes de la parcela para evitar la caída de los frutos debida a una mayor exposición al viento, roce con coches, maquinaria agrícola, etc. Los árboles elegidos fueron marcados con cintas en las que se indicó el tratamiento que se había aplicado. Al inicio del ensayo, antes de la aplicación de los tratamientos, se hizo un conteo del número de frutos por árbol siendo este el dato inicial a tiempo 0.



Figura 10. Vista aérea finca La Raó.



**Figura 11. Árbol Lane late dónde se aplicó tratamiento.**

La variedad que se eligió para hacer el estudio es la Lane late y los productos fitoreguladores que se aplicaron son los siguientes:

- Brotomax
- Amen
- Citriup 1 y Citriup 2
- HF-Calibra

Además, en cada tratamiento se añadieron estos tres productos:

- Fosfato monoamónico (abono foliar)

- Alexin (fungicida)
- Labin Mojante Plus (adherente)

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Elección y marcaje de los árboles objeto de estudio

Una vez elegida la variedad que íbamos a estudiar fuimos a la finca que está cultivada con esta variedad (en este caso es la finca La Raó) para elegir los árboles que íbamos a tratar. Encontramos una parte de la finca que reunía estas condiciones, situada en el sud-este de La Raó. Concretamente en las coordenadas: 39°59'40,04" N y 0°10'12,05" O.



Figura 12. Parcela dónde se hizo elestudio.

Los árboles seleccionados para el tratamiento fueron etiquetados con el nombre de este tras su aplicación. Se marcaron cuatro árboles por tratamiento, Amen, Brotomax, Citriup, HF Calibra y cuatro más que se utilizaron como testigo. En la figura 13 se muestra un esquema de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental. Con el fin de evitar el efecto desigual sobre los árboles tratados de cualquier variable ajena a las que se han tenido en cuenta en el

estudio, cada tira de árboles de la parcela contenía un árbol de cada tratamiento más un testigo

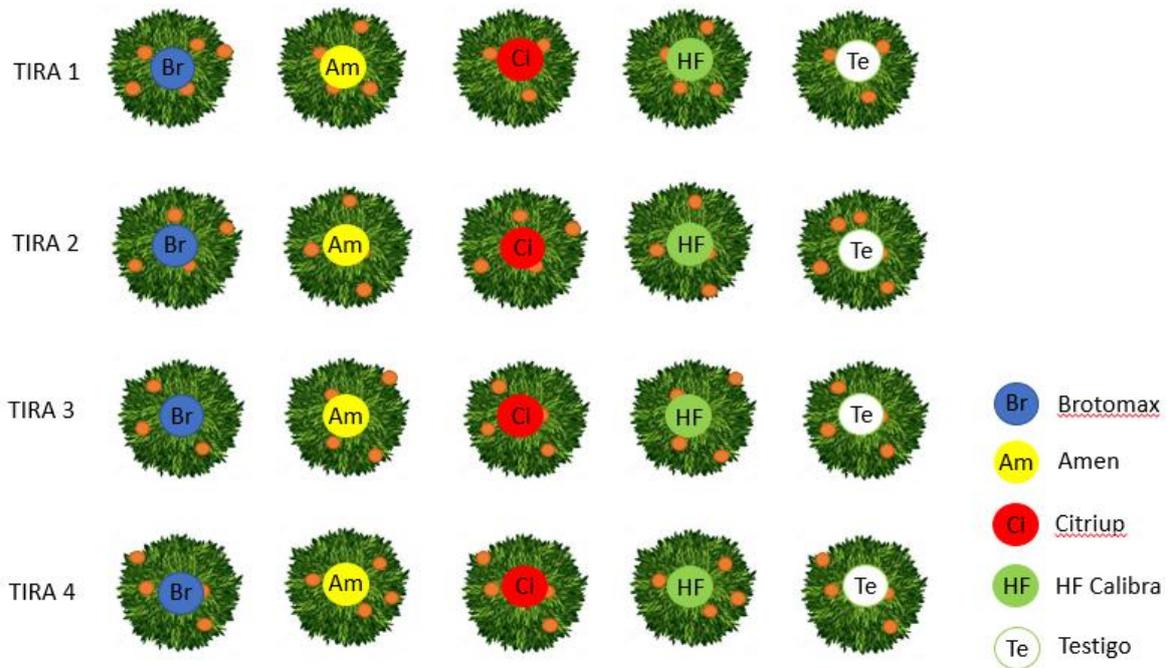


Figura 13. Marcaje y distribución de los árboles

### 3.2.2 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo mediante una carretilla fumigadora de 100L con un motor de dos tiempos y una potencia de 1,1cv, una bomba de dos pistones, 30bar de presión máxima y un caudal de 3 a 10 l/min. Con una manguera de presión y una boquilla regulable.

Se llenó la cuba con los productos del tratamiento 1 y las dosis correspondientes (las dosis elegidas fueron recomendadas por el ingeniero agrónomo de PROVEFE, S.A.), 40L de agua, 120ml de Brotomax, 200gr de

fosfato monoamónico, 100gr de Alexin y 40ml de Labin. Una vez finalizada la aplicación del primer tratamiento se limpió la cuba aplicándole agua y su posterior vaciado por el tapón vaciador que contiene el dispositivo para evitar la contaminación del siguiente tratamiento.

A continuación, se realizó el mismo procedimiento con el tratamiento 2, que contenía 40L de agua, 120ml de Amen, 200gr de fosfato monoamónico, 100gr de Alexin y 40ml de Labin. Se limpió la cuba del mismo modo que antes y se prosigió con el tratamiento 3, que contenía 40L de agua, 200ml de Citriup1, 200ml de Citriup2, 200 gr de fosfato monoamónico, 100gr de Alexin y 40ml de Labin. Después de limpiar de nuevo la cuba se hizo la aplicación del último tratamiento, el 4, compuesto de 40L de agua, 150ml de HF Calibra, 200 gr de fosfato monoamónico, 100 gr de Alexin y 40ml de Labin. Finalmente se limpió la cuba con el mismo procedimiento y se dio por finalizada la aplicación de los tratamientos. La figura 15 es una imagen representativa de la aplicación de los tratamientos, colocamos la carretilla pulverizadora entre la tira 4 y la tira 5 (la tira 5 no aparece en el dibujo porque no pertenece al estudio), se colocó aquí porque sobre el terreno era la mejor distribución por facilidad para aplicar los tratamientos ya que esta tira tenía mayor altitud que las demás. Una vez colocada la carretilla aplicamos el primer tratamiento de la forma ya explicada, aplicando primero en la tira 4 luego bajamos a la 3, luego a la 2 y finalmente a la 1. Saltando entre tiras como muestran las líneas rojas que se ven en la figura 15.

El estudio siguió una distribución continua ya que los resultados son los obtenidos del conteo dentro de unos parámetros, que en nuestro caso sería del 0% al 100% de caída.

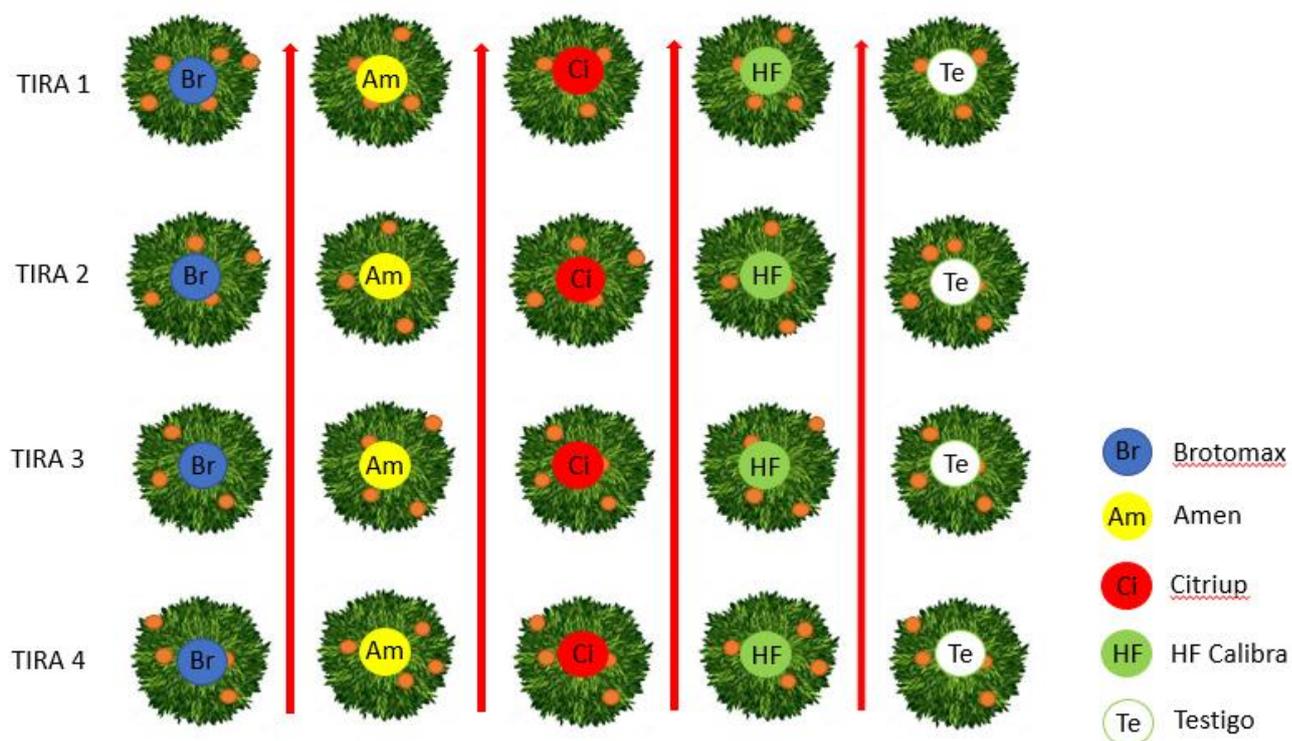


Figura 14. Representación de la aplicación de los tratamientos.

En la tabla 16 se ven detallados todos los tratamientos que se han realizado para el experimento.

TRATAMIENTOS							
	FITORREGULADORES		PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS				
<b>BROTOMAX</b>	BROTOMAX		FOSFATO MONOAMÓNICO	ALEXIN	LABIN	4 ÁRBOLES	CALDO 40L
Dosis	120ml		200gr	100gr	40ml		
<b>AMEN</b>	AMEN		FOSFATO MONOAMÓNICO	ALEXIN	LABIN	4 ÁRBOLES	CALDO 40L
Dosis	120ml		200gr	100gr	40ml		
<b>CITRIUP 1 y 2</b>	CITRIUP 1	CITRIUP 2	FOSFATO MONOAMÓNICO	ALEXIN	LABIN	4 ÁRBOLES	CALDO 40L
Dosis	200ml	200ml	200gr	100gr	40ml		
<b>HF CALIBRA</b>	HF CALIBRA		FOSFATO MONOAMÓNICO	ALEXIN	LABIN	4 ÁRBOLES	CALDO 40L
Dosis	150 ml		200gr	100gr	40ml		
<b>TESTIGO</b>							

Tabla 2. Tabla de tratamientos aplicados

Todos los tratamientos se han efectuado con el anterior orden de entrada en la cuba de los productos. Se estudió la posibilidad de pulverizar la muestra testigo con agua para así descartar el hecho de que la acción mecánica producida al pulverizar pueda influir en la caída, pero ya existían datos en la empresa PROVEFE, S.A. de estudios anteriores que indicaban que no tiene ninguna influencia sobre la caída del fruto.

La maquinaria utilizada para aplicar los tratamientos ha sido la siguiente:

- Carretilla pulverizadora



**Figura 15. Carretilla pulverizadora**

- Manguera de pulverizar.



**Figura 16. Manguera pulverizar**

- Pistola pulverizadora



**Figura 17. Pistola pulverizadora**

- Cinta para marcar árboles



**Figura 18. Cinta para marcar árboles**

### **3.2.3 Recogida de datos de caída**

Tras una semana desde el tratamiento, se tomaron los datos de número de frutos caídos por árbol y tratamiento semanalmente hasta el momento de recolección del fruto. Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de caída de frutos y la eficiencia del tratamiento.

### **3.2.4 Cálculo de la eficiencia de los fitorreguladores**

El cálculo de la eficiencia de los productos fitorreguladores se obtuvo a partir de las siguientes fórmulas:

1. *Caídos totales por árbol =  $\sum$ Caídos por semana*
2. *% Caídos por árbol =  $(\text{Caídos totales por árbol} * 100) / N^{\circ}$  de frutos antes del tratamiento*
3. *% Caídos por tratamiento =  $\sum$ %Caídos por árbol del mismo tratamiento/4*

### 3.2.5 Recogida de datos de temperatura y precipitaciones

Los datos de temperatura y pluviometría fueron recogidos diariamente mediante un termómetro digital con memoria y un pluviómetro ubicados ambos en la parcela de estudio. Una vez por semana se recogían los datos diarios de temperatura y el número de frutos caídos, la recogida de datos de pluviometría no fue pautada semanalmente, sino que solo se recogían en caso de lluvia..

Se compararon los datos climatológicos recogidos con los de la estación meteorológica del Instituto Valenciano de Investigación Agraria (IVIA), ubicada cerca de la parcela en estudio (figura 21) y dado que los resultados fueron prácticamente idénticos, finalmente se usaron los datos proporcionados por la estación meteorológica del IVIA.

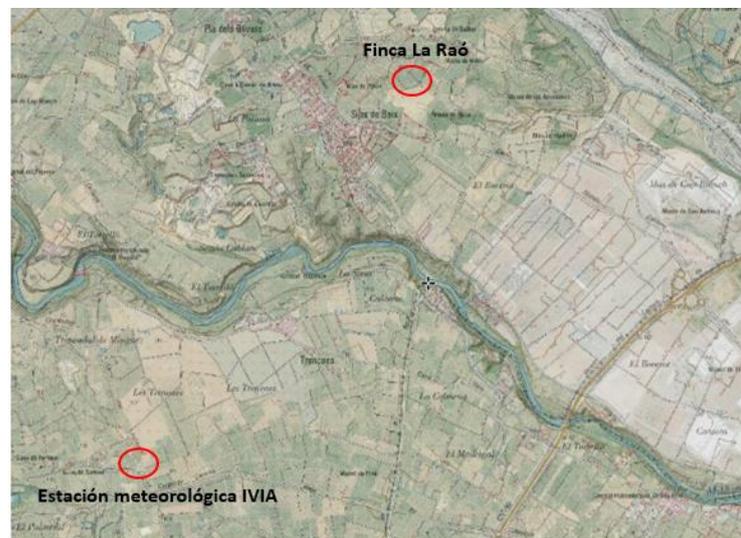


Figura 19. Plano estación meteorológica

### 3.2.6 Cálculo del coste de cada tratamiento por ha

Para calcular el coste de cada tratamiento por ha se tuvieron en cuenta el precio por litro de cada producto utilizado, tanto los fitorreguladores como los complementarios. Los precios de los productos que se utilizaron fueron los siguientes:

- Brotomax: 10,38 €/L
- Amen: 8,98 €/L
- Citriup 1: 5,95 €/L
- Citriup 2: 2,93 €/L
- HF Calibra: 23,47 €/L
- Fosfat monoamónico: 0,93 €/kg
- Alexin: 11,89 €/kg
- Labin Mojante Plus: 2,49 €/L

Además, otro de los gastos que se tuvo en cuenta a la hora de calcular el coste de los tratamientos fue la mano de obra de la aplicación de dichos tratamientos. En la empresa PROVEFE, S.A. se ofrece este servicio con un tractor pulverizador a 30€/h, puesto que el tiempo de duración de la aplicación de cada tratamiento fue de 2h, se tuvo en cuenta un coste de la mano de obra de 60€/ha.

El volumen a utilizar por hectárea de cada producto fue calculado teniendo en cuenta el marco de plantación de la finca y el volumen de caldo utilizado en el estudio.

Teniendo en cuenta que el marco de plantación de la finca es de 5x4 y que en el estudio se usaron 40l de caldo cada cuatro árboles, se utilizaron 10 litros de caldo por árbol. Un marco de plantación de 5x4 significa que hay un

árbol cada 20m<sup>2</sup> (figura 22), por lo que el volumen de caldo a utilizar por ha calculado fue el siguiente:

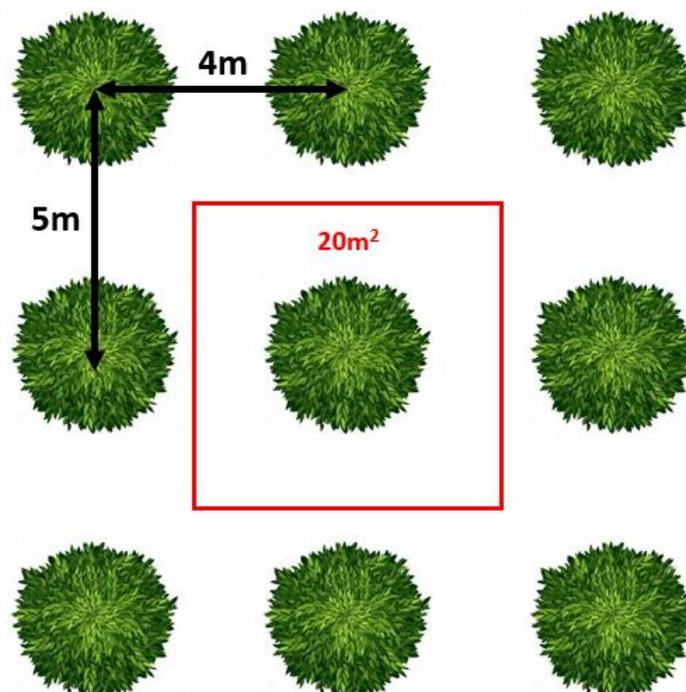


Figura 20. Marco de plantación de la plantación donde se hizo el estudio

A partir del volumen total de caldo por hectárea se obtuvo el volumen o el peso en su caso de cada producto mediante una regla de tres:

$$\text{Árboles/ha} = 10.000\text{m}^2 / (\text{Marco de plantación})$$

$$V_{\text{caldo/ha}} = (\text{Árboles/ha}) * V_{\text{caldo por árbol en el tratamiento}}$$

### 3.2.7. Cálculo de la rentabilidad económica comparada de los tratamientos por ha

Para estimar la rentabilidad económica de cada tratamiento por hectárea se tuvo en cuenta, además de la producción por ha, que fue de 35.000kg, el precio de venta de las naranjas Lane late de la finca La Raó, este fue de 0,33€/kg.

Como la finca entera se trató con HF Calibra utilizamos los datos obtenidos de este tratamiento para calcular el valor de la producción en el caso de que no hubiera habido pérdidas por caída de frutos.

La caída de frutos en los árboles tratados con HF Calibra fue del 7,45%, por lo que la producción total sin caída de frutos hubiera sido de 37.817,39kg ya que:

$$\begin{array}{r} 35.000 \longrightarrow 92,55 \\ x \longrightarrow 100 \\ x = 37.817\text{kg} \end{array}$$

Con este dato y el porcentaje de caída de cada tratamiento se infirió la producción por hectárea que se hubiera obtenido con cada tratamiento, con lo que se calculó también la viabilidad económica de cada tratamiento, y con ello, los ingresos obtenidos por hectárea.

$$\text{Producción/ha (kg)} = 37817\text{Kg} * \% \text{ de frutos no caídos/ha}$$

$$\text{Ingresos/ha (€)} = \text{Kg totales/ha} * \text{precio (€/kg)}$$

### 3.2.8 Análisis estadístico de los datos

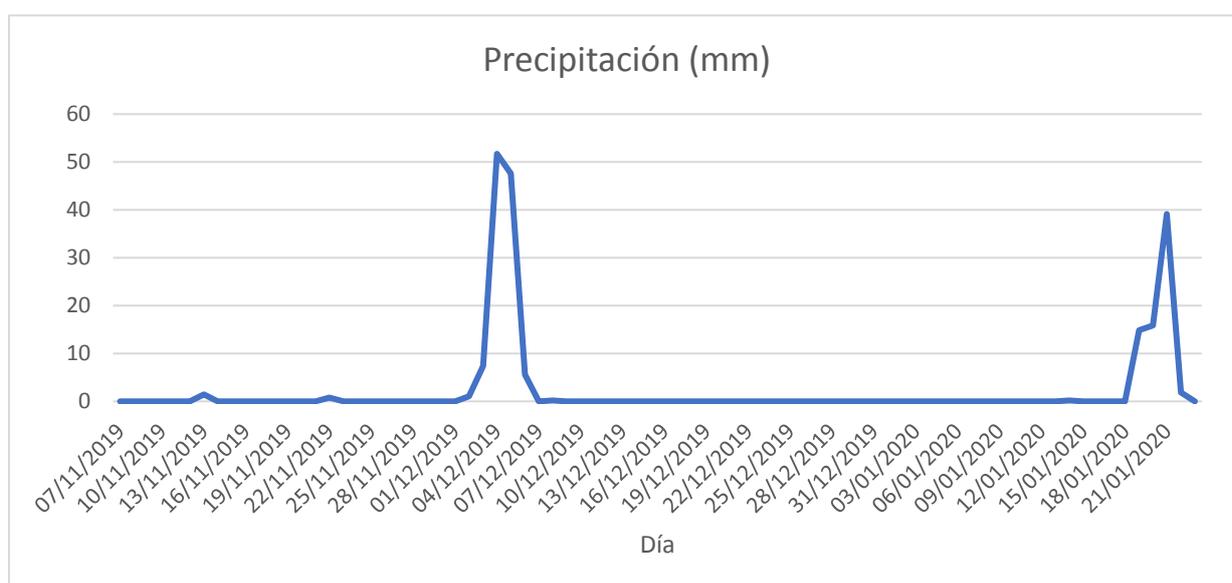
Para el análisis estadístico se llevó a cabo la prueba de la varianza o ANOVA con un nivel de significación del 95% ( $p < 0.05$ ). Además, para examinar de forma crítica y comparar el proceso real que se ha desarrollado con el planificado se hicieron pruebas post-hoc (prueba de Turkey) comparando los diferentes productos entre ellos.

## 4. Resultados

### 4.1. Datos climatológicos

#### 4.1.1. Pluviometría

La gráfica 24 muestra los valores de pluviometría desde el 7 de noviembre de 2019 (fecha de aplicación del tratamiento) hasta el 23 de enero de 2020 (fecha de finalización del estudio). Se puede observar que durante este periodo de tiempo la pluviometría ha manifestado dos picos de máximos valores, estos pertenecen a los días 7 de diciembre y 21 de enero, con valores de 52 mm y 40 mm respectivamente.



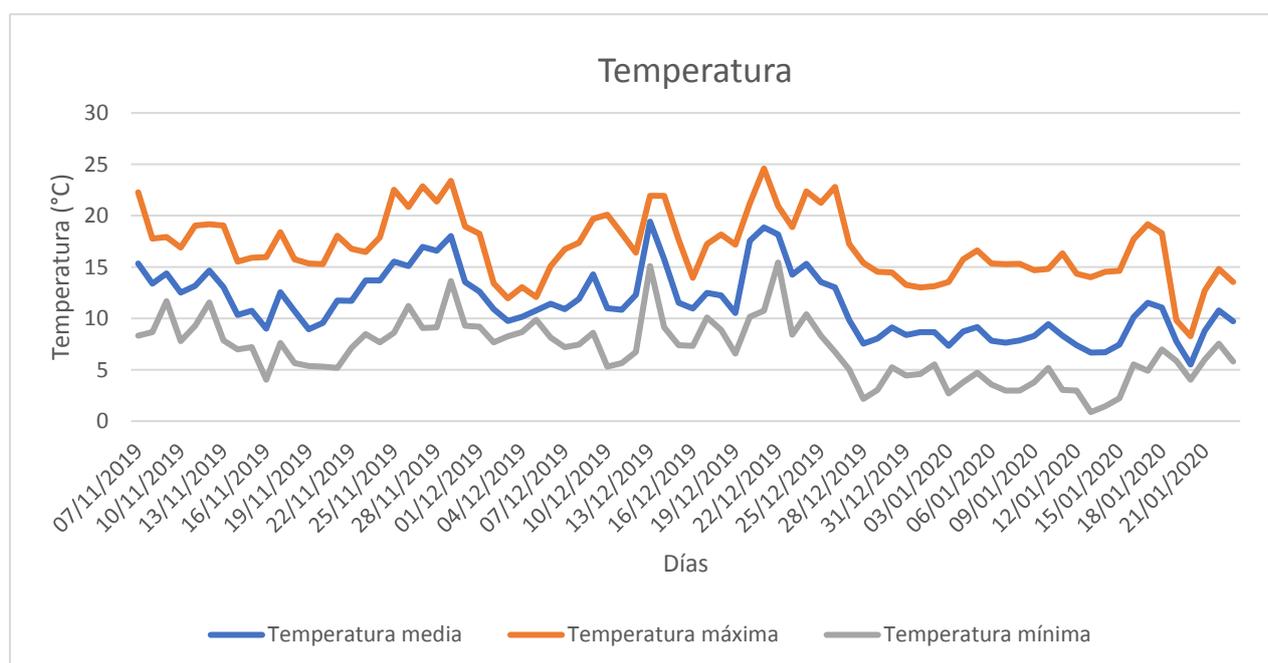
Desviación estándar

9,246894226

Gráfica 1. Gráfica precipitaciones.

### 4.1.2. Temperatura

La gráfica 25 muestra los valores de temperatura desde el 7 de noviembre de 2019 (fecha de aplicación del tratamiento) hasta el 23 de enero de 2020 (fecha de finalización del estudio). Se puede observar que durante este tiempo la temperatura ha variado desde 1°C el día 15 de enero hasta 24,8°C el día 25 de diciembre.



Desviación estándar T media	<b>3,162674086</b>
Desviación estándar T máxima	<b>3,2799694029</b>
Desviación estándar T mínima	<b>2,950382649</b>

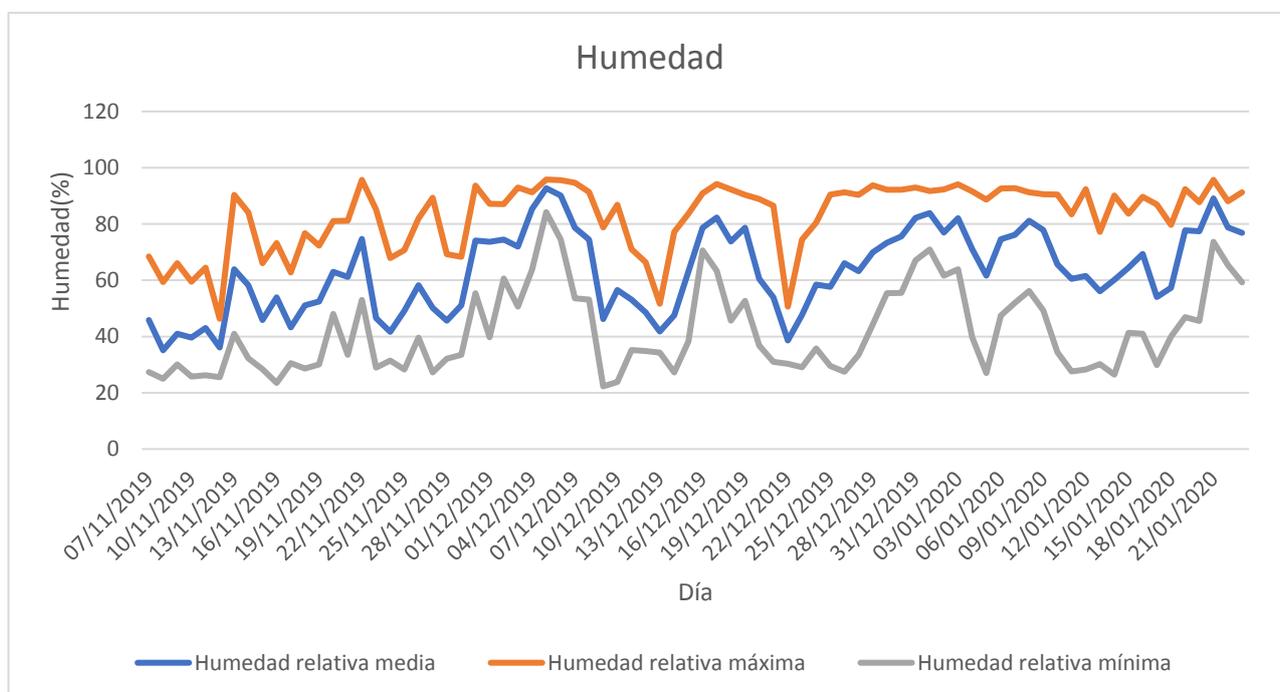
Gráfica 2. Gráfica temperatura

Temperatura mínima: 1°C.

Temperatura máxima: 24,8°C

### 4.1.3. Humedad

En la gráfica 26 se muestran los valores de la humedad desde el 7 de noviembre de 2019 (fecha de aplicación del tratamiento) hasta el 23 de enero de 2020 (fecha de finalización del estudio). Se puede observar que durante este tiempo la humedad ha variado desde el 21% el día 13 de enero hasta el 96% el día 19 de diciembre.



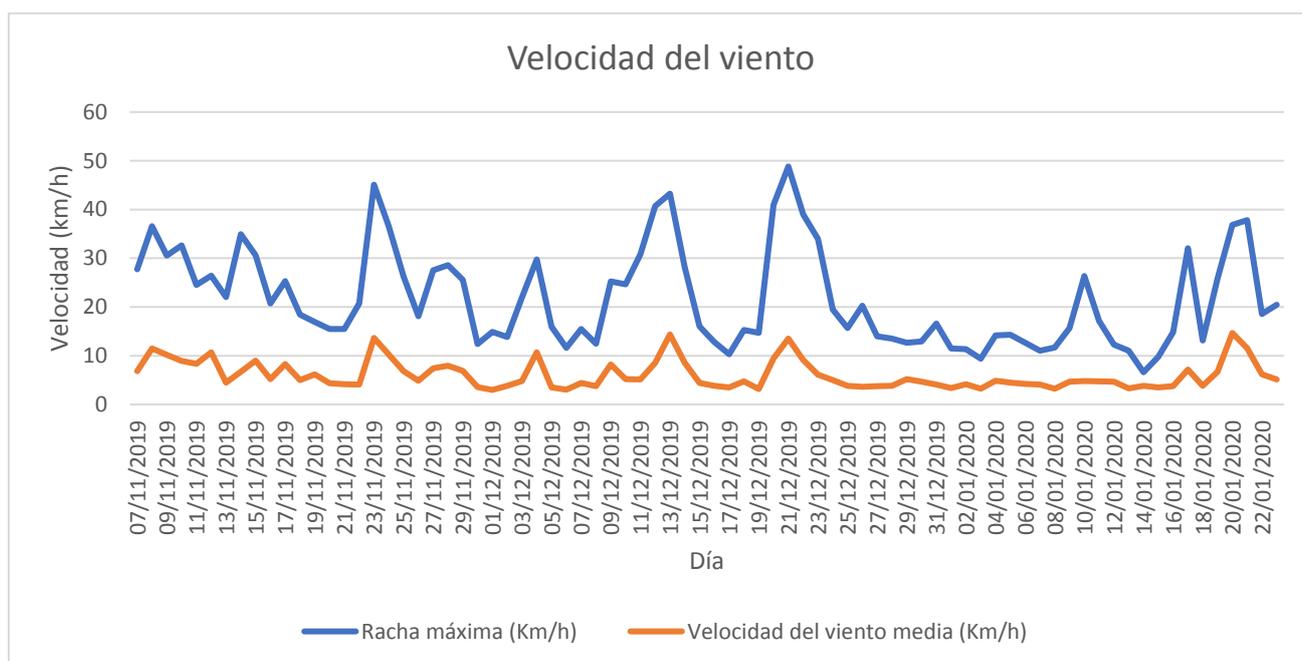
Desviación estándar H media	14,66117124
Desviación estándar H máxima	11,97128457
Desviación estándar H mínima	15,02209254

Gráfica 3. Gráfica humedad.

#### 4.1.4. Viento

En la gráfica 27 se muestran los valores de la velocidad del viento desde el 7 de noviembre de 2019 (fecha de aplicación del tratamiento) hasta el 23 de enero de 2020 (fecha de finalización del estudio). Se puede observar que durante este tiempo las velocidades del viento han variado desde 50 km/h a días en los que el viento no supera los 5 km/h.

Los vientos de 50 km/h se produjeron el día 23 de diciembre, esto provocó una mayor abscisión de los frutos, como se ve reflejado en la tabla de recolección de datos

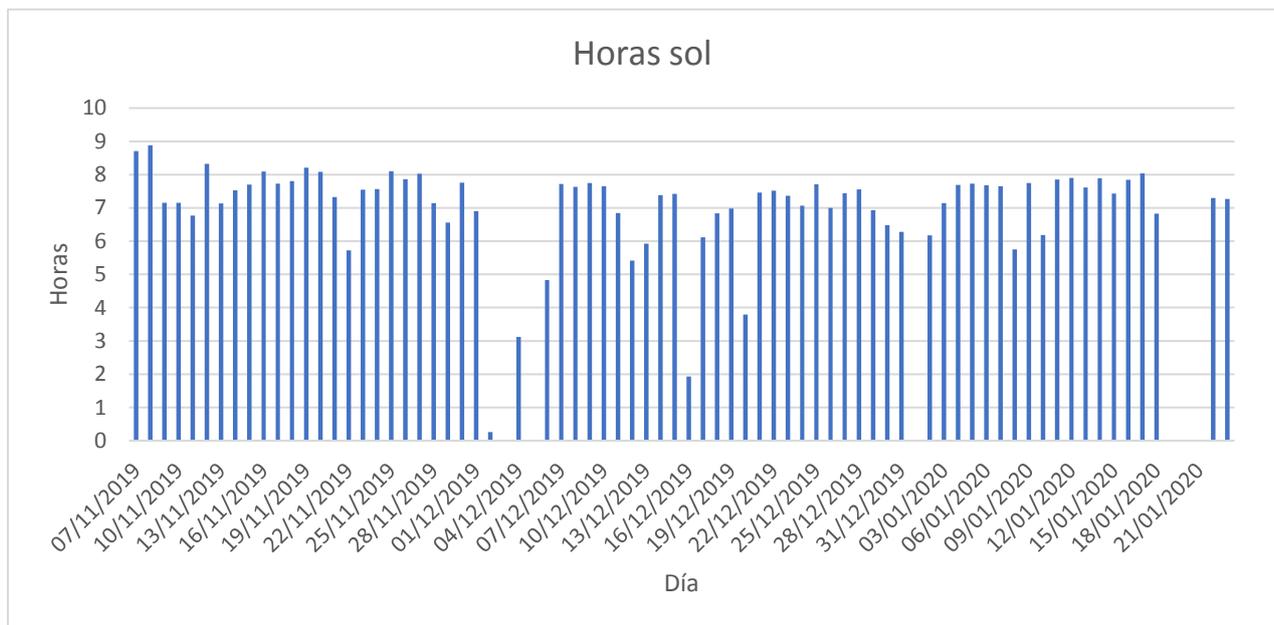


Desviación estándar Velocidad media	2,92918204
Desviación estándar Racha máxima	9,973782876

Gráfica 4. Gráfica viento

#### 4.1.5. Horas sol

En la figura 28 se muestran los valores de las horas sol desde el 7 de noviembre de 2019 (fecha de aplicación del tratamiento) hasta el 23 de enero de 2020 (fecha de finalización del estudio). Se puede observar que durante este tiempo las horas sol han variado desde 8,9h el día 10 de noviembre hasta 0h en varias ocasiones.



Desviación estándar

2,319463908

Gráfica 5. Gráfica horas sol

## 4.2 Conteo inicial de frutos y porcentaje de caída de los mismos.

En la tabla 29 se muestran los resultados del conteo inicial del número de frutos existentes en cada árbol antes del inicio del experimento. Este conteo se realizó el día 4 de octubre.

<b>Nº FRUTOS/ ÁRBOL ANTES DE TRATAMIENTO</b>	
<b>BROTOMAX</b>	<b>Nº FRUTOS/ÁRBOL</b>
ÁRBOL 1.1	241
ÁRBOL 1.2	221
ÁRBOL 1.3	402
ÁRBOL 1.4	213
<b>AMEN</b>	<b>Nº FRUTOS/ÁRBOL</b>
ÁRBOL 2.1	209
ÁRBOL 2.2	358
ÁRBOL 2.3	332
ÁRBOL 2.4	403
<b>CITRIUP</b>	<b>Nº FRUTOS/ÁRBOL</b>
ÁRBOL 3.1	235
ÁRBOL 3.2	185
ÁRBOL 3.3	449
ÁRBOL 3.4	239
<b>HF CALIBRA</b>	<b>Nº FRUTOS/ÁRBOL</b>
ÁRBOL 4.1	450
ÁRBOL 4.2	274
ÁRBOL 4.3	294
ÁRBOL 4.4	334
<b>TESTIGO</b>	<b>Nº FRUTOS/ÁRBOL</b>
ÁRBOL 5.1	271
ÁRBOL 5.2	212
ÁRBOL 5.3	274
ÁRBOL 5.4	225

**Tabla 3. Tabla número de frutos por árbol antes de tratamiento.**

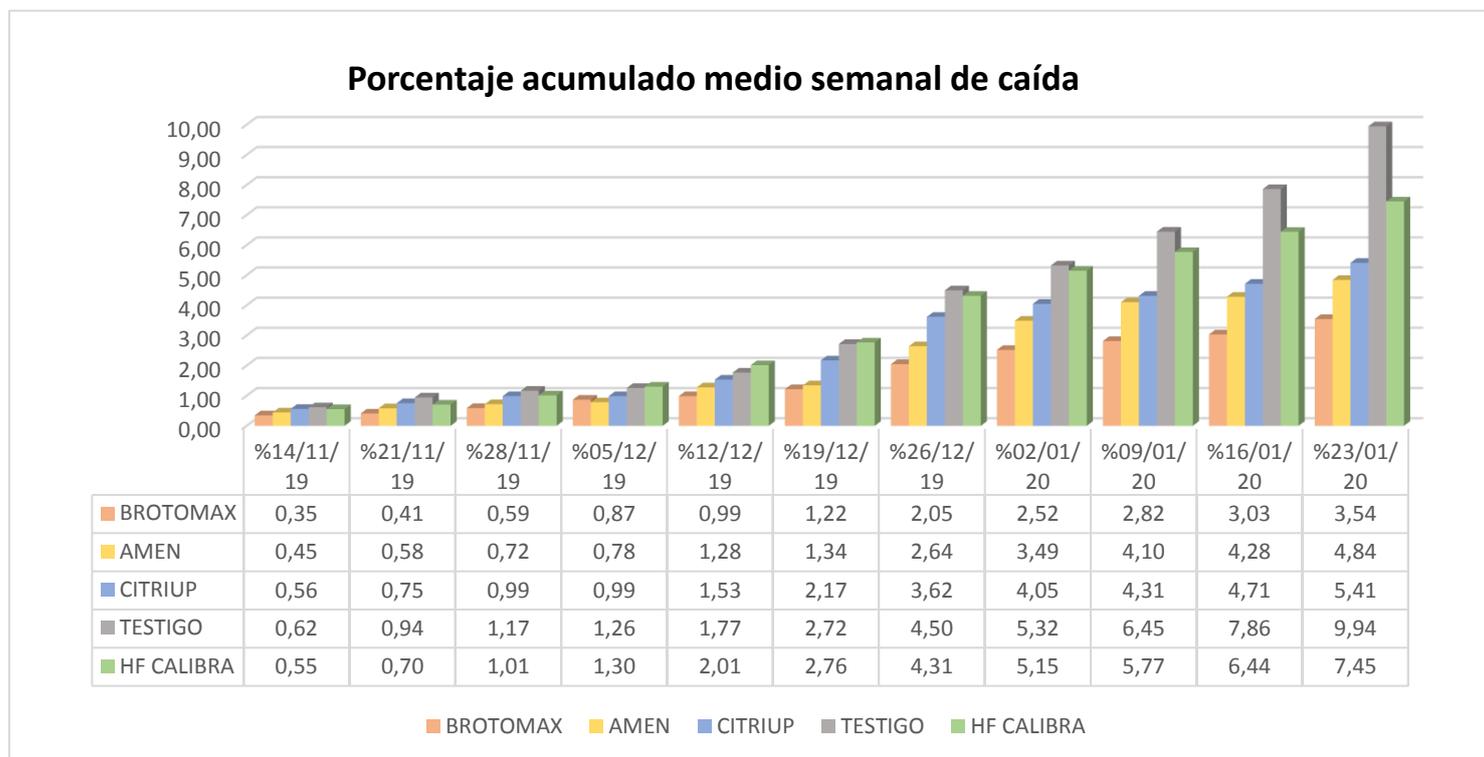
En las tablas 4, 5 y la gráfica 6 se muestra el número de frutos caído por árbol, así como el porcentaje de frutos caídos y el porcentaje acumulado de caída de frutos en cada árbol. El conteo de frutos fue realizado semanalmente tras la aplicación de los tratamientos fitorreguladores.

Nº FRUTOS CAÍDOS SEMANALMENTE											
ÁRBOL	14/11/2019	21/11/2019	28/11/2019	05/12/2019	12/12/2019	19/12/2019	26/12/2019	02/01/2020	09/01/2020	16/01/2020	23/01/2019
ÁRBOL 1.1	0	0	0	1	0	0	4	1	0	1	2
ÁRBOL 1.2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
ÁRBOL 1.3	0	1	1	1	0	0	3	4	1	0	3
ÁRBOL 1.4	2	0	1	0	1	1	1	1	2	0	1
ÁRBOL 2.1	1	0	0	0	2	1	0	2	0	1	3
ÁRBOL 2.2	2	0	0	0	2	0	7	3	0	0	0
ÁRBOL 2.3	0	1	1	0	0	0	5	2	4	0	1
ÁRBOL 2.4	3	1	1	1	0	1	7	4	5	1	2
ÁRBOL 3.1	1	0	0	0	2	2	6	3	0	1	3
ÁRBOL3.2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2
ÁRBOL 3.3	2	1	1	0	3	2	7	2	1	1	0
ÁRBOL 3.4	2	0	1	0	1	3	4	0	2	1	1
ÁRBOL 4.1	2	0	0	0	2	0	3	2	2	6	5
ÁRBOL 4.2	1	2	0	0	2	1	4	2	3	2	5
ÁRBOL 4.3	1	1	0	1	1	3	4	2	4	2	4
ÁRBOL 4.4	2	0	2	0	0	5	6	2	2	4	6
ÁRBOL 5.1	4	0	1	1	2	2	6	4	1	1	4
ÁRBOL 5.2	2	0	1	0	4	2	9	4	2	5	5
ÁRBOL 5.3	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	3
ÁRBOL 5.4	2	2	1	2	2	5	3	1	4	1	1

**Tabla 4. Tabla de número de frutos caídos semanalmente**

PORCENTAJE SEMANAL ACUMULADO DE CAÍDA DE FRUTOS											
ÁRBOL	%14/11/19	%21/11/19	%28/11/19	%05/12/19	%12/12/19	%19/12/19	%26/12/19	%02/01/20	%09/01/20	%16/01/20	%23/01/19
ÁRBOL 1.1	0,00	0,00	0,00	0,41	0,41	0,41	2,07	2,49	2,49	2,90	3,73
ÁRBOL 1.2	0,45	0,45	0,45	0,90	0,90	1,36	1,81	1,81	1,81	2,26	2,26
ÁRBOL 1.3	0,00	0,25	0,50	0,75	0,75	0,75	1,49	2,49	2,74	2,74	3,48
ÁRBOL 1.4	0,94	0,94	1,41	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	4,23	4,23	4,69
ÁRBOL 2.1	0,48	0,48	0,48	0,48	1,44	1,91	1,91	2,87	2,87	3,35	4,78
ÁRBOL 2.2	0,56	0,56	0,56	0,56	1,12	1,12	3,07	3,91	3,91	3,91	3,91
ÁRBOL 2.3	0,00	0,30	0,60	0,60	0,60	0,60	2,11	2,71	3,92	3,92	4,22
ÁRBOL 2.4	0,74	0,99	1,24	1,49	1,49	1,74	3,47	4,47	5,71	5,96	6,45
ÁRBOL 3.1	0,43	0,43	0,43	0,43	1,28	2,13	4,68	5,96	5,96	6,38	7,66
ÁRBOL3.2	0,54	1,08	1,08	1,08	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	2,16	3,24
ÁRBOL 3.3	0,45	0,67	0,89	0,89	1,56	2,00	3,56	4,01	4,23	4,45	4,45
ÁRBOL 3.4	0,84	0,84	1,26	1,26	1,67	2,93	4,60	4,60	5,44	5,86	6,28
ÁRBOL 4.1	0,74	0,74	0,74	0,74	1,48	1,48	2,58	3,32	4,06	6,27	8,12
ÁRBOL 4.2	0,47	1,42	1,42	1,42	2,36	2,83	4,72	5,66	7,08	8,02	10,38
ÁRBOL 4.3	0,36	0,73	0,73	1,09	1,46	2,55	4,01	4,74	6,20	6,93	8,39
ÁRBOL 4.4	0,89	0,89	1,78	1,78	1,78	4,00	6,67	7,56	8,44	10,22	12,89
ÁRBOL 5.1	0,89	0,89	1,11	1,33	1,78	2,22	3,56	4,44	4,67	4,89	5,78
ÁRBOL 5.2	0,73	0,73	1,09	1,09	2,55	3,28	6,57	8,03	8,76	10,58	12,41
ÁRBOL 5.3	0,00	0,00	0,34	0,68	1,02	1,36	2,04	2,72	3,06	3,40	4,42
ÁRBOL 5.4	0,60	1,20	1,50	2,10	2,69	4,19	5,09	5,39	6,59	6,89	7,19

**Tabla 5. Tabla porcentaje frutos caídos semanalmente**



**Gráfica 6. Gráfica de resultados de caída.**

Tal como se muestra en la gráfica 33, el producto fitorregulador más eficaz para retrasar la abscisión del fruto cítrico en la variedad Navel Lane late en estas condiciones experimentales ha sido el Brotomax, con un porcentaje de caída al final del ensayo del 3,54%. El segundo más eficaz es Amen, con un porcentaje de caída del 4,84%, le sigue el conjunto de productos Citriup 1 y Citriup 2 con una caída del 5,41%. Finalmente, el producto menos eficaz es el HF Calibra, producto muy utilizado en la actualidad, con el que hemos comparado todos nuestros fitorreguladores durante la prueba y que ha obtenido un porcentaje de caída del 7,45%. Los resultados obtenidos en el estudio indican que cualquiera de los fitorreguladores utilizados podría sustituir al HF Calibra.

Para analizar los resultados obtenidos de forma más detallada y saber si influye la aplicación de un tratamiento u otro se hizo una prueba de varianza o ANOVA con un nivel de significación del 95% ( $p < 0.05$ ) usando como factores fijos los tratamientos BROTOMAX, AMEN, CITRIUP, HF CALIBRA y TESTIGO y como variable dependiente el porcentaje de caída de frutos. En la tabla X se muestran los resultados obtenidos para el análisis estadístico.

Descriptivos								
% DE CAÍDA								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
BROTOMAX	4	3,54	1,0001	0,50005	1,9486	5,1314	2,26	4,69
AMEN	4	4,84	1,13211	0,56605	3,0386	6,6414	3,91	6,45
CITRIUP	4	5,4075	1,95362	0,97681	2,2989	8,5161	3,24	7,66
HF CALIBRA	4	7,45	3,49471	1,74736	1,8891	13,0109	4,42	12,41
TESTIGO	4	9,945	2,20688	1,10344	6,4334	13,4566	8,12	12,89
Total	20	6,2365	2,99194	0,66902	4,8362	7,6368	2,26	12,89

**Tabla 6. Valores descriptivos obtenidos en el análisis ANOVA de los datos**

Las hipótesis que se contrastaron fueron las siguientes:

$H_0$  = El tratamiento utilizado no influye en el porcentaje de caída de frutos.

$H_1$  = El tratamiento utilizado influye en el porcentaje de caída de frutos

ANOVA					
% DE CAÍDA					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	100,536	4	25,134	5,421	0,007
Dentro de grupos	69,545	15	4,636		
Total	170,082	19			

Tabla 7. ANOVA

**p-valor = 0,007 < 0,05**

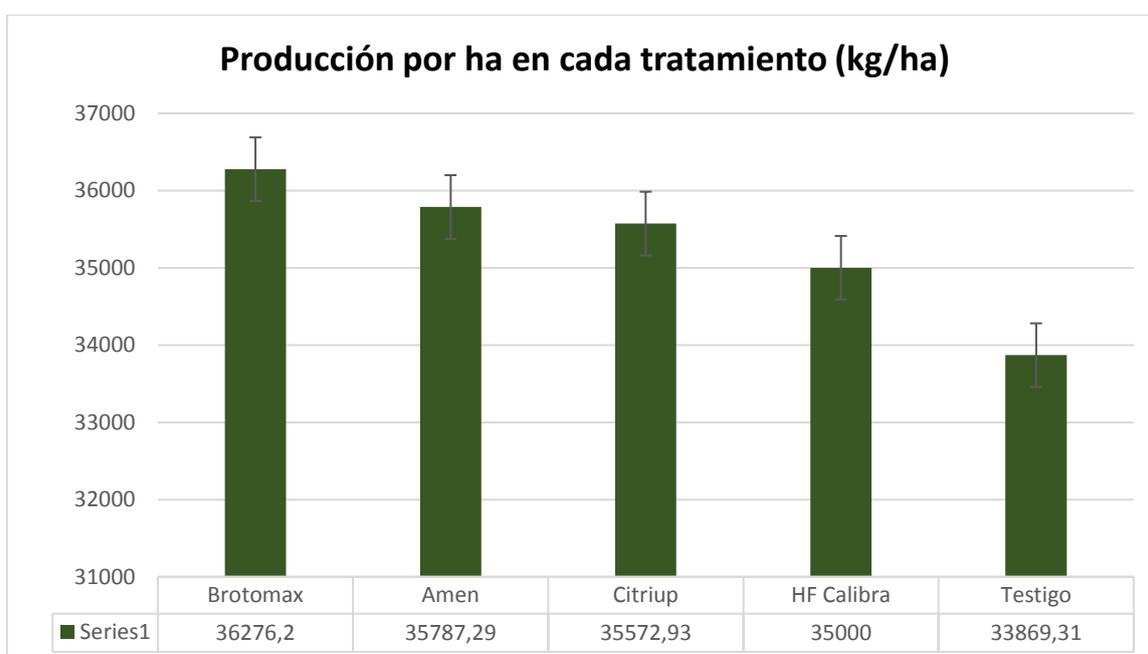
Como p-valor <0.05 asumimos que el tratamiento utilizado influyó de manera estadísticamente significativa en el porcentaje de caída de frutos. Tal como se puede observar en la tabla X al aplicar el test HSD tukey de comparaciones múltiples se separaron los tratamientos en dos subconjuntos homogéneos. Los tratamientos Brotomax y Amen presentaron un porcentaje de caída de frutos significativamente menor que el grupo testigo mientras que los tratamientos con Citriup y HF calibra, aunque redujeron el porcentaje de caída de frutos respecto al grupo testigo, no presentaron diferencias significativas en cuanto a la caída de frutos tras el tratamiento.

% DE CAÍDA			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
BROTOMAX	4	3,54	
AMEN	4	4,84	
CITRIUP	4	5,4075	5,4075
HF CALIBRA	4	7,45	7,45
TESTIGO	4		9,945
Sig.		0,127	0,061
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.			

**Tabla 8. Tabla Subconjuntos homogéneos**

### 4.3 Cálculo de producción por ha en cada tratamiento

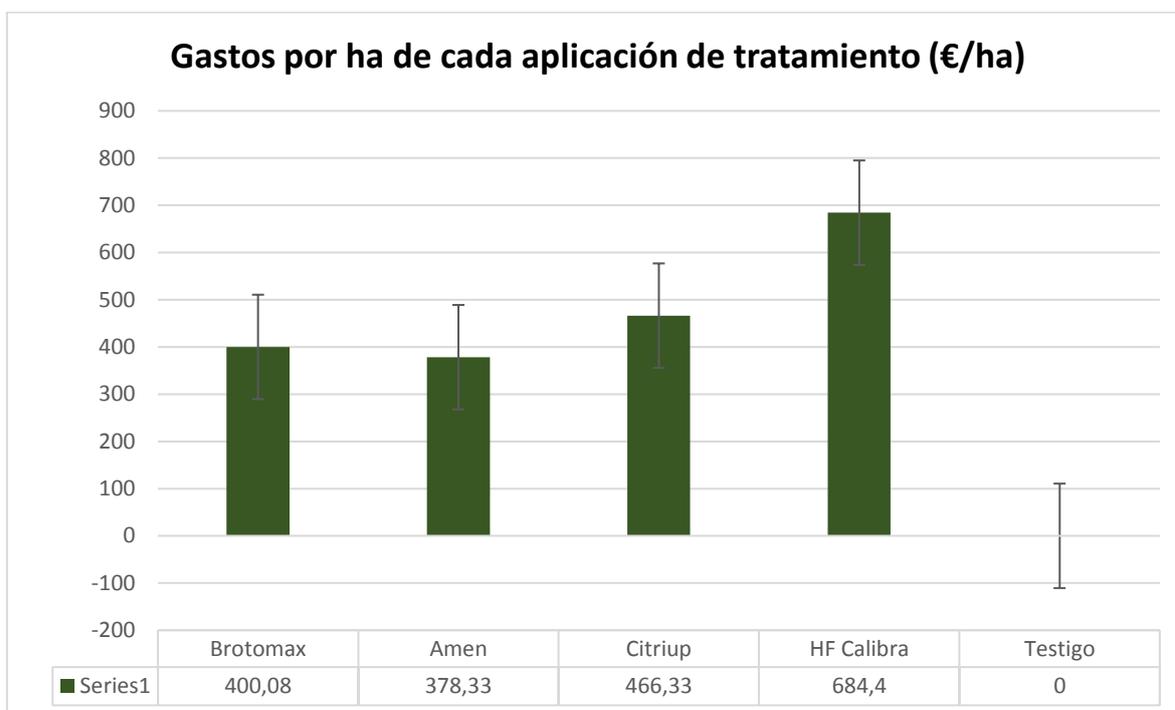
Como se ve en la gráfica 7, la mayor producción por ha de frutos se obtendría en los árboles dónde se hubiera aplicado Brotomax como fitorregulador ya que los datos de caída son los más positivos.



**Gráfica 7. Gráfica de producción por ha**

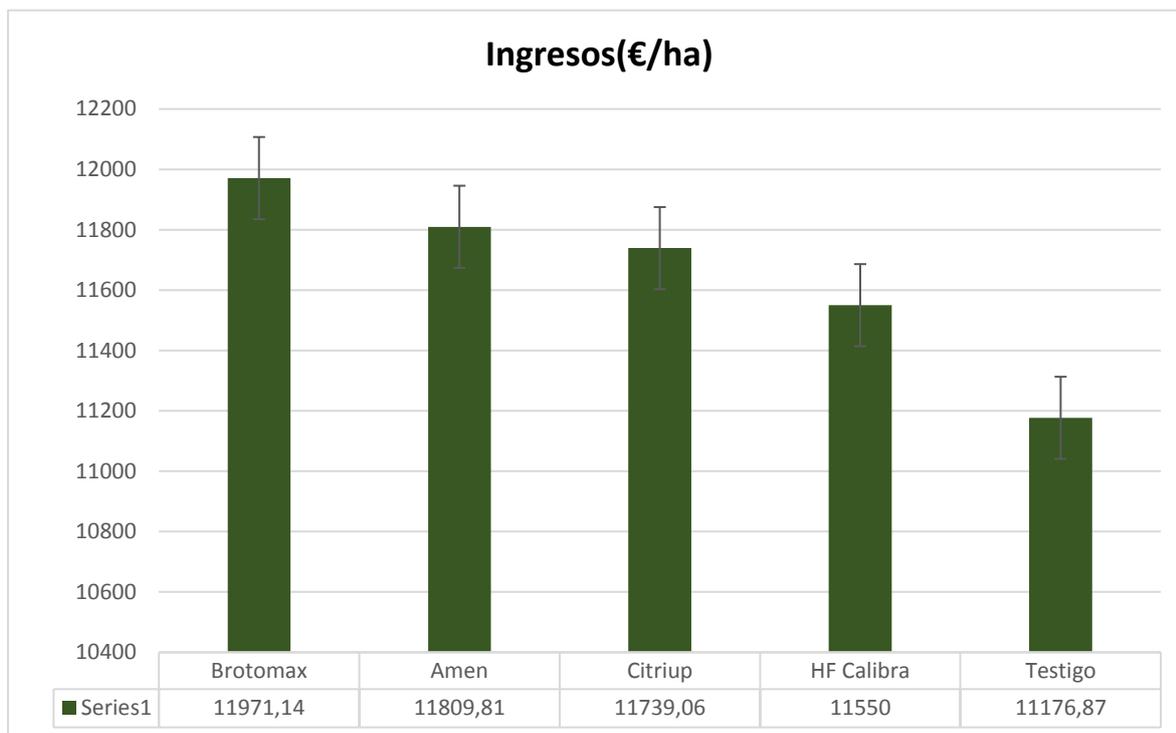
#### 4.4 Estudio de rentabilidad económica

Al contrario, ocurre en el caso de los gastos por ha, el HF-Calibra es el producto más caro, por tanto, su aplicación sería la más cara de las tres.



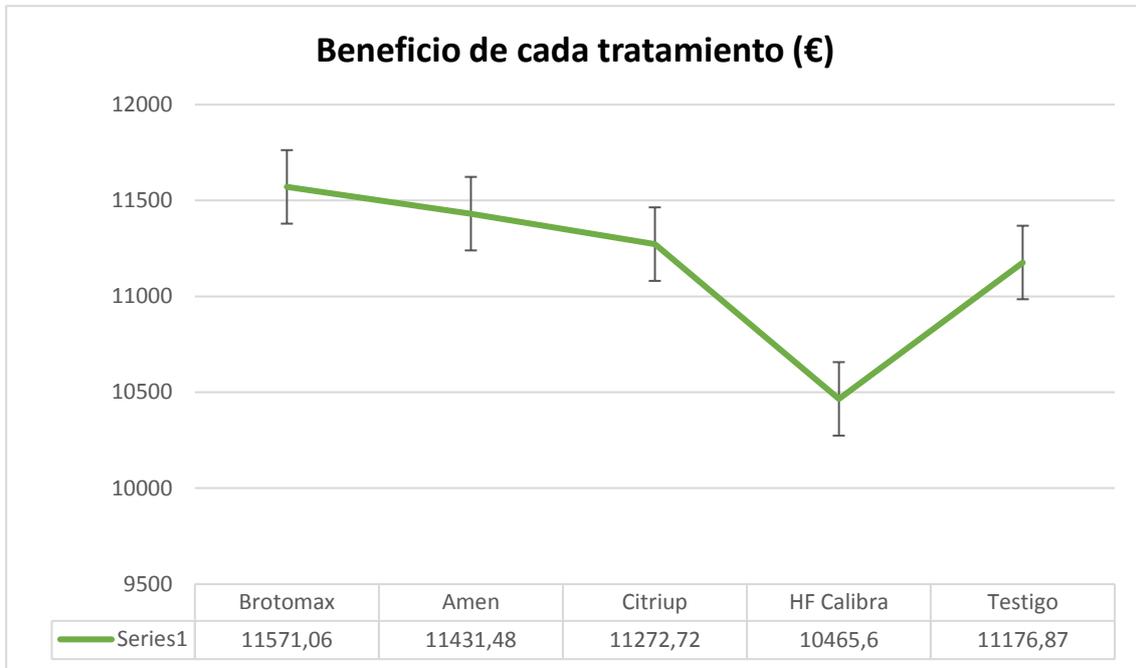
**Gráfica 8. Gráfica de gastos por ha**

Debido a que la mayor producción por ha sería en los árboles dónde se aplicaría Brotomax sería dónde más ingresos se obtendrían, en cambio, en el caso del testigo sería donde menos ingresos se obtendrían.



**Gráfica 9. Gráfica de ingresos por ha**

Al ser los gastos mucho más elevados en la parcela donde se aplicaría HF-Calibra, esta sería la menos rentable, incluso menos que el testigo, ya que en esta parcela el gasto es 0



**Gráfica 10. Gráfica de beneficios por ha.**

#### 4.5. Coste de cada tratamiento por ha

Mediante una regla de tres calculamos el volumen de cada producto por ha.

- Brotomax

$$40\text{L} \longrightarrow 120\text{ml}$$

$$5000\text{L} \longrightarrow x$$

$$x = 15\text{L}$$

- Amen

$$40\text{L} \longrightarrow 120\text{ml}$$

$$5000\text{L} \longrightarrow x$$

$$x = 15\text{L}$$

- Citriup1

$$40\text{L} \longrightarrow 200\text{ml}$$

$$5000\text{L} \longrightarrow x$$

$$x = 25\text{L}$$

- Citriup 2

$$40\text{L} \longrightarrow 200\text{ml}$$

$$5000\text{L} \longrightarrow x$$

$$x = 25\text{L}$$

- HF Calibra

$$\begin{array}{l} 40\text{L} \longrightarrow 150\text{ml} \\ 5000\text{L} \longrightarrow x \\ x = 18,75\text{L} \end{array}$$

- Fosfato monoamónico

$$\begin{array}{l} 40\text{L} \longrightarrow 200\text{gr} \\ 5000\text{L} \longrightarrow x \\ x = 25\text{kg} \end{array}$$

- Alexin

$$\begin{array}{l} 40\text{L} \longrightarrow 100\text{gr} \\ 5000\text{L} \longrightarrow x \\ x = 12,5\text{kg} \end{array}$$

- Labin Mojante Plus

$$\begin{array}{l} 40\text{L} \longrightarrow 40\text{ml} \\ 5000\text{L} \longrightarrow x \\ x = 5\text{L} \end{array}$$

Con el precio por litro y los volúmenes a utilizar de cada producto por hectárea se calcularon los costes de cada mezcla.

- Brotomax:  $15\text{L} * 10,38\text{€/L} = 155,7\text{€}$ .

- Amen:  $15L * 8,98€/L = 134€$ .
- Citriup 1 y Citriup 2:  $25L * 5,95€/L + 25L * 2,93€/L. = 222€$
- HF Calibra:  $18,75L * 23,47€/L = 440,07€$
- Fosfato monoamónico:  $25kg * 0,93€/kg = 23,25€$
- Alexin:  $12,5kg * 11,89€/kg = 148,63€$
- Labin Mojante Plus:  $5L * 2,49€/L = 12,45€$

Finalmente, con todos los costes de los productos calculamos el coste de cada tratamiento:

- **Tratamiento 1 (Brotomax):**
  - Coste del producto fitorregulador: 155,75€
  - Coste de los productos complementarios:  $23,35€ + 148,63€ + 12,45€ = 184,33€$
  - Coste de la mano de obra: 60€

Coste total del tratamiento:  $155,75€ + 184,33 + 60€ = 400,08€$

- **Tratamiento 2 (Amen):**
  - Coste del producto fitorregulador: 134€
  - Coste de los productos complementarios:  $23,35€ + 148,63€ + 12,45€ = 184,33€$
  - Coste de la mano de obra: 60€

Coste total del tratamiento:  $134€ + 184,33 + 60€ = 378,33€$

- **Tratamiento 3 (Citriup 1 y Citriup 2):**

- Coste del producto fitorregulador: 222€
- Coste de los productos complementarios: 23,35€ + 148,63€ + 12,45€ = 184,33€
- Coste de la mano de obra: 60€

Coste total del tratamiento: 222€ + 184,33 + 60€ = **466,33€**

- **Tratamiento 4 (HF Calibra):**

- Coste del producto fitorregulador: 440,07€
- Coste de los productos complementarios: 23,35€ + 148,63€ + 12,45€ = 184,33€
- Coste de la mano de obra: 60€

Coste total del tratamiento: 440,07€ + 184,33 + 60€ = **684,4€**

#### 4.6. Cálculo de la rentabilidad económica comparada de los tratamientos por ha

- **Tratamiento 1 (Brotomax):**

$$\text{Producción/ha} = 37.817,39 \times (1 - 0,0354) = 36.478,65\text{kg}$$

$$\text{Ingresos/ha} = 36.478,65 \times 0,33\text{€/kg} = 12.037,95\text{€}$$

$$\text{Gastos directos} = 400,08\text{€/ha}$$

- **Tratamiento 2 (Amen):**

$$\text{Producción/ha} = 37.817,39 \times (1 - 0,0484) = 35.987,028\text{kg}$$

$$\text{Ingresos/ha} = 35.987,028\text{kg} \times 0,33\text{€/kg} = 11.875,71\text{€}$$

$$\text{Gastos directos} = 378,33\text{€/ha}$$

- **Tratamiento 3 (Citriup):**

$$\text{Producción/ha} = 37.817,39 \times (1 - 0,0541) = 35.771,46\text{kg}$$

$$\text{Ingresos/ha} = 35.771,46\text{kg} \times 0,33\text{€/kg} = 11.804,58\text{€}$$

$$\text{Gastos directos} = 466,33\text{€/ha}$$

- **Tratamiento 4 (HF Calibra):**

$$\text{Producción/ha} = 37.817,39 \times (1 - 0,0745) = 35.000\text{kg}$$

$$\text{Ingresos/ha} = 35.000\text{kg} \times 0,33\text{€/kg} = 11.550\text{€}$$

$$\text{Gastos directos} = 684,4\text{€/ha}$$

- **Testigo**

$$\text{Producción/ha} = 37.817,39 \times (1 - 0,0994) = 34.058,34\text{kg}$$

$$\text{Ingresos/ha} = 34.058,34\text{kg} \times 0,33\text{€/kg} = 11.239,25\text{€}$$

$$\text{Gastos directos} = 0\text{€/ha}$$

Los tratamientos para evitar la caída de frutos no son el único gasto necesario para que las producciones sean las arriba mencionadas, es por ello por lo que calcularemos el beneficio proporcionado por uno u otro tratamiento mediante porcentajes. Considerando 0% el beneficio conseguido en el caso de no aplicar ningún tratamiento, es decir, el testigo será considerado beneficio 0. La tabla 9 muestra los beneficios otorgados por cada tratamiento.

<b>Beneficio(%)</b>	
Brotomax	<b>3,55</b>
Amen	<b>2,3</b>
Citriup	<b>+0,88</b>
HF Calibra	<b>-3,32</b>
Testigo	<b>0</b>

**Tabla 9. Tabla de porcentajes de beneficios por ha.**

## 5. Discusión

Brotomax es usado en la actualidad en la mayoría de las ocasiones como un aporte complementario de micronutrientes, debido a su alto contenido en cobre, zinc y manganeso. En cambio, como muestran los resultados obtenidos en el estudio realizado, Brotomax es un potente retardador de la abscisión de frutos en la variedad Lane late y puede ser usado con este fin.

Igualmente, Amen y Citriup, que son dos productos creados específicamente para este fin, no están siendo muy utilizados por los agricultores en la actualidad, aunque su uso como fitorreguladores para retrasar la caída de frutos ha resultado ser eficiente en las condiciones de este estudio para la variedad Lane late.

Como se mencionó en la introducción del trabajo, los productos más utilizados como fitorreguladores para retrasar la abscisión son los hormonales, los auxínicos concretamente, entre ellos está el HF-Calibra, uno de los más utilizados entre estos. Pero el estudio realizado ha demostrado que el Brotomax, Amen y Citriup resultan ser más eficientes que el HF-Calibra para este fin en la variedad Lane late.

Además, HF Calibra es el producto más caro de los estudiados, por ello, el beneficio final obtenido en los frutos dónde se aplicó este producto es menor.

## **6. Conclusión**

El HF-Calibra es un producto muy caro y no es económicamente rentable su uso para retrasar la abscisión de frutos, en cambio, los diferentes productos fitorreguladores estudiados, como son el Brotomax, Amen y el complejo Citriup sí que lo son. Incluso la no aplicación de ningún tratamiento saldría más rentable para el productor que el uso de HF-Calibra ya que su coste no es compensado con el porcentaje de caída que nos aporta.

Brotomax, Amen y Citriup han obtenido mejores resultados que HF Calibra en este estudio. Por tanto, podemos concluir que cualquiera de los productos estudiados supone una mejor opción que el HF-Calibra, incluyendo la no aplicación de ningún tratamiento.

## 7. Bibliografía

### Libros

*Agustí Fonfría, Manuel. 2003. Cuajado y desarrollo de los cítricos. Valencia: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 84-482-3591-6*

*Agustí Fonfría, Manuel. 2003. Citricultura, 2ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 84-8476-158-4*

*Almela Orenga, Vicente y Agustí Fonfría, Manuel. 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Barcelona: Editorial Aedos. 84-7003-319-0*

*Primo Yúfera, Eduardo. 1973. Química agrícola, 1ª ed. Madrid: Alhambra 84-2050-453-X*

*Agustí Fonfría, Manuel. 1999. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Barcelona: Editorial Aedos. 9788470033193*

### Webs

<https://es.weatherspark.com/y/42661/>

<http://www.biologia.edu.ar/botanica/>

<https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm>

<http://www.ivia.gva.es/es/naranjos>

<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia>

[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_14.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_14.htm)

