

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.)”

Mención: Hortofruticultura y Jardinería

Modalidad: Trabajo Técnico - Experimental

Curso 2019/2020

Alumno/a:

Cristhian Barrera Fernández

Director/es:

Francisco Camacho Ferre
César Antonio Ruiz Olmos



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Escuela Superior de Ingeniería Agrícola.

Mención en Hortofruticultura y Jardinería.

Trabajo Fin de Grado.

**Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y
fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de
calabacín (*Cucurbita pepo* L.)**

Alumno:

Cristhian Barrera Fernández

Director:

Francisco Camacho Ferre

Co/director:

César Antonio Ruiz Olmos

Almería, Septiembre 2020

Agradecimientos

A mis padres Paco y Esther, y a mi hermana Laura, por su gran ayuda, apoyo y confianza incesante en mí durante todos estos años.

A Lorena, el pilar de mi vida, por estar ahí en todo momento, por su compañía, paciencia, constante apoyo y confianza depositada en mí.

A mis abuelos, por siempre confiar en mí, cuidarme y brindarme ánimos en todos los objetivos que me he propuesto a lo largo de la vida.

A Paco Camacho, por brindarme la oportunidad de trabajar con él, por su total disponibilidad, por orientarme y hacer posible la elaboración de este Proyecto Fin de Carrera.

A César Ruiz, por estar siempre disponible, por su gran ayuda, paciencia, explicaciones, consejos, correcciones y tardes echadas para culminar este Proyecto Fin de Carrera.

A la empresa Megasa y, en especial a la Sociedad Mercantil Nutricop[®], por elaborar y poner a disposición parte de los bioestimulantes para realizar los ensayos.

A mis queridos amigos y compañeros, por ayudarme e interesarse en el proyecto y darme mucho ánimo.

A todos y cada uno, gracias.

Índice

Resumen	7
Abstract	7
1. Memoria descriptiva del trabajo técnico	11
1.1. Interés y objetivos.....	11
1.1.1. Importancia del cultivo de calabacín.....	11
1.1.2. Interés.....	17
1.1.3. Objetivos.....	18
1.2. Fases de realización y cronograma	18
1.3. Revisión bibliográfica	20
1.3.1. Introducción	20
1.3.2. Origen y usos del calabacín	20
1.3.3. Descripción botánica de la planta	21
1.3.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	21
1.3.5. Polinización y problemática del cuaje de frutos	22
1.3.6. Antecedentes de la polinización en calabacín y su efecto en la producción	23
2. Materiales y métodos.....	31
2.1. Localización del ensayo.....	31
2.2. Características del invernadero	32
2.3. Diseño experimental.....	34
2.3.1. Descripción del diseño.....	34
2.3.2. Descripción, disposición y aplicación de los tratamientos.....	34
2.4. Material vegetal.....	36
2.4.1. Descripción de la variedad y duración del ciclo productivo.....	36
2.5. Condiciones, manejo y labores culturales	37
2.5.1. Manejo y labores del cultivo	37
2.6. Datos climáticos.....	43
2.6.1. Temperatura (°C).....	43
2.6.2. Humedad relativa (%).....	44
2.7. Parámetros a analizar	45
2.7.1. Porcentaje de flores cuajadas	45

2.7.2.	Producción puntual por unidad de superficie (kg/m ²).....	45
2.7.3.	Producción acumulada por unidad de superficie (kg/m ²).....	45
2.7.4.	Peso por fruto comercial (g)	45
2.7.5.	Longitud del fruto (cm).....	46
2.7.6.	Calibre del fruto (mm)	46
2.8.	Análisis estadístico	46
3.	Resultados y discusión.....	49
3.1.	Porcentaje de flores cuajadas.....	49
3.2.	Producción puntual por unidad de superficie (kg/m ²)	52
3.3.	Producción acumulada por unidad de superficie (kg/m ²).....	55
3.4.	Peso por fruto comercial (g)	58
3.5.	Longitud (cm) y calibre del fruto (mm).....	61
3.6.	Discusión	63
4.	Conclusiones y recomendaciones técnicas	67
5.	Competencias integradas en el proyecto.....	71
6.	Bibliografía y webgrafía	75

Índice de figuras

Figura 1.	Producción en toneladas de los principales 10 países productores de calabaza y calabacín en el mundo. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018.....	12
Figura 2.	Producción en toneladas de los principales 10 países productores de calabaza y calabacín pertenecientes a la Unión europea. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018.	13
Figura 3.	Producción exportada de los principales países exportadores de calabaza y calabacín a nivel mundial. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2017.	13
Figura 4.	Producción importada de los principales países importadores de calabaza y calabacín a nivel mundial. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2017.	14
Figura 5.	Comparativa de la producción total de calabacín a nivel nacional y provincial. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018.	14
Figura 6.	Distribución en porcentajes de la superficie de los principales cultivos hortícolas en Almería. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018.	15
Figura 7.	Cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto. Fuente: elaboración propia.....	19
Figura 8.	Morfotipos de <i>Cucurbita pepo</i> . 1: Acorn, 2: Crookneck, 3: Scallop, 4: Cocoselle, 5: Pumpkin, 6: Straightneck, 7: Vegetable Marrow, 8: Zucchini. Fuente: Encarnación Aguado Donaire, 2014.	20

Figura 9. A: Flor femenina (A1) y flor masculina de <i>C. pepo</i> . (A2). B: Cultivo de <i>C. pepo</i> . Fuente: elaboración propia.	21
Figura 10. Localización a gran escala de la finca donde se realizó el ensaño. Fuente: elaboración propia a partir de la Sede Electrónica del Catastro.....	31
Figura 11. Ortofoto de la localización del invernadero donde tuvo lugar el ensayo (escala 1:2.500). Fuente: elaboración propia a partir del visor SigPac V 4.4.....	31
Figura 12. Esquema del sistema y del cabezal de riego de la finca donde se realizó el ensayo. Fuente: elaboración propia.....	33
Figura 13. Localización de las parcelas elementales en el invernadero. Fuente: elaboración propia.....	35
Figura 14. Esquema del diseño experimental. Fuente: elaboración propia.	35
Figura 15. Aspecto del cultivo días antes de ser arrancado. Fuente: elaboración propia.	40
Figura 16. Fotografía de la balanza utilizada para el desarrollo del ensayo. Fuente: elaboración propia.....	45
Figura 17. Medición de un fruto de calabacín con un escalímetro de sensibilidad 1 mm. Fuente: elaboración propia.	46
Figura 18. Calibre Tack life TM con una sensibilidad de 0,03 mm. Fuente: elaboración propia.....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Producción total de calabaza y calabacín de los 10 países mayores productores a nivel mundial. Producción total de dichos países y en el mundo. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018.	11
Tabla 2. Producción total de calabaza y calabacín de los 10 países mayores productores a nivel europeo y producción total de la Unión europea. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018	12
Tabla 3. Superficie (ha) de los cultivos hortícolas más importantes en Almería. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018.....	15
Tabla 4. Superficie (ha) cultivadas de calabacín por provincias y comunidades autónomas españolas. Fuente: MAPA, 2018.	16
Tabla 5. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez et al., (2005). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez et al., 2005.	24
Tabla 6. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez et al., (2005). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez et al., 2005.	25
Tabla 7. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez et al., (2007). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez et al., 2007.	25
Tabla 8. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez et al., (200). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez et al., 2008.	27

Tabla 9. Fecha de realización de las tareas y labores realizadas durante el ciclo de cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia.	37
Tabla 10. Fecha de cosechas realizadas en el ciclo de cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia.....	38
Tabla 11. Plan de abonado para el cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia. .	41
Tabla 12. Listado de productos fitosanitarios aplicados a lo largo del ciclo de producción. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2020.	42
Tabla 13. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de % de flores cuajadas, y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.	50
Tabla 14. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción puntual por unidad de superficie (kg/m ²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.....	53
Tabla 15. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m ²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.....	56
Tabla 16. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro peso por fruto comercial (g), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.	59
Tabla 17. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de calidad longitud del fruto (cm), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.	62
Tabla 18. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de calidad calibre del fruto (mm), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia.	62

Índice de gráficos

Gráfico 1. Registro de temperaturas dentro del invernadero durante el ciclo de cultivo de C. pepo. Fuente: elaboración propia.	43
Gráfico 2. Registro de humedades dentro del invernadero durante el ciclo de cultivo de C. pepo. Fuente: elaboración propia.	44
Gráfico 3. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre el porcentaje de flores cuajadas (%) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia.	49
Gráfico 4. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre la producción puntual por unidad de superficie (kg/m ²) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia.	52

Gráfico 5. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m^2) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia. 55

Gráfico 6. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre el peso medio por fruto (g) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia. 58

Gráfico 7. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre la longitud media por fruto (cm) en un cultivo de calabacín cv. Logos durante un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia. 61

Gráfico 8. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre el calibre medio por fruto (mm) en un cultivo de calabacín cv. Logos durante un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia. 61

Resumen

En la actualidad, es muy común oír entre los agricultores que para obtener un buen rendimiento por unidad de superficie en un cultivo de calabacín es necesario dar el famoso “porro”, es decir, realizar una aplicación exógena de auxinas de síntesis química. Pero realmente, el cuaje de los frutos también puede ser inducido mediante la polinización natural (abejas o abejorros) o la aplicación de bioestimulantes sin hormonas de síntesis química en su composición, de forma que se pueden obtener un buen rendimiento y frutos de calidad a la vez que presentan menos residuos, son producidos medioambientalmente de una forma más correcta y tienen una mejor aceptación por parte de los consumidores. En un invernadero de tipo parral “raspa y amagado” localizado en el levante almeriense con suelo arenado cultivado con calabacín (*Cucurbita pepo* L.), en un ciclo de producción otoño-invierno durante la campaña 2019/2020 y abonado mediante fertirriego, se realizó un ensayo en el cual se dieron 6 tratamientos distintos en los que se aplicaron productos fitorreguladores y bioestimulantes de forma diaria a la flor y cada tres días al brote de la planta, para evaluar el efecto que tienen dichos productos en el cuaje de frutos, en la producción comercial y en la calidad de la misma, obteniéndose resultados muy satisfactorios por parte del empleo de bioestimulantes sin hormonas de síntesis químicas.

Palabras clave: calabacín, bioestimulante, fitorregulador, producción, calidad.

Abstract

Nowadays, it is very common to hear among farmers that in order to obtain a good yield per unit area in a courgette crop it is necessary to give the famous "joint", i.e. to make an exogenous application of chemically synthesised auxins. But really, the setting of the fruits can also be induced by natural pollination (bees or bumblebees) or the application of biostimulants without chemical synthesis hormones in their composition, so that a good yield can be obtained and quality fruits at the same time that they present less residues, are produced environmentally in a more correct way and have a better acceptance by the consumers. In a greenhouse vine type “scratch and fade” located in the east of Almeria with sandy soil cultivated with zucchini (*Cucurbita pepo* L.), in an autumn-winter production cycle during the 2019/2020 campaign and fertilized by means of fertigation, a trial was carried out in which 6 different treatments were given in which phyto regulator products and biostimulants were applied daily to the flower and every three days to the shoot of the plant to evaluate the effect that these products have on the fruit set, on the commercial production and on the quality of the same, obtaining very satisfactory results from the use of biostimulants without chemical synthesis hormones.

Keywords: zucchini, biostimulant, phyto regulator, production, quality.

1. Memoria descriptiva del trabajo técnico



1. Memoria descriptiva del trabajo técnico

1.1. Interés y objetivos

1.1.1. Importancia del cultivo de calabacín

1.1.1.1. A nivel mundial y europeo

Según la base de datos de la FAO (FAOSTAT, 2018), a nivel mundial, el calabacín presentó una producción total de 27643932 t en el año 2018. En la siguiente tabla (Tabla 1) se muestra la producción de los 10 países mayores productores de calabaza y calabacín.

Tabla 1. Producción total de calabaza y calabacín de los 10 países mayores productores a nivel mundial. Producción total de dichos países y en el mundo. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018

País	Producción (toneladas)
China	8186851
India	5569809
Ucrania	1338000
Rusia	1189539
México	776073
España	717645
Estados Unidos	683038
Turquía	616777
Italia	596397
Malawi	480233
Total	20154362
Total (mundo)	27643932

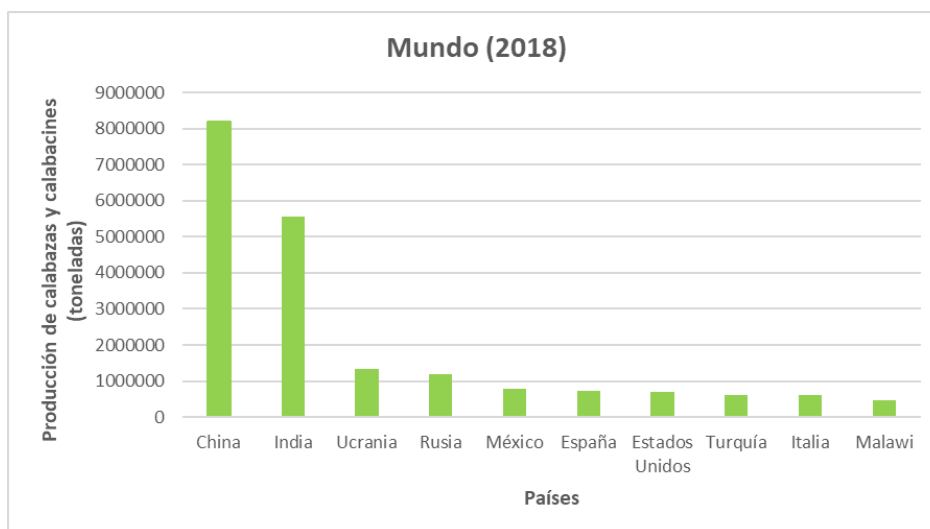


Figura 1. Producción en toneladas de los principales 10 países productores de calabaza y calabacín en el mundo. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018

Dentro de la Unión Europea, España es el primer país productor de calabazas y calabacines (717645 t), y tras ella destacan Italia (596397 t) y Alemania (122241 t).

Tabla 2. Producción total de calabaza y calabacín de los 10 países mayores productores a nivel europeo y producción total de la Unión europea. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018

País	Producción (toneladas)
España	717645
Italia	596397
Alemania	122241
Polonia	98925
Francia	96042
Rumania	33756
Austria	269661
Bulgaria	26339
Portugal	24889
Países Bajos	22891
Total UE	2008786
Total UE	2051369

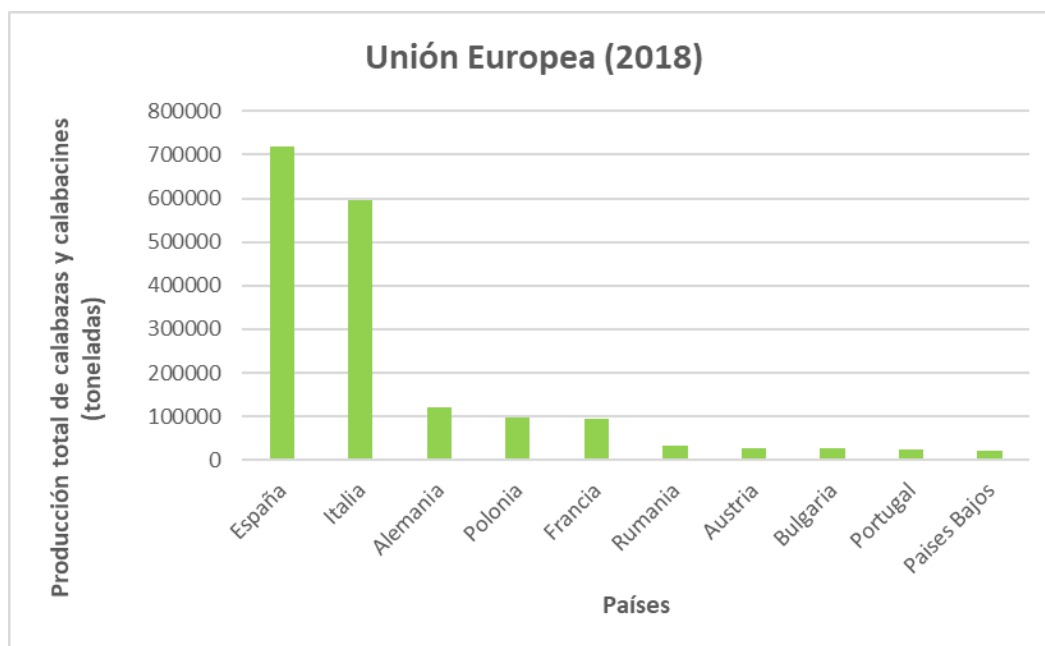


Figura 2. Producción en toneladas de los principales 10 países productores de calabaza y calabacín pertenecientes a la Unión europea. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2018

Según FAOSTAT (2017), a nivel mundial, el principal exportador de calabazas y calabacines es México (510387 t), seguido de España (353893 t), Nueva Zelanda (68438 t), Estados Unidos (65558 t) y Turquía (48441 t), entre otros. Y el principal país importador es Estados Unidos (474422 t), seguido de Francia (154159 t), Alemania (104690 t), Reino Unido (96700 t), Japón (96058) y Países Bajos (63700 t).

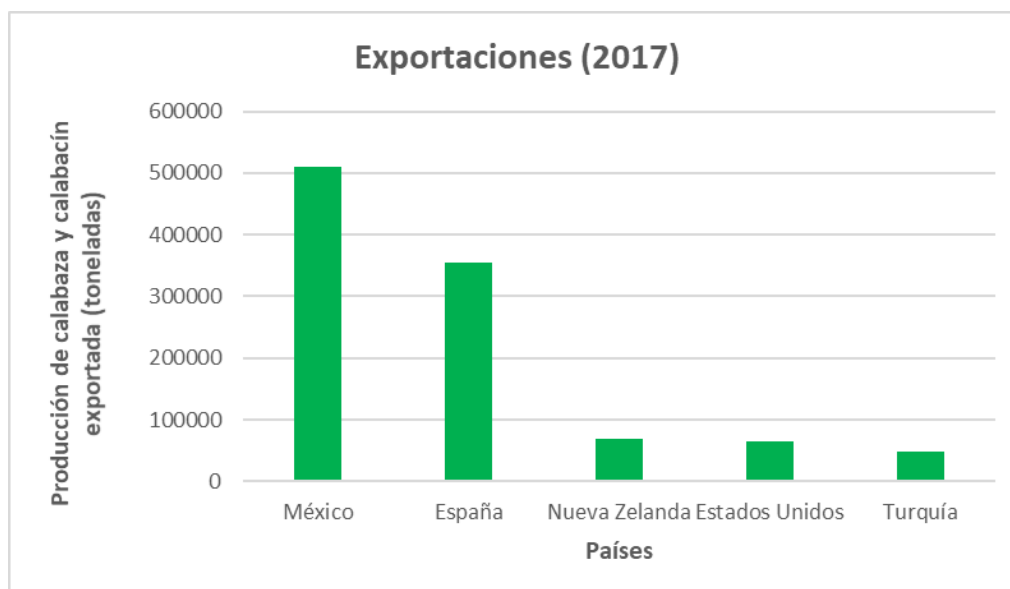


Figura 3. Producción exportada de los principales países exportadores de calabaza y calabacín a nivel mundial. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2017

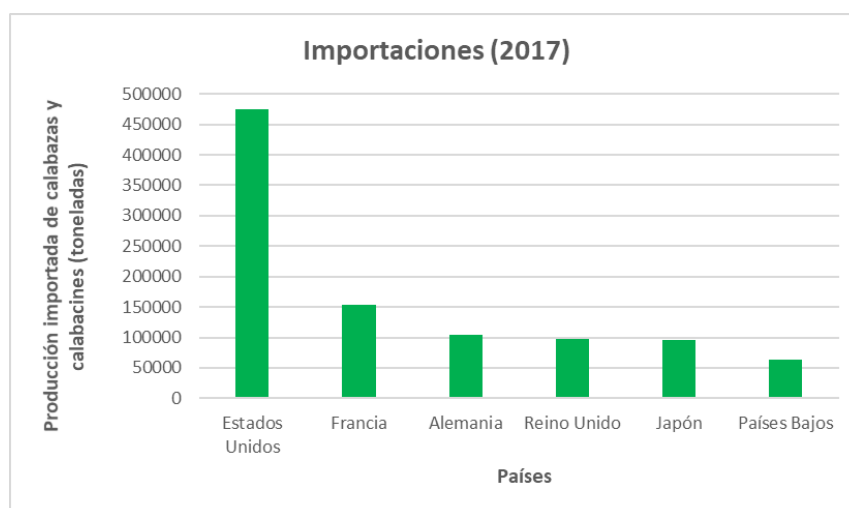


Figura 4. Producción importada de los principales países importadores de calabaza y calabacín a nivel mundial. Fuente: elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2017

1.1.1.2. A nivel nacional y de Andalucía

En España se cultivan 11112 ha de calabacín, dando lugar a una producción de 596300 t (MAPA, 2018), donde el 81% de la superficie es cultivada bajo plástico. De las 11112 ha cultivadas, el 79% (8809 ha) se encuentran en Andalucía, y dentro de ella destaca Almería, que representa el 71% de la superficie total nacional cultivada de calabacín, que a su vez representa el 78% del total de producción (kg) anuales que se obtienen en el país (495000 t) (MAPA, 2018). En Almería, el cultivo intensivo del calabacín bajo invernadero constituye el 70% (7755 ha), y tan solo un 1% es cultivado al aire libre (105 ha). Por tanto, en Almería se produce el 83% de toda la producción nacional.

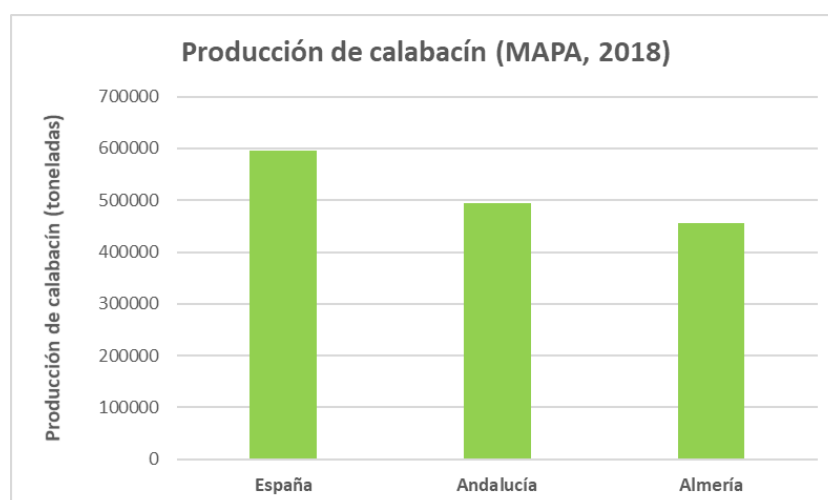


Figura 5. Comparativa de la producción total de calabacín a nivel nacional y provincial. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018

En Almería, de las 8 hortalizas más cultivadas, el calabacín ocupa el tercer puesto, tras el tomate y el pimiento (MAPA, 2018).

Tabla 3. Superficie (ha) de los cultivos hortícolas más importantes en Almería. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018

Cultivo	Superficie (ha)
Sandía	9860
Melón	2290
Pepino	5099
Calabacín	7860
Berenjena	2209
Tomate	10380
Pimiento	10181
Judías verdes	510

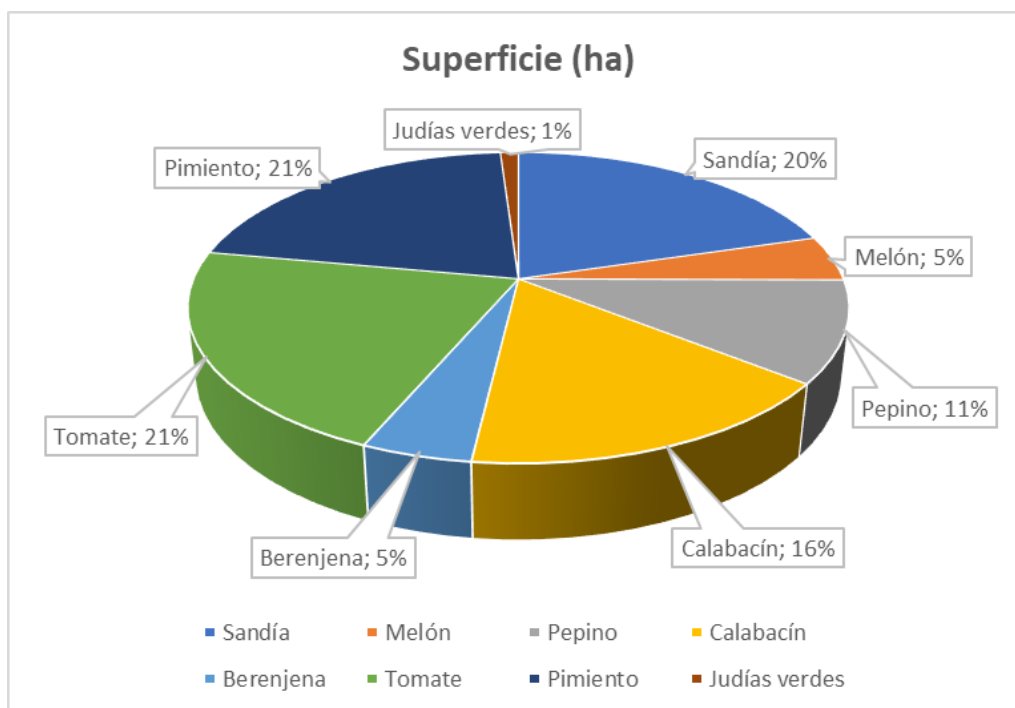


Figura 6. Distribución en porcentajes de la superficie de los principales cultivos hortícolas en Almería. Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2018

Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.)

Tabla 4. Superficie (ha) cultivadas de calabacín por provincias y comunidades autónomas españolas. Fuente: MAPA, 2018

Provincias y Comunidades Autónomas	Superficie (hectáreas)			Total
	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido	
GALICIA	–	93	–	93
P. DE ASTURIAS	40	23	13	76
PAÍS VASCO	25	16	2	43
NAVARRA	–	122	1	123
LA RIOJA	–	25	3	28
ARAGÓN	1	52	–	53
CATALUÑA	4	260	–	264
BALEARES	–	105	49	154
CASTILLA Y LEÓN	–	39	13	52
MADRID	–	18	–	18
CASTILLA-LA MANCHA	7	34	1	42
C. VALENCIANA	–	124	219	343
R. DE MURCIA	–	111	235	346
EXTREMADURA	–	118	1	119
Almería	–	105	7755	7860
Cádiz	8	182	25	215
Córdoba	2	36	–	38
Granada	1	229	209	439
Huelva	–	20	–	20
Jaén	–	32	–	32
Málaga	–	–	179	179
Sevilla	–	26	–	26
ANDALUCÍA	11	630	8168	8809
CANARIAS	7	217	323	547
ESPAÑA	97	1987	9028	11112

Resumiendo, que anualmente se producen casi 30 millones de t de calabazas y calabacines a nivel mundial, produciéndose en España 720000 t (país con mayor producción dentro de la UE de calabaza y calabacín), de las cuales se exportan el 49% y, en Almería se producen unas 500000 t, lo que nos da idea de la importancia que presenta este cultivo en la provincia almeriense, a la vez que alberga el 71% de superficie cultivada en España.

1.1.2. Interés

Comparando el calabacín con los principales cultivos hortícolas que se establecen en Almería, éste es una hortaliza que presenta una serie de problemas en el cuajado de sus frutos y, es que a pesar de ser un cultivo con polinización entomófila (que requiere de insectos polinizadores), existen diversos aspectos que afectan en el éxito de dicha polinización. Dentro de estos aspectos se presenta una falta de sincronización entre la apertura de flores femeninas y masculinas en la que comúnmente son las masculinas las que aparecen antes que las femeninas, así como las condiciones climáticas presentes en el interior del invernadero las cuales no suelen ser muy favorables para el desarrollo, vuelo y actividad de los insectos polinizadores como puede ser *Bombus terrestris*, concretamente en los ciclos de invierno. Los factores ambientales son el conjunto de parámetros más influyente en la formación y desarrollo de flores, pues periodos fríos (invierno) promueven la formación de flores femeninas, disminuye la presencia de flores masculinas y se ve limitada la actividad de los insectos polinizadores (Martínez, 2013) y, periodos cálidos (verano) inducen la formación de flores masculinas, disminuye la formación de flores femeninas y la polinización natural disminuye bastante, sobre todo en horas centrales del día (de 11:00 a 15:00), pues los polinizadores a muy altas temperaturas no trabajan (Wien, 2002; Peñaranda *et al.*, 2007; Manzano *et al.*, 2010a; Manzano *et al.*, 2010b).

A pesar de los problemas mencionados, está el actual uso de fitorreguladores y bioestimulantes que hacen los agricultores para remediar el problema del cuaje y así facilitar el manejo del cultivo e incrementar el cuajado y crecimiento adecuado de los frutos, y con ello la producción y el beneficio económico que en la mayoría de los casos supone (Pérez, 2015).

Pero aunque actualmente el uso de fitorreguladores y bioestimulantes sigue presente, cada vez hay más restricciones en cuanto a la utilización de fitorreguladores, pues la mayoría de ellos presentan plazos de seguridad bastante elevados, lo que supone un problema en la cosecha de los frutos a la vez que los consumidores cada vez son más exigentes en cuanto a tener disponibles frutos lo más limpios posible de residuos, por lo que el LMR (límite máximo de residuos) establecido en ciertos análisis (en hoja, en fruto, etc.) cada vez es más restrictivo. Sin embargo, el empleo de bioestimulantes, a diferencia de los fitorreguladores, presenta plazos de seguridad más cortos y al no tener hormonas de síntesis en su composición producen hortalizas más

“limpias” y sin residuos, aunque no produzcan grandes cambios en el cultivo como puede suponer el empleo de fitorreguladores (Gázquez *et al.*, 2007).

Por esto, la aplicación de compuestos químicos con hormonas de síntesis debe de ser una práctica que poco a poco debe de ir cambiando. Para ello ya hay varias líneas de investigación abiertas, como puede ser el desarrollo de variedades partenocárpicas (partenocárpicas transgénicas ya las hay) o un cambio en el manejo del cultivo para facilitar el cuajado de los frutos mediante la aplicación de productos químicos sin hormonas de síntesis, como pueden ser los bioestimulantes o realizar combinaciones de polinizadores naturales como *Bombus terrestris* y bioestimulantes, pues ya se han realizado pruebas con resultados bastante favorables (Manzano *et al.*, 2006; Jamilena, 2012).

1.1.3. Objetivos

Una vez vista la problemática presente en el cuajado de frutos en el cultivo del calabacín el objetivo general que se persiguió con el desarrollo de este trabajo fue:

- Evaluar el efecto de distintos tratamientos con productos bioestimulantes y fitorreguladores sobre el cuajado de frutos, la producción y calidad de un cultivo de calabacín bajo invernadero en el levante almeriense (San Isidro, Níjar).

Para la consecución de este objetivo general, fueron evaluados una serie de parámetros que se describen a continuación:

- Efecto de los tratamientos sobre el cuajado de los frutos.
- La producción por unidad de superficie de forma puntual y acumulada.
- Las características cualitativas del fruto (longitud y diámetro).

Con la consecución de este proyecto se pretende obtener métodos de polinización viables para el cultivo del calabacín de forma que se evite el uso de fitorreguladores con hormonas de síntesis química (principalmente auxinas sintéticas) para obtener productos libres de residuos.

1.2. Fases de realización y cronograma

Para abordar con el objetivo de este proyecto se han seguido una serie de fases, las cuales se recogen en el siguiente cronograma (Figura 7):

1.3. Revisión bibliográfica

1.3.1. Introducción

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.), es una hortaliza anual que está extendida a nivel mundial. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Según su taxonomía se puede clasificar en 3 subespecies en función de su variación aloenzimática y la forma de los frutos y sus respectivas semillas (Decker-Walters *et al.*, 2002). A su vez, se pueden distinguir distintas variedades botánicas (o morfotipos) (Paris, 1989; Paris, 2001; Paris *et al.*, 2003; Paris and Janick, 2005): “Pumpkin”, “Vegetable Marrow”, “Cocozelle”, “Zucchini”, “Scallop”, “Acorn”, “Crookneck” y “Straightneck”, de los cuales, el calabacín empleado para este proyecto fue del tipo “Zucchini” (Figura 8. 8).

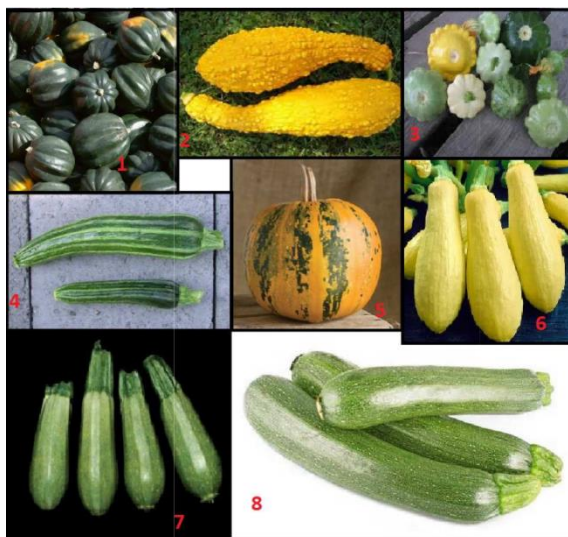


Figura 8. Morfotipos de *Cucurbita pepo*. 1: Acorn, 2: Crookneck, 3: Scallop, 4: Cocozelle, 5: Pumpkin, 6: Straightneck, 7: Vegetable Marrow, 8: Zucchini. Fuente: Encarnación Aguado Donaire, 2014

1.3.2. Origen y usos del calabacín

El origen del calabacín no está del todo claro, pues ciertos autores como Smith (1997), citado por Paris (2001) o Camacho (2003) dicen que el calabacín procede de América, y otros dicen que su origen podría ser Asia (Paris, 2001).

Independientemente del origen, los primeros cultivos de calabacín en España surgieron sobre el siglo XVI (Camacho, 2018).

Principalmente, los frutos de *Cucurbita pepo* se recolectan inmaduros y son exportados y comercializados para su consumo, siendo los frutos más demandados pertenecientes al género *Cucurbita*. A parte del consumo de frutos, también hay un comercio, aunque de menor peso, de semillas tostadas o molidas. En algunos países, algunas variedades son utilizadas como plantas medicinales y ornamentales (Lira-Saade, 1995).

1.3.3. Descripción botánica de la planta

El calabacín, es una especie cucurbitácea anual de crecimiento indeterminado y porte rastrero con raíces axonomorfas y un tallo principal de gran grosor y entrenudos cortos. Las hojas son grandes y palmeadas con peciolo alargados. La planta presenta tanto flores masculinas como femeninas en el mismo pie, ya que se trata de una especie monoica. Son grandes con pétalos de color amarillo-anaranjado brillante que se presentan aisladas en las axilas de las hojas, pedúnculos finos y alargados si se trata de flores masculinas y pedúnculos cortos y gruesos si se trata de flores femeninas. Los frutos son bayas carnosas de piel lisa y tamaño mediano/grande (según momento de recolección) ya que se cosechan durante el periodo de formación (Camacho, 2018).

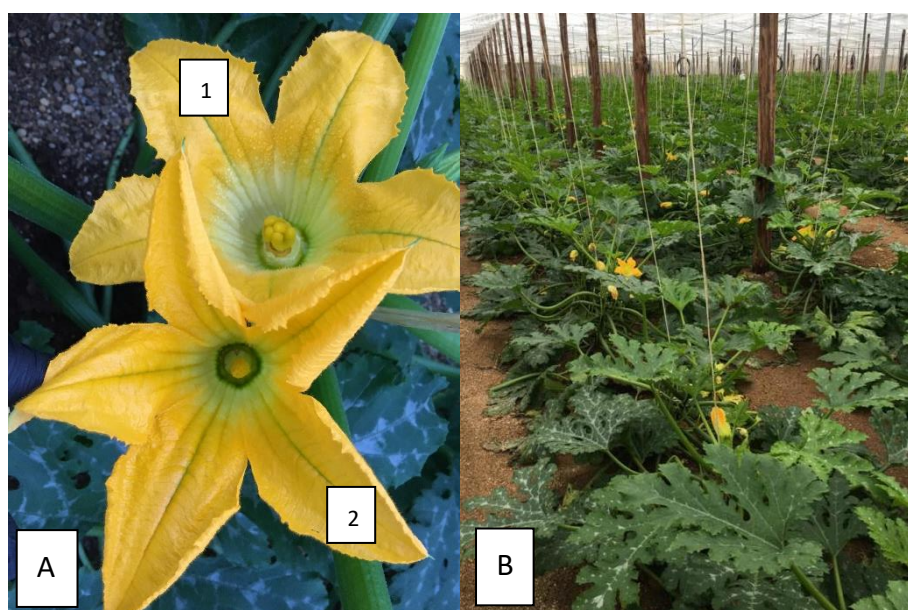


Figura 9. A: Flor femenina (A1) y flor masculina de *C. pepo*. (A2). B: Cultivo de *C. pepo*. Fuente: elaboración propia

1.3.4. Requerimientos edafoclimáticos

1.3.4.1. Temperatura

A diferencia de las demás cucurbitáceas, no es muy exigente en temperaturas. La temperatura óptima de germinación es de 20-25 °C, similar a la necesaria para su desarrollo (25°C durante el día y 20°C durante la noche). Temperaturas fuera del rango 0-35°C dañan el cultivo (Reche, 1997; Camacho, 2003; Camacho, 2018).

1.3.4.2. Humedad

La humedad óptima se encuentra entre el rango 65-80 %. Dado que es un cultivo exigente en agua, la producción dependerá del valor de la humedad ambiental, de manera que humedades relativas superiores al 80% favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y disminuyen el porcentaje de flores fecundas (Reche, 1997; Camacho, 2003; Camacho, 2018).

1.3.4.3. Exigencias en suelo

Es una especie que se adapta bien a todo tipo de suelos, preferentemente de textura franca, ricos en materia orgánica, profundos y bien expuestos al sol. Presenta tolerancia media a la salinidad del suelo y agua, teniendo preferencia por suelos ligeramente ácidos: 5-7 pH (Reche, 1997; Camacho, 2003; Camacho, 2018).

1.3.4.4. Luz

La luz influye principalmente en la floración. Para este cultivo, la duración del día no tiene una excesiva repercusión, de forma que normalmente no existen problemas de floración, de ahí que se puedan realizar ciclos de cultivo en casi todas las épocas del año. Si bien es cierto, que días largos inducen la formación de flores masculinas, y días cortos promueven la formación de flores femeninas (Reche, 1997).

1.3.5. Polinización y problemática del cuaje de frutos

La polinización de este cultivo es entomófila, es decir, de forma natural debería de realizarse mediante insectos (abejas o abejorros), pero dadas las fechas en las que tienen lugar los ciclos de producción bajo plástico en la provincia, existe un gran problema en cuanto al cuajado de los frutos, pues el polinizador natural del calabacín es la abeja (*Apis mellifera*), pero su actividad se ve muy disminuida en periodos fríos. A este problema, se le suma la no coincidencia de desarrollo de flores masculinas y femeninas en el mismo periodo de tiempo, por lo que los vectores no pueden sacar el polen de las flores masculinas y transportarlo hasta las femeninas y, a esa no coincidencia de desarrollo de flores hay que sumarle que dicho desarrollo se verá muy influenciado por las condiciones climáticas del lugar, pues la duración del día puede influir en el desarrollo de las flores, de manera que en periodos fríos predominan las flores femeninas, lo cual desde el punto de vista del agricultor es una gran ventaja si hace uso de fitorreguladores y bioestimulantes, de ahí la difícil concienciación de los productores. Dados estos inconvenientes, actualmente y desde hace ya bastantes años, en la mentalidad de los agricultores prevalece el uso de bioestimulantes y fitorreguladores con el fin de regular el crecimiento y desarrollo de las plantas y obtener así frutos de calidad sin la necesidad de una polinización mediante insectos. Las soluciones disponibles para remediar los problemas de los polinizadores así como la expresión sexual del calabacín son las siguientes: *Bombus terrestris* como polinizador en los ciclos de otoño-invierno y *Apis mellifera* en los ciclos de primavera-verano; utilización de variedades polinizadoras distribuidas aleatoriamente en el invernadero para contrarrestar la falta de flores masculinas, sobre todo en periodos fríos; el empleo de bioestimulantes sin hormonas de síntesis química en su composición y; el empleo de variedades partenocárpicas, pues éstas no requieren polinización ni hormonas. Ésta última opción no es muy viable, pues en la actualidad sólo hay variedades partenocárpicas de calabacín transgénicas y su uso para producción y comercialización no está autorizado.

Las ventajas e inconvenientes que presenta la polinización mediante partenocarpia inducida por fitoreguladores y/o bioestimulantes son:

- Más precocidad en el cultivo.
- Mayor peso medio del fruto.
- Más reparto de fotoasimilados a los frutos y menos a la parte vegetativa.
- Entrenudos más cortos.
- LMR y plazos de seguridad elevados (en fitoreguladores).
- Envejecimiento más rápido de la planta, por lo que su uso se recomienda al inicio del cultivo para una mejor regulación de la planta o cuando las condiciones climáticas sean adversas para los polinizadores.

A diferencia de éstas, los polinizadores provocan plantas mucho más vigorosas, de forma que permiten prolongar los ciclos de cultivo, aunque su funcionamiento está muy influenciado por las condiciones climáticas de la parcela.

Como se verá posteriormente, desde hace ya 2 décadas, hay líneas de estudio y mejora de la polinización en el cultivo de calabacín, y en ellos se ha visto que la mejor estrategia es una combinación de todas, pero bien es cierto que el calabacín al ser un cultivo muy vigoroso y de rápido crecimiento el empleo de fitoreguladores no es una buena estrategia para el cuaje de los frutos, principalmente por la presencia de hormonas de síntesis (las cuales están prohibidas) y tener altos plazos de seguridad, y el empleo de bioestimulantes se ha visto que puede ser una buena estrategia de polinización en *C. pepo* si se hace adecuadamente y si se combina con la polinización mediante vectores, de ahí que en el presente trabajo se evaluó el empleo de fitoreguladores frente al de bioestimulantes, para ver si existen diferencias estadísticas entre los distintos métodos de polinización.

1.3.6. Antecedentes de la polinización en calabacín y su efecto en la producción

1.3.6.1. Ensayos realizados en la Estación Experimental de las Palmerillas (Fundación Cajamar).

En la Estación Experimental de las Palmerillas de la Fundación Cajamar, desde 2001 se han realizado ensayos en distintos ciclos de cultivo de calabacín para comparar las diferentes formas de polinización que presenta este cultivo y obtener vías viables de polinización distintas al uso de fitoreguladores con hormonas de síntesis. Durante todos estos años de trabajo (2001 – 2012 aprox.) ciertos autores han comparado diferentes formas de polinización en cultivos de calabacín, desde vectores naturales como *Apis mellifera* y/o *Bombus terrestris*, hasta fitoreguladores y/o bioestimulantes tanto por vía riego como por vía foliar.

Los ensayos han tenido lugar en una serie de invernaderos pertenecientes a la Estación Experimental de las Palmerillas (Fundación Cajamar), ubicada en el término municipal de El Ejido, Almería.

Durante la campaña 2004/2005 Gázquez *et al.*, (2005) realizaron un ensayo donde compararon: la aplicación de bioestimulantes durante todo el ciclo de cultivo, bioestimulantes durante la fase inicial del ciclo de cultivo y polinización con *Bombus terrestris*. Los autores, analizaron la producción total acumulada por unidad de superficie, producción comercial y no comercial, producción por categorías, porcentaje de merma en la producción comercial y número de frutos comerciales así como su respectivo peso medio. El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticamente significativas en los distintos tratamientos en cuanto a producción, pero sí en la cantidad de frutos comerciales por planta. En sus resultados llegaron a la conclusión de que la aplicación de bioestimulantes no afectó a la productividad final obteniéndose un rendimiento similar para todos los tratamientos, aunque sí mejoró la precocidad y aumentó el peso medio por fruto comercial frente a los frutos cuajados mediante *Bombus terrestris*. No obstante, las plantas polinizadas por abejorros fueron más vigorosas y produjeron una mayor cantidad de frutos comerciales por planta.

Tabla 5. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez *et al.*, (2005). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez *et al.*, 2005

Resumen de tratamientos y mat. y métodos	
Campaña: 2004/2005	Ciclo de cultivo y cultivar: 12/08/2004-14/01/2005, cv. Cónsul
Densidad: 0,89 pl/m ²	Invernadero: Parral plano con suelo arenado
Tratamientos	
T1	<i>Bombus terrestris</i> + BIGGER [®] todo el ciclo*
T2	<i>Bombus terrestris</i> + BIGGER [®] a principio del ciclo*
T3	<i>Bombus terrestris</i>

*Dosis de la aplicación de BIGGERTM: 3 mL/L directamente al ápice de la planta

En la campaña de primavera de 2005, Gázquez *et al.* realizó un ensayo similar al anterior, aunque en vez de utilizar abejorros como vector de polinización natural, utilizó abejas (*Apis mellifera*). Los parámetros evaluados en este ensayo fueron los mismos que en el anterior (campaña 2004/2005). En los resultados obtenidos llegaron a la conclusión de que la mejor estrategia para polinizar un cultivo de calabacín en un ciclo de primavera es utilizar abejas como polinizadores naturales (frente al testigo sin polinización, bioestimulantes (BIGGER[®]) y Floramec[®] + bioestimulante) y, combinando abejas junto bioestimulantes durante todo el ciclo de cultivo se obtuvieron los máximos rendimientos por unidad de superficie. El peso medio del fruto fue más alto para la combinación de abejas y bioestimulantes, y en cuanto al número de frutos comerciales por planta no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.)

Tabla 6. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez *et al.*, (2005). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez *et al.*, 2005

Resumen de tratamientos y mat. y métodos	
Campaña: Prim. 2005	Ciclo de cultivo y cultivar: 07/03/2005-13/06/2005, cv. Cora
Densidad: 0,89 pl/m ²	Invernadero: Parral plano con suelo arenado
Tratamientos	
T1	Testigo
T2	Bioestimulante BIGGER [®] *
T3	Floramec [®] + BIGGER [®] **
T4	<i>Apis mellifera</i>
T5	<i>Apis mellifera</i> + BIGGER [®] todo el ciclo*
T6	<i>Apis mellifera</i> + Floramec [®] todo el ciclo**
T7	<i>Apis mellifera</i> + BIGGER [®] hasta 1/2 ciclo*

*Dosis y aplicación de BIGGER[®]: 3 mL/L diariamente al ápice de la planta

**Dosis y aplicación de Floramec[®]: “cacharreado” a dosis de 5 L/ha

En 2006 tuvo lugar un ciclo de cultivo de otoño-invierno de calabacín cv. Tosca, en el cual Gázquez *et al.* continuaron con sus ensayos. Además de los parámetros ya evaluados años anteriores, en este ensayo también evaluaron parámetros de calidad, siendo éstos el color, la longitud y la relación entre el diámetro del fruto en ambos extremos. En los resultados, a nivel productivo al igual que años anteriores, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero si obtuvieron un mayor número de frutos por unidad de superficie mediante la polinización con abejorros, aunque éstos fueron los de menor peso medio. Como conclusiones obtuvieron que la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores no influyeron en la productividad final del cultivo de calabacín, aunque sí mejoraron la precocidad y el peso medio por fruto se vio incrementado frente a los demás tratamientos. También se volvió a afirmar que la aplicación de bioestimulantes al inicio del ciclo de cultivo es un método para equilibrar las plantas y regular la producción. La polinización con abejorros indujo las plantas con mayor vigor y produjo mayor cantidad de frutos por unidad de superficie.

Tabla 7. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez *et al.*, (2007). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez *et al.*, 2007

Resumen de tratamientos y mat. y métodos	
Campaña: 2006/2007	Ciclo de cultivo y cultivar: 22/08/2006-22/12/2006, cv. Tosca
Densidad: 1,33 pl/m ²	Invernadero: Parral asimétrico con suelo arenado
Tratamientos	
T1	<i>Bombus terrestris</i> + Bioestimulante BIGGER [®]
T2	<i>Bombus terrestris</i> + Fitorregulador
T3	<i>Bombus terrestris</i>

El objetivo de este y de los anteriores ensayos fue concienciar a los agricultores de que el empleo de bioestimulantes y polinizadores naturales son buenas estrategias para suprimir el empleo de fitorreguladores en la polinización del calabacín, pues en todos los ensayos similares se obtuvieron resultados muy satisfactorios.

En cuanto a los tratamientos aplicados se distinguieron los siguientes:

- **T1.** Polinización mediante *Bombus terrestris* + Bioestimulante (Bigger®: Materia orgánica 30%. SL.- Composición: aminoácidos 3%, ácidos nucleicos 16%, materia orgánica 30%, vitaminas 0,2%, N orgánico 4%. Se trata de un producto natural, para aplicar por vía foliar y radicular. Su empleo favorece el engorde del fruto.). La dosis del bioestimulante fue de 1 g/L.
- **T2.** Polinización mediante *Bombus terrestris* + Fitorregulador (Ana 0,4% + Anamida 1,2%: Fitorreguladores con actividad sobre el inicio de la vegetación, floración cuajado y sobre otros procesos fisiológicos de los vegetales.). La dosis del fitorregulador fue de 3mL/L.
- **T3.** Polinización mediante *Bombus terrestris*. Se introdujeron 3 colmenas para todo el ciclo de cultivo.

Las diferencias que presenta este ensayo con el aquí presente serían:

- Aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores de forma diaria al ápice de la planta.
- Polinización mediante vectores (*Bombus terrestris*).
- Total de cosechas: 25.

Se llegó a la conclusión (Gázquez *et al.*, 2008) de que las aplicaciones de bioestimulantes y fitorreguladores no influyeron en la productividad final del cultivo de calabacín, pero sí mejoraron la precocidad y aumentaron el peso medio del fruto. También, que el empleo de bioestimulantes al inicio del ciclo equilibra el cultivo regulando la producción, y que la polinización mediante vectores indujo plantas más vigorosas y con mayor número de frutos por unidad de superficie, permitiendo así realizar ciclos de cultivo más duraderos. Durante todos los años se han obtenido los mismos resultados.

Durante la campaña 2007/2008 tuvo lugar otro ciclo de otoño-invierno de *C. pepo*, pero en éste, a diferencia de los anteriores se realizó el ensayo en 5 cultivares distintos de calabacín: CV 2055, Berula, Vesul, Sinatra y Capea. La estrategia aplicada fue: 2 tratamientos vía foliar con bioestimulantes (BIGGER®) al comienzo del cultivo para inducir el cuaje de los frutos y regular la entrada en producción del cultivo, y posteriormente se introdujeron de forma mensual un total de 4 colmenas de abejorros y al final del ciclo de cultivo una colmena de abejas y días previos se trató con BIGGER®

vía riego. Para este ensayo además de todos los anteriores parámetros evaluados (véase ensayos anteriores) se realizó una evaluación económica para ver la rentabilidad de cada cultivar. Gázquez *et al.*, (2008) llegaron a la conclusión de que la polinización natural con abejorros en el cultivo de calabacín es un método viable para el cuaje, aunque se requiere en casos puntuales aplicaciones de fitoreguladores y/o bioestimulantes para acelerar la entrada en producción.

Tabla 8. Resumen de tratamientos y materiales y métodos de los ensayos de Gázquez *et al.*, (200). Fuente: elaboración propia a partir de Gázquez *et al.*, 2008

Resumen de tratamientos y mat. y métodos	
Campaña: 2007/2008	Ciclo de cultivo: 30/10/2007-28/04/2008
Densidad: 0,89 pl/m ²	Invernadero: Parral asimétrico con suelo arenado

Tratamientos

Se introdujeron un total de 4 colmenas de *Bombus terrestris* y 1 de *Apis mellífera* durante el ciclo de cultivo. En casos puntuales se dieron tratamientos con bioestimulante BIGGER[®] vía riego (2 L/ha) y vía foliar (3 mL/L).

2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos

Este punto se corresponde con las especificaciones técnicas del ensayo.

2.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en un invernadero situado en el levante almeriense, concretamente en la localidad de San Isidro, perteneciente al municipio de Níjar (Almería). La referencia catastral de la finca es: polígono 31, parcela 212.



Figura 10. Localización a gran escala de la finca donde se realizó el ensayo. Fuente: elaboración propia a partir de la Sede Electrónica del Catastro



Figura 11. Ortofoto de la localización del invernadero donde tuvo lugar el ensayo (escala 1:2.500). Fuente: elaboración propia a partir del visor SigPac V 4.4

2.2. Características del invernadero

El invernadero tiene una superficie de 19000 m², de los cuales 195 m² se destinaron al ensayo. Es de tipo “raspa y amagado” con suelo arenado. Presenta un sistema de riego localizado por goteo y, un sistema de ventilación natural que consta de ventanas cenitales abatibles en casi todas las cubreras y de ventanas laterales.

Algunas de las características técnicas que presenta el invernadero son las siguientes:

- Pendiente del invernadero: 1,5% (descendente) en dirección norte-sur.
- Altura de las ventanas laterales (bandas): 2,8 m.
- Altura en cubrera (de las raspas): 4 m.
- Altura a la canal (de los amagados): 3,60 m.
- Separación entre raspas: 8 m.
- Cabezal de riego: consta de una bomba centrífuga Ebara[®] de 7,5 CV (5,626 kW, caudal máximo 42 m³/h y presión de 35 mca) y 3 tanques de abonado, de 1.500 L cada tanque.
- Tuberías del sistema de irrigación de polietileno ($\varnothing_{\text{portarramales}}= 50 \text{ mm}$ y 40 mm , $\varnothing_{\text{portagoteros}}= 12 \text{ mm}$).
- Agua de riego: se utiliza una mezcla de aguas (agua de pozo de 2,2 dS/m y agua de la desaladora de Carboneras con una CE de 0,6 dS/m) para conseguir una CE final en torno a 1,6 dS/m. Destacar que la finca está adaptada para la recogida de aguas pluviales y su posterior uso para riego.

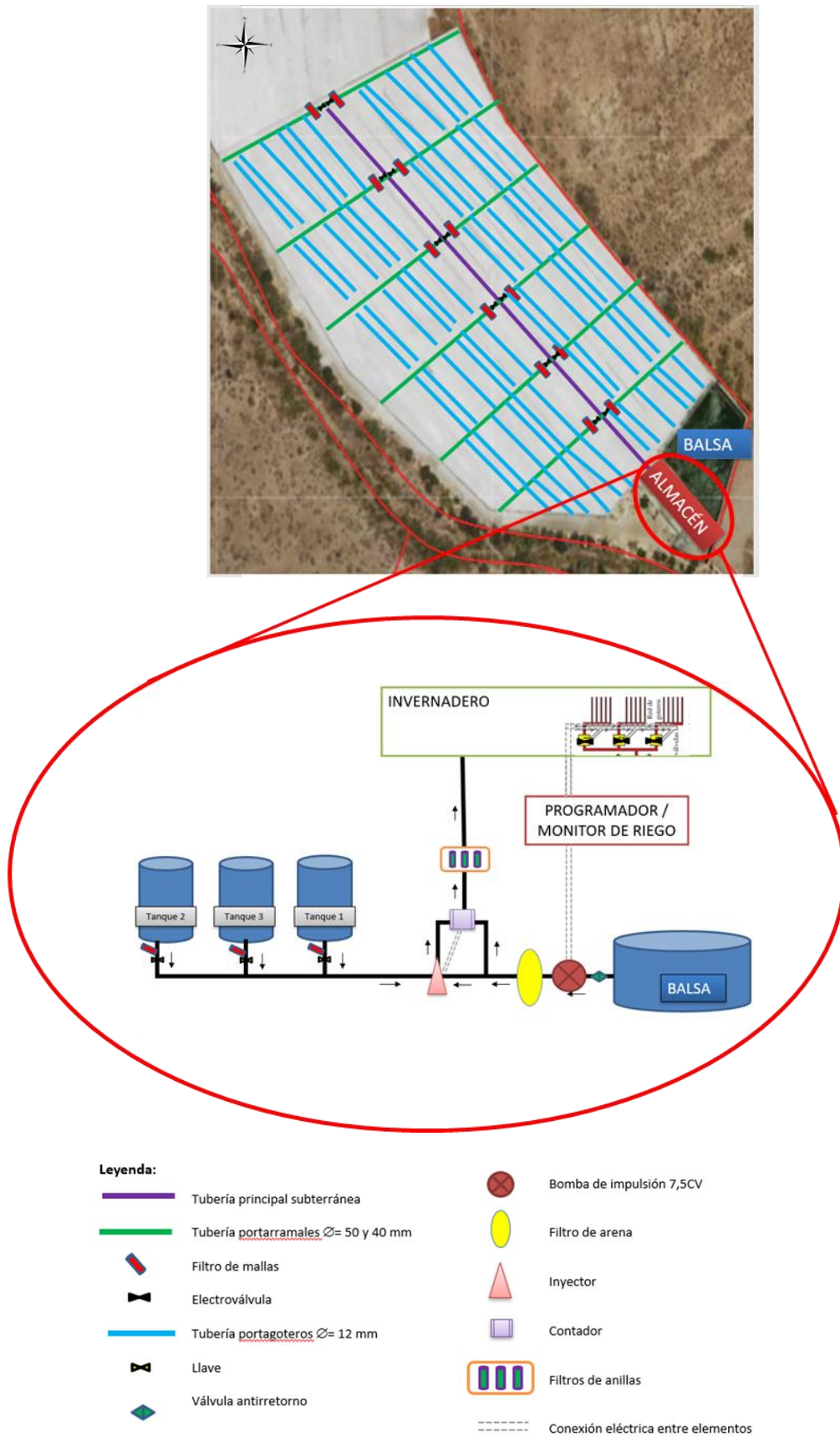


Figura 12. Esquema del sistema y del cabezal de riego de la finca donde se realizó el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.3. Diseño experimental

2.3.1. Descripción del diseño

Para este ensayo se aplicó un diseño experimental de bloques aleatorios para la aplicación de 6 tratamientos con tres repeticiones cada uno, en los cuales se aplicaron productos fitorreguladores y bioestimulantes al cultivo para ver su efecto sobre el cuajado, la producción y calidad de los frutos. Cada tratamiento y repetición constituyó una parcela elemental de la que constó de 10 plantas de calabacín y, como efecto borde se dejaron 3 plantas colindantes al pasillo superior y 11 plantas al pasillo inferior.

2.3.2. Descripción, disposición y aplicación de los tratamientos

El diseño experimental y los tratamientos que se evaluaron fueron:

- **T₀**. Testigo. Aplicación directa a la flor de un fitorregulador: HORMOSAN plus[®] (Aminoácidos libres al 6% + Nitrógeno en diversas formulaciones a dosis de 0,25 ml/L) + MC Extra[®] de Valagro (algas del género *Ascophyllum nodosum* - Ácido algínico 12,5% + Manitol 4% + K₂O 20%, a dosis de 2 g/L) + CalFlux[®] de EcoCulture (30% de Nitrato de calcio + 15% de Nitrato de zinc, a dosis de 2,5 ml/L).
- **T₁**. Aplicación directa a la flor de ISABIÓN[®] (Aminoácidos libres obtenidos mediante hidrólisis ácida de proteínas animales – colágeno, 10,3 % + Nitrógeno (N) total en forma de Nitrógeno orgánico (proteico) 10% + Carbono orgánico 29,4% + Materia orgánica total 62,5% a dosis de 3 mL/L) + HORMOSAN plus[®] (0,25 mL/L).
- **T₂**. Aplicación directa a la flor de una mezcla de Aminoácidos (1 g/L) + HORMOSAN plus[®] (0,25 mL/L) + Melaza de caña (2,5 mL/L).
- **T₃**. Aplicación directa a la flor de un combo de productos nutricionales de la Sociedad mercantil NUTRICOP[®]: NUTRIFLOR[®] (AA a dosis de 1,5 mL/L) + BESTIM[®] (Glicina – Betaína, a dosis de 3 g/L) + MARE 200[®] (Algas – *Ascophyllum nodosum*, a dosis de 4 mL/L).
- **T₄**. Aplicación directa a la flor de un formulado específico de NUTRICOP[®]: VL30319 (2 mL/L) a base de extracto de algas y aminoácidos específicos para el cuaje.
- **T₅**. Aplicación al brote (cabeza) de la planta de un formulado específico de NUTRICOP[®]: VL30319 (2 mL/L) a base de extracto de algas y aminoácidos específicos para el cuaje.



Figura 13. Localización de las parcelas elementales en el invernadero. Fuente: elaboración propia

Líneo simple 1, Repetición 1		PASILLO Líneo simple 2, Repetición 2		Líneo simple 3, Repetición 3	
Borde	Líneo doble	Borde	Líneo doble	Borde	
T2, R1		T1, R2		T2, R3	
TO, R1		T2, R2		T1, R3	
T4, R1		T4, R2		T3, R3	
T5, R1		T5, R2		T4, R3	
T3, R1		TO, R2		TO, R3	
T1, R1		T3, R2		T5, R3	
Borde		Borde		Borde	
✓	✗	PASILLO ✓	✗	✓	

Figura 14. Esquema del diseño experimental. Fuente: elaboración propia

Los tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃, y T₄ se aplicaron directamente a la flor femenina del calabacín diariamente, y el T₅ al brote de la planta cada tres días.

La densidad de plantación fue de 1,33 plantas/m². La superficie de cultivo para el ensayo, sin tener en cuenta las plantas que actuaron de efecto borde, fue de 194,62 m². Las líneas presentaban una longitud total aproximada de 58 m y los goteros estaban distanciados 50 cm entre ellos.

2.4. Material vegetal

2.4.1. Descripción de la variedad y duración del ciclo productivo

En el ciclo de producción de otoño – invierno 2019/2020 se realizó el ensayo con una duración de 108 días y para esto se empleó una variedad de calabacín tipo “Zucchini” (*Cucurbita pepo* L.) cv. Logos (Syngenta, 2019). Las características de esta variedad son las siguientes:

- Planta de fácil manejo, de estructura abierta, muy erecta y con buena sanidad.
- Alta producción y calidad de fruto durante todo el ciclo.
- Comportamiento excepcional en post-cosecha.
- Presenta resistencia intermedia a:
 - PX: *Podosphaera xanthii* (Oidio).
 - WMV: Watermelon Mosaic Virus.
 - ZYMV: Zucchini Yellow Mosaic Virus.

2.5. Condiciones, manejo y labores culturales

2.5.1. Manejo y labores del cultivo

A continuación se muestra una tabla (Tabla 9) resumen que recoge todas las labores y tareas realizadas sobre el cultivo:

Tabla 9. Fecha de realización de las tareas y labores realizadas durante el ciclo de cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia

Tarea/labor	Fecha de realización	DDT*
Siembra de semillas de calabacín en semillero	24/09/2019	-
Trasplante	04/10/2019	0
Colocación de doble techo	10/10/2019	6
Comienzo de la cosecha (inicio de la toma de datos cada 2 días para el TFG)	17/10/2019	13
Suelta de <i>Aphidius colemani</i>	29/10/2019	25
Aplicación de microorganismos de montaña vía líquida	18/11/2019	45
Entutorado con rafia plástica (una por planta)	30/11/2019	57
Eliminación de flores macho y hojas dañadas	18/12/2019	75
Entutorado con rafia plástica (una por planta)	19/12/2019	76
Fin de cosecha y arranque del cultivo	20/01/2020	108

*DDT: Días después del trasplante

2.5.1.1. Siembra

Las semillas de calabacín se mandaron a semillero (concretamente a la sede de El Plantel Semilleros en Níjar) el día 24 de septiembre de 2019.

2.5.1.2. Trasplante

El trasplante tuvo lugar el día 4 de octubre. La densidad de plantación de toda la parcela fue de 1,33 plantas/m², aunque la densidad de plantación de las parcelas elementales fue de 0,93 plantas/m².

2.5.1.3. Colocación del sistema de doble techo

El productor decidió instalar en la parcela un sistema de doble techo el día 10 de octubre de 2019.

2.5.1.4. Cosecha

El 17 de octubre se comenzaron a cosechar los frutos para la toma de datos de forma manual. La cosecha continuó durante todo el ciclo de cultivo cada 1,5 - 2 días, aunque hubo excepciones en las que se realizó varios días seguidos. Hay que destacar que el calibre de los frutos se debió a que se trató de una producción comercial. Estas características fueron definidas por la S. Coop. And. Murgiverde, ya que se trata de la empresa con la que comercializa el productor. Para la cosecha de los frutos se requería un calibre de entre 200 y 350 g/fruto, equivalente a frutos con calibre M/Mx (entre 14 y 22 cm). En total se realizaron 38 cosechas. En la siguiente tabla (Tabla 10) se muestran las fechas de cosecha.

Tabla 10. Fecha de cosechas realizadas en el ciclo de cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia

Fecha	Nº cosecha	DDT*
17/11/19	1	44
18/11/19	2	45
20/11/19	3	47
22/11/19	4	49
24/11/19	5	51
26/11/19	6	53
27/11/19	7	54
28/11/19	8	55
29/11/19	9	56
30/11/19	10	57
1/12/19	11	58
3/12/19	12	60
5/12/19	13	62
7/12/19	14	64
9/12/19	15	66
11/12/19	16	68
13/12/19	17	70

Tabla 10. Fecha de cosechas realizadas en el ciclo de cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia (continuación)

Fecha	Nº cosecha	DDT*
14/12/2019	18	71
16/12/2019	19	73
18/12/2019	20	75
19/12/2019	21	76
21/12/2019	22	78
22/12/2019	23	79
23/12/2019	24	80
25/12/2019	25	82
27/12/2019	26	84
29/12/2019	27	86
31/12/2019	28	88
02/01/2020	29	90
04/01/2020	30	92
06/01/2020	31	94
08/01/2020	32	96
10/01/2020	33	98
12/01/2020	34	100
14/01/2020	35	102
16/01/2020	36	104
18/01/2020	37	106
20/01/2020	38	108

*DDT: Días después del trasplante

2.5.1.5. Entutorado

Se comenzó a entutorar el cultivo con rafia plástica (una por planta) el día 30 de noviembre de 2019. El día 19 de diciembre de 2019 se repitió la labor.

2.5.1.6. Otras labores

Tuvo lugar una suelta de *Aphidius colemani* sobre plantas búnker infectadas con pulgón específico de cereal el día 29 de octubre de 2019. El 18 de diciembre de 2019 se eliminaron las hojas dañadas y estropeadas, así como las flores macho del cultivo.

2.5.1.7. Fin del ciclo productivo

Las cosechas y con ello la toma de datos termin  el día 20 de enero de 2020 dado que comenzó a verse síntomas de distintas virosis en un buen número de plantas, concretamente del virus del mosaico amarillo del calabacín (ZYMV) y del virus de la hoja rizada del tomate de Nueva dehli (ToLNDCV).



Figura 15. Aspecto del cultivo días antes de ser arrancado. Fuente: elaboración propia

2.5.1.8. Riegos y fertilización

Para el ciclo de cultivo se irrigo en función del estadio, estableciéndose un plan de abonado para la fase vegetativa y otro para la productiva. En la tabla 11 puede verse con más detalle la fertilización aplicada al cultivo.

Tabla 11. Plan de abonado para el cultivo de calabacín. Fuente: elaboración propia

Fecha	Fertilizante	Cantidad	Nº de tanque
4/10/2019 - 6/10/2019	NA*	-	-
7/10/2019 - 20/10/2019	Vinaza de azúcar de caña	800 L/tanque	1
21/10/2019 - 10/11/2019	Vinaza de azúcar de caña	800 L/tanque	1
	Nitrato potásico	200 kg/tanque	2
	Ácido fosfórico	25 L/tanque	2
11/11/2019 - 19/01/2020	Vinaza de azúcar de caña	800 L/tanque	1
	Nitrato potásico	200 kg/tanque	2
	Nitrato cálcico	200 kg/tanque	3
	Nitrato amónico	50 kg/tanque	3
	Ácido fosfórico	25 L/tanque	2

*NA: No aplica fertilizantes

Durante todo el ciclo productivo se mantuvo una CE del agua de riego con un valor de entre 1,5 y 2 dS/m. Los riegos tuvieron una duración de 30 minutos, y cada dos días se dio un riego, excepto los días en los cuales la intensidad lumínica solar era alta, por lo que se dieron riegos en días alternos. Se instalaron tensiómetros para facilitar el manejo del riego, manteniéndose siempre en un intervalo de entre 8 y 12 centibares.

2.5.1.9. Aplicación de tratamientos fitosanitarios

Durante el ciclo de cultivo aparecieron diversas plagas, destacando la presencia de mosca blanca (mb), trips (tr) y pulgón (pg). La mosca blanca fue un gran problema ya que desde un inicio transmitió virosis a numerosas plantas del cultivo, con lo que el desarrollo y la producción se vieron afectados.

A continuación, se muestra un listado de los productos comerciales que se aplicaron para controlar las diversas plagas (Tabla 12), así como sus características, independientemente de que también fueron realizadas sueltas de organismos de control biológico, concretamente, de *Aphidius colemani* (parasitoide de pulgón).

Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.)

Tabla 12. Listado de productos fitosanitarios aplicados a lo largo del ciclo de producción.
Fuente: elaboración propia a partir del MAPA, 2020

Fecha	Nombre comercial	Composición	Nº de registro	Titular	Dosis	Plaga*
10/10/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	mb y tr
17/10/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	mb y tr
	Breaker Max	Piretrina 4%	ES-00242	Certis Europe B.V.	0,75 mL/L	mb y pg
19/10/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	mb y tr
	Breaker Max	Piretrina 4%	ES-00242	Certis Europe B.V.	0,75 mL/L	mb y pg
22/10/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	mb y tr
	Zenith	Azadiractin 2,6%	24646	Sipcam Inagra, S.A.	100 g/hl	pg
24/10/2019	Breaker Max	Piretrina 4%	ES-00242	Certis Europe B.V.	0,75 mL/L	pg
	Efiser gold	Cloruro de zinc	*	Servalesa	2 mL/L	pg
	Belthirul	Bacillus thurigiensis kurstaki 32%	22423	Probelte S.A.U.	1 g/L	or
28/10/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	pg
	Breaker Max	Piretrina 4%	ES-00242	Certis Europe B.V.	0,75 mL/L	pg
04/11/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	pg
	Efiser gold	Cloruro de zinc	*	Servalesa	2 mL/L	pg
27/11/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	pg
06/12/2019	Ultra-Prom	Aceite de parafina 54,6%	ES-00054	Agrichem, S.A.	5 mL/L	pg

2.6. Datos climáticos

El invernadero contaba con una estación meteorológica (Belux Vision Clima®), la cual realizó las siguientes mediciones de clima, dando una base de datos de los diversos factores climáticos en intervalos de 5 minutos:

- Temperatura externa (°C).
- Temperatura interna (°C).
- Temperatura externa máxima (°C).
- Temperatura externa mínima (°C).
- Temperatura interna máxima (°C).
- Temperatura interna mínima (°C).
- Humedad relativa (%).
- Velocidad del viento (m/s).

2.6.1. Temperatura (°C)

Las temperaturas medias registradas a lo largo del ciclo de cultivo se recogen en el siguiente gráfico (Gráfico 1):

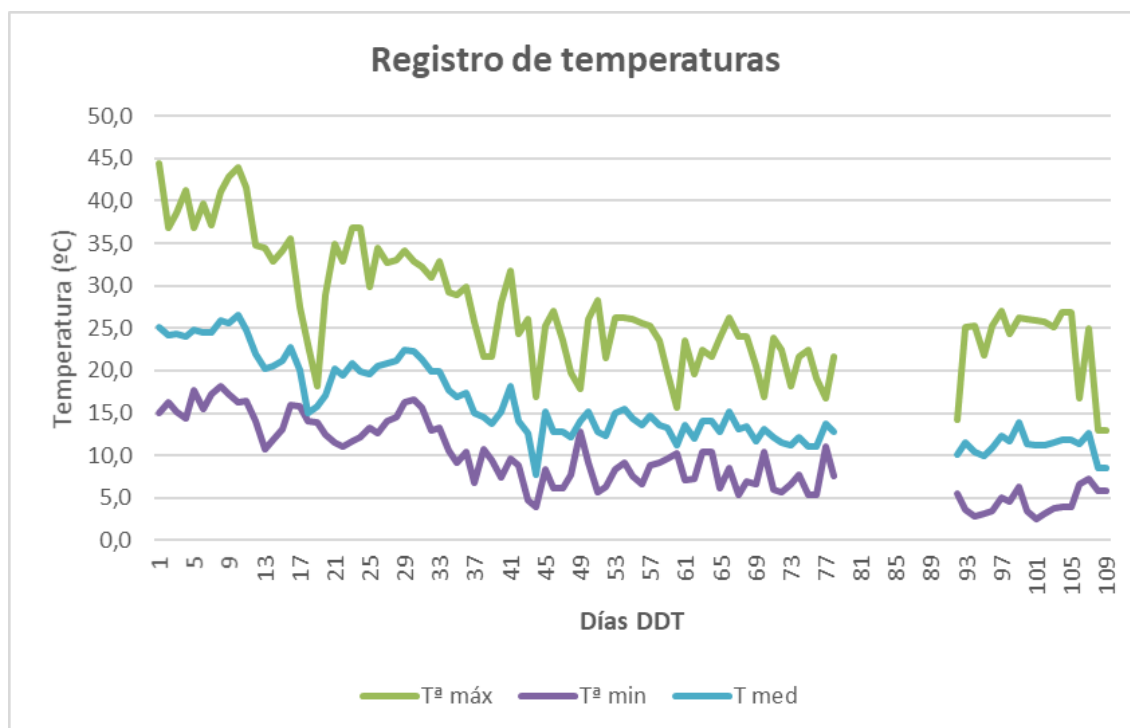


Gráfico 1. Registro de temperaturas dentro del invernadero durante el ciclo de cultivo de *C. pepo*. Fuente: elaboración propia

En el Gráfico 1 se ve la oscilación de la temperatura interna media del invernadero durante todo el ciclo de cultivo excepto 12 días, correspondientes al periodo 20/12/2019 – 02/01/2020 debido a un error en el suministro eléctrico de la zona. En dicha figura también se muestran las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas durante casi todos los días en los que tuvo lugar el ciclo de cultivo. Como se ve, el cultivo presentó un rango de temperatura media a lo largo de todo el cultivo entre 27 y 7°C.

2.6.2. Humedad relativa (%)

Al mismo tiempo que se registraron los valores de temperaturas internas, se registraron los de la humedad relativa interna del invernadero (Gráfico 2):

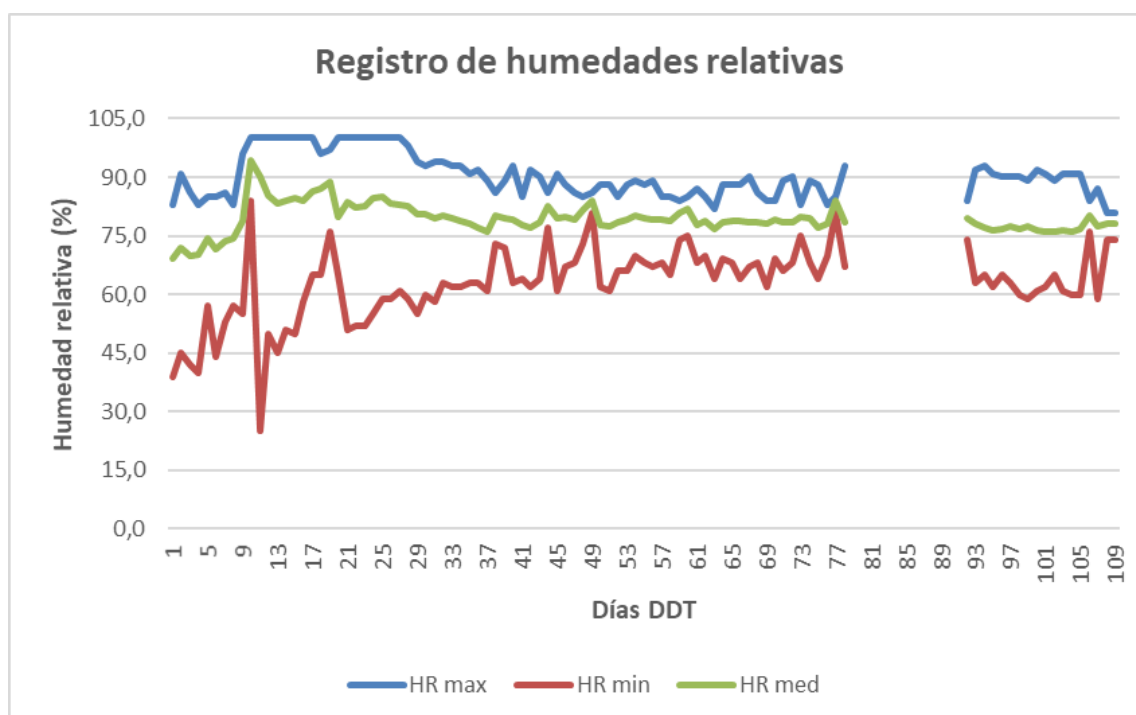


Gráfico 2. Registro de humedades dentro del invernadero durante el ciclo de cultivo de *C. pepo*. Fuente: elaboración propia

Del mismo modo, que en el anterior gráfico de temperaturas internas en el invernadero, no se tuvo registro del periodo 20/12/2019 – 02/01/2020. El cultivo presentó un rango de humedad relativa (%) interna media bastante aceptable, pues Reche (1997) estableció que un rango de valores de entre el 65 y el 80% de humedad relativa para un cultivo de calabacín se considera aceptable.

2.7. Parámetros a analizar

Los parámetros analizados fueron obtenidos de las distintas cosechas realizadas a lo largo del ciclo de producción. Dicha recolección tuvo lugar cada dos días, aunque algunas cosechas variaron (se realizaron 3-4 días seguidos) ya que el cultivo se encontraba con una producción en planta con características idóneas de cosecha según mercado de venta.

2.7.1. Porcentaje de flores cuajadas

Este parámetro se obtuvo mediante el conteo a lo largo de todo el ciclo de cultivo de la cantidad de flores totales presentes en la que los tratamientos fueron aplicados y aquellas que presentaron un desarrollo del fruto y aquellos que fueron abortados/no cuajados.

2.7.2. Producción puntual por unidad de superficie (kg/m²)

Este parámetro se obtuvo del pesaje de todas las cosechas realizadas (número de frutos y su peso por planta, tratamiento y repetición). Para obtener la producción por unidad de superficie se extrapoló a la densidad de plantación inicial.

2.7.3. Producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²)

Se obtuvo de la misma forma que la producción puntual por unidad de superficie, pero acumulando los valores tomados de cada cosecha.

2.7.4. Peso por fruto comercial (g)

Para obtener este parámetro se pesaron todos los frutos de forma individual tras su recolección. Se utilizó una balanza (modelo comercial CELY™) con una sensibilidad de 5 g, tal como se muestra en la siguiente figura (Figura 16).



Figura 16. Fotografía de la balanza utilizada para el desarrollo del ensayo. Fuente: elaboración propia

2.7.5. Longitud del fruto (cm)

Al igual que el peso unitario, la medición de la longitud del fruto se realizó tras su recolección y en ella se incluyó la longitud del pedúnculo. La longitud media del pedúnculo fue de 1,5 cm. Se seleccionaron todos los frutos recolectados por cada tratamiento y repetición cada 3 días. El instrumental utilizado fue un escalímetro (Figura 17).



Figura 17. Medición de un fruto de calabacín con un escalímetro de sensibilidad 1 mm. Fuente: elaboración propia

2.7.6. Calibre del fruto (mm)

Se determinó de la misma manera que los parámetros anteriores, de forma individual tras su recolección, seleccionando todos los frutos recolectados cada 3 días. Se determinó con un calibre (Figura 18).



Figura 18. Calibre Tack life™ con una sensibilidad de 0,03 mm. Fuente: elaboración propia

2.8. Análisis estadístico

El análisis de los datos tomados en campo se realizó con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVIII, en el cual se empleó para todas las variables recolectadas un análisis de la varianza (ANOVA) mediante el test de las mínimas diferencias significativas (LSD) con un nivel de confianza del 95%.

3. Resultados y discusión



3. Resultados y discusión

3.1. Porcentaje de flores cuajadas

Primeramente, y siendo el parámetro básico en el desarrollo de este ensayo, se analizaron los datos obtenidos en el porcentaje de flores cuajadas por el efecto de los distintos tratamientos empleados.

A la vista de los resultados para el porcentaje de flores cuajadas (Tabla 13), se observa que no obtuvimos diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las cosechas, a excepción de la primera y segunda cosecha (44 y 45 DDT), en las cuales el T4 presentó el menor valor de porcentaje de flores cuajadas en comparación con los demás tratamientos. Este comportamiento, en el que no se aprecian diferencias en el uso de bioestimulantes frente al uso de hormonas de síntesis concuerda con los datos obtenidos por Gázquez *et al.*, 2005, aunque a diferencia de este autor hizo un empleo de polinizadores en algunos tratamientos para mejorar el cuaje, cuestión que no fue evaluada para las condiciones de nuestro ensayo.

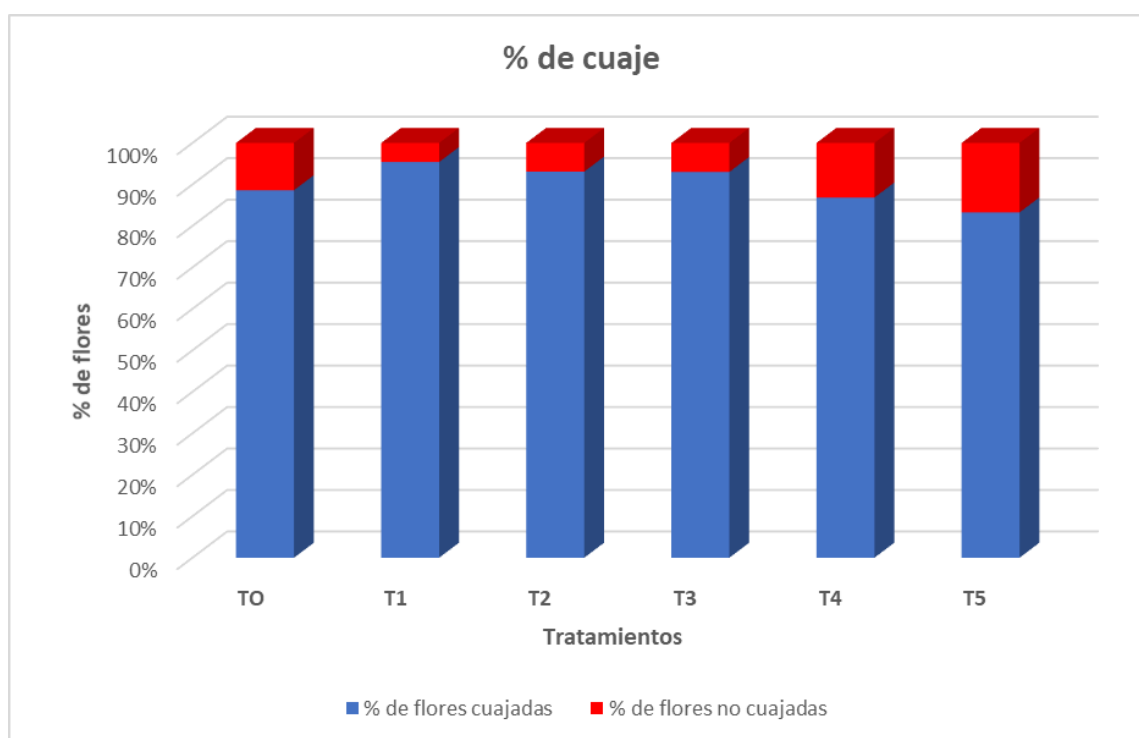


Gráfico 3. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitoreguladores sobre el porcentaje de flores cuajadas (%) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de % de flores cuajadas, y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento										P-valor		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5							
44	1	100 ± 0	a	100 ± 0	a	100 ± 0	a	100 ± 0	a	0 ± 0	b	33,33 ± 57,74	b	0,0004
45	2	100 ± 0	a	100 ± 0	a	100 ± 0	a	100 ± 0	a	33,33 ± 57,74	b	33,33 ± 57,74	b	0,0458
47	3	100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		33,33 ± 57,74		66,67 ± 57,74		0,1357
49	4	100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		100 ± 0		1,0000
51	5	100 ± 0		96,67 ± 5,77		98,67 ± 2,31		100 ± 0		93,33 ± 11,55		81,39 ± 16,13		0,1331
53	6	100 ± 0		97,22 ± 4,81		98,89 ± 1,92		100 ± 0		94,44 ± 9,62		85,93 ± 12,24		0,1595
54	7	100 ± 0		97,44 ± 4,44		98,93 ± 1,86		100 ± 0		94,87 ± 8,88		88,1 ± 10,38		0,1887
55	8	100 ± 0		97,53 ± 4,28		99,07 ± 1,6		100 ± 0		95,24 ± 8,25		89,94 ± 9,61		0,1883
56	9	96,83 ± 3,04		97,62 ± 4,12		97,77 ± 5,17		100 ± 0		92,38 ± 6,61		87,95 ± 6,67		0,1043
57	10	96,96 ± 2,95		97,92 ± 3,61		96,12 ± 4,69		100 ± 0		93,12 ± 6		88,66 ± 6,08		0,0899
58	11	94,22 ± 2,88		97,11 ± 2,94		93,88 ± 8,47		100 ± 0		93,93 ± 5,27		86,29 ± 9,44		0,1801
60	12	93,33 ± 5,17		95,33 ± 4,08		94,66 ± 7,45		98,25 ± 1,57		89,5 ± 4,99		84,68 ± 8,83		0,1429
62	13	87,86 ± 7,83		95,04 ± 4,53		94,9 ± 7,12		96,39 ± 2,11		89,59 ± 4,69		86,05 ± 8,23		0,2610
64	14	88,28 ± 7,85		94,35 ± 4,9		95,15 ± 6,84		96,6 ± 2,07		89,81 ± 3,37		84,1 ± 4,64		0,0945
66	15	87,83 ± 7,56		95,14 ± 4,23		95,59 ± 6,23		96,43 ± 1,58		90,6 ± 3,18		85,71 ± 4,85		0,0966
68	16	88,52 ± 7,38		95,6 ± 3,82		95,91 ± 5,79		96,85 ± 1,36		91,91 ± 3,39		86,94 ± 4,43		0,1084
70	17	83,08 ± 7,72		92,41 ± 6,57		88,94 ± 5,19		91,57 ± 4,93		89,59 ± 7,57		82,26 ± 5,89		0,3061
71	18	83,53 ± 7,69		92,68 ± 6,34		89,19 ± 5,04		91,69 ± 4,98		89,9 ± 7,59		82,68 ± 6,09		0,3262
73	19	84,28 ± 7,53		92,92 ± 6,13		89,46 ± 4,91		92,06 ± 4,76		90,47 ± 7,31		84,05 ± 5,99		0,3857

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

Tabla 13. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de % de flores cuajadas, y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia (continuación)

DDT*	No. cosecha	Tratamiento						P-valor
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
75	20	84,84 + 7,25	93,18 + 5,91	89,81 + 4,75	92,24 + 4,73	90,75 + 7,18	84,69 + 5,63	0,4007
76	21	85,31 + 7,31	93,39 + 5,73	90,09 + 4,66	92,47 + 4,69	91,28 + 6,80	85,33 + 5,34	0,4117
78	22	85,76 + 7,04	93,52 + 5,62	90,4 + 4,55	92,89 + 4,41	91,8 + 6,37	85,93 + 5,28	0,4038
79	23	85,42 + 6,61	93,59 + 5,55	89,55 + 4,55	92,13 + 4,26	91,86 + 6,28	86,3 + 5,29	0,4065
80	24	85,87 + 6,58	93,97 + 5,22	89,92 + 4,37	92,43 + 4,11	92,59 + 6	86,94 + 4,93	0,3911
82	25	83,89 + 8,85	94,02 + 5,23	88,97 + 3,72	91,48 + 1,7	92,51 + 5,23	86,13 + 7,02	0,297
84	26	84,31 + 8,78	94,27 + 5,03	89,4 + 3,76	91,89 + 1,61	92,92 + 5,08	86,88 + 6,79	0,3019
86	27	83,94 + 9,34	94,62 + 4,72	89,75 + 3,79	89,36 + 3,49	91,51 + 5,56	86,83 + 7,08	0,3956
88	28	82,5 + 9,06	94,35 + 3,55	89,53 + 3,85	89,63 + 3,33	91,9 + 5,14	87,22 + 6,96	0,2534
90	29	82,73 + 8,87	94,5 + 3,49	89,88 + 3,6	83,9 + 4,61	91,63 + 4,59	86,58 + 5,74	0,1351
92	30	80,64 + 9,32	94,02 + 3,18	89,72 + 3,23	84,08 + 4,57	91,92 + 4,43	86,82 + 5,73	0,0904
94	31	80,86 + 9,39	94,13 + 3,19	89,89 + 3,16	84,21 + 4,53	92,15 + 4,25	87,21 + 5,84	0,0923
96	32	81,24 + 9,35	94,23 + 3,15	90,03 + 3,19	84,35 + 4,45	92,33 + 4,25	87,51 + 5,90	0,0989
98	33	81,66 + 9,15	94,37 + 3,06	90,14 + 3,23	84,76 + 4,31	92,69 + 4,08	87,86 + 5,71	0,0962
100	34	82,15 + 8,81	94,58 + 2,94	90,37 + 3,25	85,12 + 3,97	92,92 + 3,97	88,14 + 5,67	0,0907
102	35	82,58 + 8,78	94,71 + 2,86	90,53 + 3,29	85,48 + 3,92	93,16 + 3,76	88,48 + 5,61	0,0967
104	36	82,85 + 8,69	94,84 + 2,79	90,74 + 3,26	85,72 + 3,83	93,38 + 3,57	88,77 + 5,43	0,0916
106	37	83,02 + 8,75	94,95 + 2,75	90,81 + 3,27	86 + 3,59	93,54 + 3,5	88,92 + 5,32	0,0911
108	38	83,18 + 8,8	95,03 + 2,72	90,94 + 3,25	86,19 + 3,57	93,67 + 3,42	89,16 + 5,12	0,0909

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

3.2. Producción puntual por unidad de superficie (kg/m^2)

En cuanto a la producción por unidad de superficie de forma puntual (kg/m^2), los resultados que se aprecian en la Tabla 14, se observó como no hubieron diferencias estadísticamente significativas para este parámetro durante prácticamente todas las cosechas realizadas, excepto en la primera, tercera y trigésima tercera cosecha (a los 44, 47 y 98 DDT respectivamente), donde para la primera cosecha el T4 presentó la menor producción en comparación a los demás tratamientos, este mismo comportamiento también se repitió para la tercera cosecha, mientras que en la trigésima tercera cosecha la respuesta observada fue diferente, en el que el T2 fue el que presentó la menor producción de manera estadísticamente significativa. De forma general, se apreció en las curvas de producción puntuales (Gráfico 4) durante el desarrollo del ensayo como todos los tratamientos presentaron un mismo comportamiento.

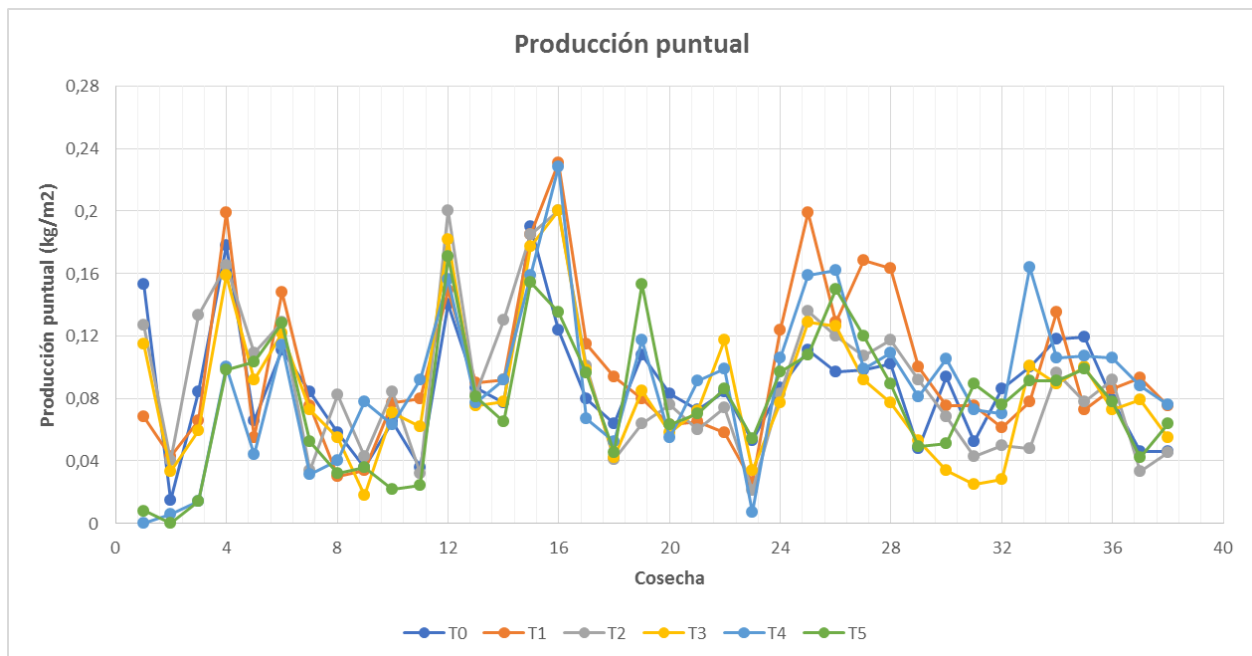


Gráfico 4. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre la producción puntual por unidad de superficie (kg/m^2) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción puntual por unidad de superficie (kg/m²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento										P-valor		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5							
44	1	0,153 ± 0,067	a	0,068 ± 0,019	cd	0,127 ± 0,054	ab	0,115 ± 0,025	ab	0,000 ± 0,000	d	0,008 ± 0,014	ab	0,0012
45	2	0,015 ± 0,025		0,043 ± 0,024		0,040 ± 0,020		0,033 ± 0,031		0,006 ± 0,011		0,000 ± 0,000		0,1146
47	3	0,084 ± 0,072	ab	0,066 ± 0,063	ab	0,133 ± 0,002	a	0,059 ± 0,039	ab	0,014 ± 0,025	b	0,014 ± 0,012	b	0,041
49	4	0,178 ± 0,081		0,199 ± 0,071		0,165 ± 0,041		0,159 ± 0,008		0,100 ± 0,065		0,098 ± 0,089		0,3559
51	5	0,066 ± 0,033		0,055 ± 0,048		0,109 ± 0,045		0,092 ± 0,070		0,044 ± 0,040		0,103 ± 0,089		0,666
53	6	0,111 ± 0,021		0,148 ± 0,020		0,129 ± 0,031		0,122 ± 0,054		0,114 ± 0,086		0,128 ± 0,015		0,9263
54	7	0,084 ± 0,001		0,075 ± 0,012		0,034 ± 0,037		0,073 ± 0,019		0,031 ± 0,015		0,052 ± 0,046		0,124
55	8	0,058 ± 0,058		0,030 ± 0,013		0,082 ± 0,045		0,055 ± 0,029		0,040 ± 0,015		0,032 ± 0,010		0,4267
56	9	0,036 ± 0,032		0,034 ± 0,018		0,043 ± 0,052		0,018 ± 0,015		0,078 ± 0,068		0,036 ± 0,031		0,6059
57	10	0,065 ± 0,053		0,077 ± 0,043		0,084 ± 0,029		0,071 ± 0,062		0,063 ± 0,041		0,022 ± 0,022		0,6053
58	11	0,036 ± 0,026		0,080 ± 0,028		0,032 ± 0,037		0,062 ± 0,014		0,092 ± 0,061		0,024 ± 0,026		0,1785
60	12	0,140 ± 0,042		0,149 ± 0,029		0,200 ± 0,056		0,182 ± 0,061		0,156 ± 0,090		0,171 ± 0,006		0,7667
62	13	0,087 ± 0,033		0,090 ± 0,006		0,083 ± 0,026		0,075 ± 0,032		0,077 ± 0,049		0,081 ± 0,038		0,9924
64	14	0,077 ± 0,040		0,092 ± 0,022		0,130 ± 0,047		0,078 ± 0,028		0,092 ± 0,035		0,065 ± 0,057		0,4803
66	15	0,190 ± 0,076		0,185 ± 0,088		0,185 ± 0,018		0,177 ± 0,027		0,159 ± 0,090		0,154 ± 0,061		0,974
68	16	0,124 ± 0,053		0,231 ± 0,113		0,200 ± 0,100		0,200 ± 0,081		0,228 ± 0,165		0,135 ± 0,015		0,6728
70	17	0,080 ± 0,036		0,115 ± 0,065		0,101 ± 0,035		0,098 ± 0,008		0,067 ± 0,034		0,096 ± 0,051		0,7821
71	18	0,064 ± 0,011		0,094 ± 0,052		0,041 ± 0,036		0,042 ± 0,056		0,052 ± 0,038		0,045 ± 0,044		0,6379
73	19	0,108 ± 0,032		0,080 ± 0,046		0,064 ± 0,013		0,085 ± 0,017		0,117 ± 0,036		0,153 ± 0,042		0,0696

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

Evaluación del efecto de diversos productos bioestimulantes y fitorreguladores en la producción y calidad de un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.)

Tabla 14. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción puntual por unidad de superficie (kg/m²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia (continuación)

DDT*	No. cosecha	Tratamiento						P-valor
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
75	20	0,083 ± 0,055	0,063 ± 0,032	0,076 ± 0,015	0,058 ± 0,046	0,055 ± 0,012	0,063 ± 0,033	0,9123
76	21	0,073 ± 0,028	0,065 ± 0,011	0,060 ± 0,040	0,072 ± 0,066	0,091 ± 0,007	0,070 ± 0,034	0,935
78	22	0,084 ± 0,016	0,058 ± 0,033	0,074 ± 0,052	0,117 ± 0,032	0,099 ± 0,027	0,086 ± 0,035	0,4336
79	23	0,053 ± 0,024	0,026 ± 0,023	0,021 ± 0,003	0,034 ± 0,015	0,007 ± 0,012	0,054 ± 0,018	0,035
80	24	0,087 ± 0,048	0,124 ± 0,046	0,083 ± 0,040	0,077 ± 0,013	0,106 ± 0,003	0,097 ± 0,047	0,6619
82	25	0,111 ± 0,053	0,199 ± 0,099	0,136 ± 0,050	0,129 ± 0,028	0,159 ± 0,038	0,108 ± 0,018	0,3709
84	26	0,097 ± 0,005	0,129 ± 0,040	0,120 ± 0,059	0,126 ± 0,017	0,162 ± 0,015	0,150 ± 0,052	0,3871
86	27	0,098 ± 0,048	0,168 ± 0,051	0,107 ± 0,061	0,092 ± 0,048	0,099 ± 0,011	0,120 ± 0,067	0,5087
88	28	0,102 ± 0,054	0,163 ± 0,010	0,117 ± 0,007	0,077 ± 0,034	0,109 ± 0,069	0,089 ± 0,014	0,1981
90	29	0,048 ± 0,023	0,100 ± 0,029	0,092 ± 0,044	0,053 ± 0,025	0,081 ± 0,010	0,049 ± 0,020	0,1179
92	30	0,094 ± 0,039	0,075 ± 0,066	0,068 ± 0,008	0,034 ± 0,021	0,105 ± 0,019	0,051 ± 0,035	0,2481
94	31	0,052 ± 0,027	0,075 ± 0,064	0,043 ± 0,039	0,025 ± 0,028	0,073 ± 0,024	0,089 ± 0,041	0,4211
96	32	0,086 ± 0,023	0,061 ± 0,016	0,050 ± 0,033	0,028 ± 0,013	0,070 ± 0,030	0,076 ± 0,029	0,139
98	33	0,100 ± 0,022	b 0,078 ± 0,046	b 0,048 ± 0,050	b 0,101 ± 0,037	b 0,164 ± 0,020	a 0,091 ± 0,023	b 0,0348
100	34	0,118 ± 0,041	0,135 ± 0,099	0,096 ± 0,065	0,089 ± 0,075	0,106 ± 0,025	0,091 ± 0,058	0,9466
102	35	0,119 ± 0,027	0,073 ± 0,012	0,078 ± 0,071	0,100 ± 0,036	0,107 ± 0,050	0,099 ± 0,017	0,7331
104	36	0,079 ± 0,040	0,086 ± 0,013	0,092 ± 0,030	0,073 ± 0,053	0,106 ± 0,062	0,078 ± 0,050	0,9459
106	37	0,046 ± 0,033	0,093 ± 0,023	0,033 ± 0,044	0,079 ± 0,058	0,088 ± 0,033	0,042 ± 0,023	0,2855
108	38	0,046 ± 0,030	0,075 ± 0,033	0,045 ± 0,028	0,055 ± 0,049	0,076 ± 0,025	0,064 ± 0,058	0,8597

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

3.3. Producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²)

A la vista de los resultados obtenidos para la evaluación de la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²) (Tabla 15), se pueden diferenciar 2 periodos: periodo 1^{er} (desde la primera cosecha hasta la vigésima incluidas) y periodo 2^{do} (desde la cosecha vigésima primera hasta la trigésima octava cosecha). En el periodo 1^{er}, los tratamientos T0, T1, T2 y T3 presentan un comportamiento distinto frente a T4 y T5, presentando el T2 la mayor producción acumulada por unidad de superficie en este periodo, y la menor el T5. En el periodo 2^{do} se muestra como todos los tratamientos adquieren un mismo comportamiento en cuanto a la producción acumulada por unidad de superficie (Gráfico 5), aunque a pesar de que estadísticamente son iguales, el T5 fue el tratamiento que presentó la menor producción.

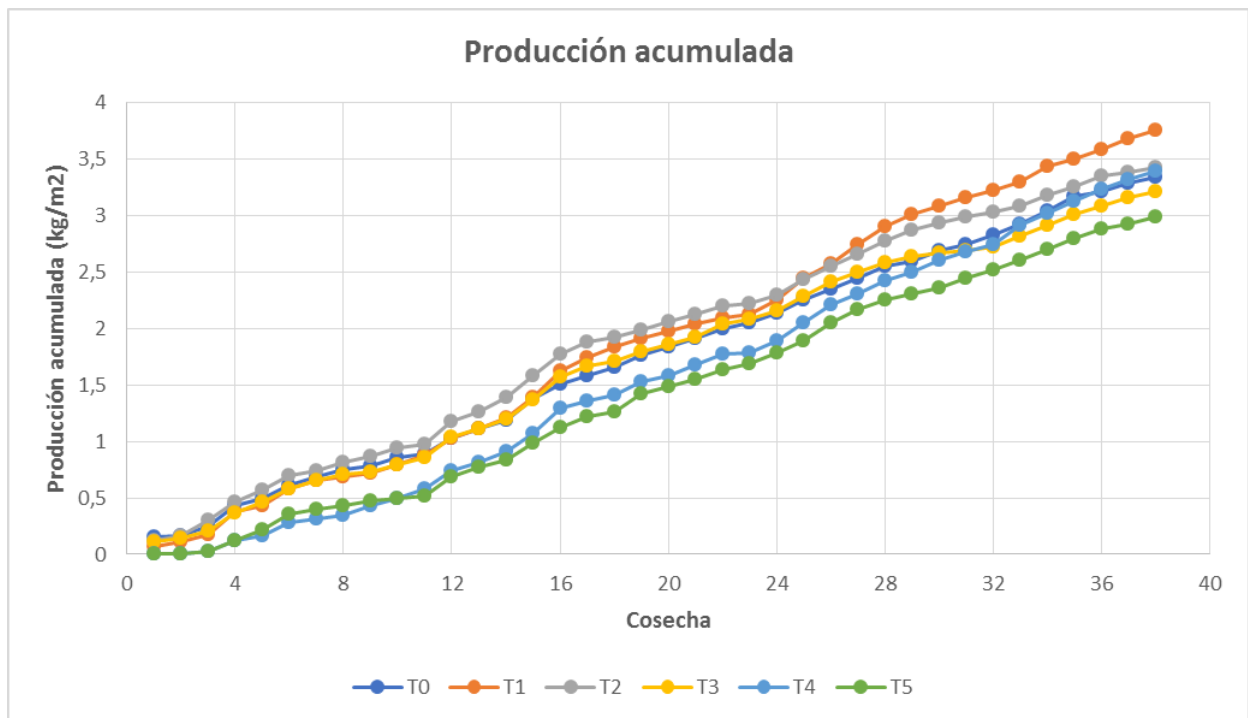


Gráfico 5. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitorreguladores sobre la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento										P-valor		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5							
44	1	0,153 ± 0,067	ab	0,068 ± 0,019	bc	0,127 ± 0,054	a	0,115 ± 0,025	ab	0,000 ± 0,000	d	0,008 ± 0,014	cd	0,0012
45	2	0,168 ± 0,049	a	0,111 ± 0,027	a	0,167 ± 0,056	a	0,148 ± 0,020	a	0,006 ± 0,011	b	0,008 ± 0,014	b	0,0001
47	3	0,252 ± 0,044	b	0,177 ± 0,088	bc	0,300 ± 0,057	a	0,207 ± 0,046	b	0,021 ± 0,036	c	0,022 ± 0,023	c	0,0001
49	4	0,430 ± 0,038	a	0,376 ± 0,122	a	0,464 ± 0,023	a	0,366 ± 0,042	a	0,121 ± 0,035	b	0,120 ± 0,101	b	0,0001
51	5	0,496 ± 0,010	a	0,431 ± 0,102	a	0,573 ± 0,025	a	0,458 ± 0,098	a	0,164 ± 0,073	b	0,223 ± 0,142	b	0,0005
53	6	0,607 ± 0,028	a	0,579 ± 0,097	a	0,702 ± 0,044	a	0,580 ± 0,048	a	0,279 ± 0,036	b	0,352 ± 0,148	b	0,0002
54	7	0,691 ± 0,028	a	0,655 ± 0,099	a	0,737 ± 0,025	a	0,653 ± 0,052	a	0,310 ± 0,042	b	0,404 ± 0,102	b	0,0000
55	8	0,749 ± 0,031	b	0,685 ± 0,094	bc	0,819 ± 0,070	a	0,709 ± 0,076	b	0,350 ± 0,057	c	0,435 ± 0,099	c	0,0000
56	9	0,786 ± 0,051	a	0,718 ± 0,088	a	0,863 ± 0,067	a	0,726 ± 0,078	a	0,428 ± 0,075	b	0,471 ± 0,123	b	0,0002
57	10	0,852 ± 0,098	a	0,795 ± 0,045	a	0,947 ± 0,073	a	0,797 ± 0,133	a	0,491 ± 0,113	b	0,494 ± 0,101	b	0,0003
58	11	0,887 ± 0,090	a	0,875 ± 0,062	a	0,979 ± 0,087	a	0,859 ± 0,146	a	0,582 ± 0,171	b	0,518 ± 0,127	b	0,0024
60	12	1,027 ± 0,074	a	1,024 ± 0,090	a	1,179 ± 0,139	a	1,041 ± 0,153	a	0,738 ± 0,126	b	0,689 ± 0,126	b	0,002
62	13	1,114 ± 0,057	a	1,114 ± 0,097	a	1,261 ± 0,120	a	1,115 ± 0,158	a	0,815 ± 0,163	b	0,770 ± 0,088	b	0,0017
64	14	1,192 ± 0,093	a	1,206 ± 0,075	a	1,392 ± 0,082	a	1,193 ± 0,136	a	0,907 ± 0,161	b	0,835 ± 0,134	b	0,0008
66	15	1,381 ± 0,152	a	1,390 ± 0,089	a	1,577 ± 0,079	a	1,370 ± 0,117	a	1,066 ± 0,205	b	0,989 ± 0,152	b	0,0019
68	16	1,506 ± 0,194	ab	1,621 ± 0,149	a	1,777 ± 0,052	a	1,570 ± 0,197	a	1,294 ± 0,137	bc	1,124 ± 0,149	c	0,0027
70	17	1,586 ± 0,204	bc	1,737 ± 0,121	ab	1,878 ± 0,077	a	1,667 ± 0,200	ab	1,361 ± 0,161	cd	1,219 ± 0,169	d	0,003
71	18	1,650 ± 0,212	ab	1,831 ± 0,115	a	1,919 ± 0,110	a	1,710 ± 0,246	ab	1,413 ± 0,143	bc	1,264 ± 0,208	c	0,0061
73	19	1,757 ± 0,233	abc	1,911 ± 0,140	a	1,983 ± 0,100	a	1,795 ± 0,262	ab	1,530 ± 0,178	bc	1,417 ± 0,250	c	0,0349

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

Tabla 15. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre la producción acumulada por unidad de superficie (kg/m²), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia (continuación)

DDT*	No. Cosecha	Tratamiento										P-valor		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5							
75	20	1,840 ± 0,246	ab	1,973 ± 0,164	a	2,060 ± 0,114	a	1,853 ± 0,308	ab	1,584 ± 0,174	b	1,480 ± 0,220	b	0,0419
76	21	1,914 ± 0,264		2,039 ± 0,171		2,120 ± 0,152		1,925 ± 0,348		1,675 ± 0,181		1,550 ± 0,240		0,0851
78	22	1,998 ± 0,248		2,097 ± 0,196		2,194 ± 0,103		2,042 ± 0,367		1,774 ± 0,182		1,635 ± 0,275		0,1152
79	23	2,051 ± 0,268		2,123 ± 0,181		2,215 ± 0,102		2,076 ± 0,352		1,781 ± 0,179		1,689 ± 0,289		0,1263
80	24	2,138 ± 0,281		2,247 ± 0,135		2,298 ± 0,070		2,153 ± 0,364		1,887 ± 0,182		1,786 ± 0,282		0,1288
82	25	2,249 ± 0,325		2,446 ± 0,164		2,433 ± 0,064		2,282 ± 0,391		2,046 ± 0,201		1,894 ± 0,296		0,144
84	26	2,346 ± 0,327		2,575 ± 0,141		2,554 ± 0,109		2,408 ± 0,409		2,208 ± 0,204		2,044 ± 0,248		0,1788
86	27	2,444 ± 0,366		2,743 ± 0,168		2,661 ± 0,095		2,500 ± 0,455		2,307 ± 0,207		2,164 ± 0,309		0,2276
88	28	2,546 ± 0,414		2,905 ± 0,166		2,778 ± 0,100		2,577 ± 0,432		2,417 ± 0,220		2,253 ± 0,318		0,1771
90	29	2,593 ± 0,394		3,005 ± 0,147		2,871 ± 0,070		2,630 ± 0,447		2,498 ± 0,214		2,302 ± 0,303		0,1177
92	30	2,688 ± 0,427		3,080 ± 0,180		2,938 ± 0,063		2,664 ± 0,443		2,603 ± 0,202		2,354 ± 0,268		0,1162
94	31	2,740 ± 0,453		3,155 ± 0,138		2,982 ± 0,044		2,689 ± 0,471		2,675 ± 0,220		2,443 ± 0,259		0,1483
96	32	2,826 ± 0,476		3,216 ± 0,122		3,031 ± 0,073		2,717 ± 0,467		2,746 ± 0,195		2,518 ± 0,258		0,1623
98	33	2,926 ± 0,467		3,294 ± 0,104		3,080 ± 0,120		2,817 ± 0,492		2,909 ± 0,176		2,608 ± 0,273		0,2205
100	34	3,044 ± 0,438		3,428 ± 0,089		3,176 ± 0,147		2,907 ± 0,508		3,015 ± 0,161		2,700 ± 0,330		0,1917
102	35	3,162 ± 0,463		3,501 ± 0,101		3,254 ± 0,192		3,007 ± 0,543		3,122 ± 0,169		2,799 ± 0,318		0,2737
104	36	3,214 ± 0,474		3,587 ± 0,109		3,345 ± 0,221		3,080 ± 0,595		3,228 ± 0,226		2,876 ± 0,277		0,3071
106	37	3,288 ± 0,493		3,680 ± 0,099		3,379 ± 0,236		3,160 ± 0,622		3,316 ± 0,203		2,918 ± 0,285		0,2954
108	38	3,334 ± 0,513		3,754 ± 0,066		3,424 ± 0,256		3,215 ± 0,667		3,392 ± 0,226		2,981 ± 0,255		0,3239

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

3.4. Peso por fruto comercial (g)

Según se muestra en la Tabla 16, correspondiente a los resultados obtenidos en la evaluación de este parámetro, se pudo ver que los distintos tratamientos que se aplicaron prácticamente no mostraron diferencias estadísticamente significativas, mostrando todos los tratamientos la misma tendencia (Gráfico 6), en cuanto al peso por fruto comercial se refiere, excepto en dos cosechas, la primera (44 DDT) y la décimo novena (73 DDT). En el Gráfico 6, se puede ver como los distintos tratamientos presentan la misma tendencia a excepción de algún que otro punto, pues algunos tratamientos presentan “picos” descendentes (mínimos), los cuales se deben a que en el momento de recolección a simple vista se estimó que el fruto estaba en condiciones óptimas de comercialización, razón por la que el peso del fruto es menor (se recuerda que los frutos se recolectan durante su periodo de formación, sin estar totalmente desarrollados).

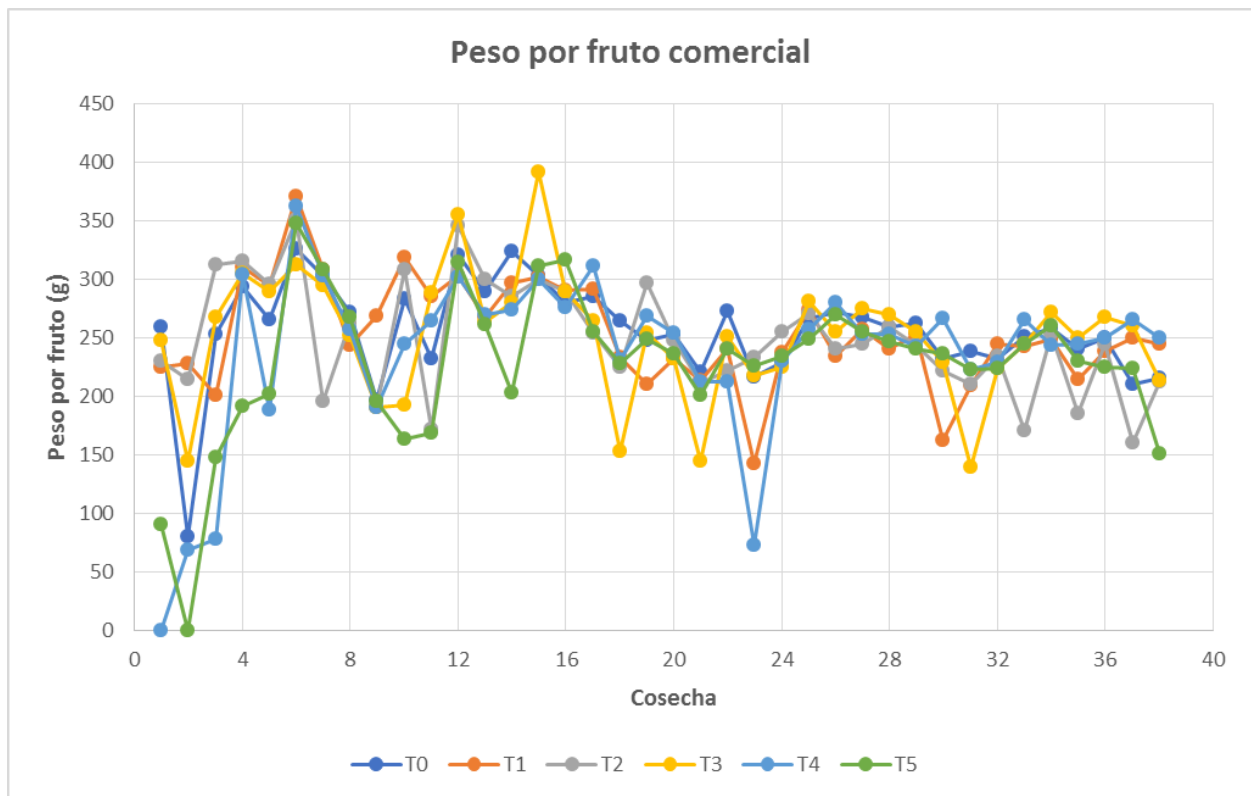


Gráfico 6. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitoreguladores sobre el peso medio por fruto (g) en un cultivo de calabacín cv. Logos en un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro peso por fruto comercial (g), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento										P-valor		
		T0	T1	T2	T3	T4	T5							
44	1	259 + 10	b	225 + 24	b	230 + 20	b	248 + 11	b	0 + 0	a	90 + 156	a	0,0017
45	2	80 + 139		228 + 20		214 + 14		144 + 125		68 + 125		0 + 118		0,0606
47	3	253 + 41		201 + 178		312 + 43		267 + 39		78 + 136		148 + 129		0,1778
49	4	293 + 50		310 + 10		315 + 8		305 + 16		304 + 23		191 + 168		0,3398
51	5	265 + 55		295 + 5		296 + 23		289 + 17		188 + 163		202 + 175		0,6375
53	6	326 + 13		371 + 25		351 + 25		312 + 39		362 + 66		348 + 40		0,4636
54	7	303 + 2		308 + 29		196 + 173		294 + 18		303 + 2		308 + 29		0,5083
55	8	272 + 33		243 + 13		262 + 24		252 + 11		257 + 16		267 + 33		0,7053
56	9	197 + 171		268 + 27		190 + 165		190 + 165		190 + 165		195 + 170		0,9847
57	10	283 + 49		318 + 22		308 + 51		192 + 166		245 + 26		163 + 142		0,3131
58	11	232 + 30		285 + 21		172 + 149		288 + 19		264 + 37		168 + 149		0,4026
60	12	321 + 20		303 + 6		346 + 33		355 + 69		302 + 43		314 + 59		0,5995
62	13	289 + 26		267 + 32		300 + 11		263 + 26		270 + 39		261 + 9		0,4012
64	14	324 + 28		297 + 24		285 + 32		280 + 15		274 + 12		203 + 176		0,5278
66	15	303 + 26		302 + 5		300 + 6		391 + 13		300 + 23		311 + 5		0,5967
68	16	280 + 33		290 + 45		289 + 29		289 + 45		276 + 47		316 + 53		0,8948
70	17	285 + 46		291 + 12		254 + 28		264 + 21		311 + 8		255 + 13		0,0899
71	18	264 + 45		233 + 23		225 + 25		153 + 132		231 + 22		228 + 28		0,4006
73	19	248 + 12	b	210 + 17	a	297 + 14	c	254 + 40	b	268 + 15	bc	249 + 9	b	0,0064

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

Tabla 16. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro peso por fruto comercial (g), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia (continuación)

DDT*	No. cosecha	Tratamiento						P-valor
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
75	20	253 + 24	232 + 14	248 + 11	232 + 4	254 + 18	236 + 25	0,4543
76	21	221 + 21	213 + 24	211 + 29	144 + 126	212 + 23	201 + 17	0,5808
78	22	273 + 17	240 + 20	222 + 50	251 + 35	212 + 15	240 + 25	0,2464
79	23	216 + 14	142 + 123	233 + 32	217 + 28	73 + 127	226 + 24	0,1263
80	24	229 + 26	237 + 9	255 + 51	225 + 9	230 + 6	234 + 31	0,8043
82	25	266 + 48	274 + 34	271 + 21	281 + 28	257 + 3	249 + 14	0,7818
84	26	272 + 60	234 + 9	240 + 17	255 + 7	280 + 29	269 + 14	0,3509
86	27	267 + 10	257 + 28	245 + 10	275 + 52	253 + 56	255 + 32	0,924
88	28	259 + 25	240 + 4	259 + 36	270 + 31	253 + 24	247 + 50	0,8818
90	29	262 + 9	253 + 19	243 + 39	255 + 48	242 + 17	240 + 35	0,9379
92	30	232 + 21	162 + 144	222 + 32	229 + 21	266 + 30	236 + 8	0,5118
94	31	238 + 10	209 + 40	210 + 43	139 + 121	223 + 31	223 + 13	0,3945
96	32	232 + 17	245 + 17	234 + 16	224 + 18	229 + 6	224 + 21	0,6639
98	33	251 + 14	242 + 38	171 + 149	245 + 31	265 + 17	245 + 12	0,5822
100	34	258 + 17	249 + 24	253 + 16	272 + 32	243 + 31	260 + 35	0,8358
102	35	240 + 12	214 + 14	185 + 162	250 + 42	245 + 22	230 + 26	0,8651
104	36	250 + 27	238 + 35	245 + 18	267 + 43	250 + 35	225 + 15	0,6689
106	37	210 + 13	250 + 17	160 + 151	260 + 8	265 + 37	224 + 32	0,412
108	38	215 + 7	245 + 8	212 + 23	213 + 25	250 + 9	151 + 132	0,3771

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

3.5. Longitud (cm) y calibre del fruto (mm)

En el análisis estadístico para los parámetros de calidad longitud (cm) y calibre (mm) del fruto no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tablas 17 y 18) en ninguna cosecha, presentando todos los tratamientos un mismo comportamiento como se muestra en los Gráficos 7 y 8. Los frutos presentaron una longitud media de 20 cm aprox. y, un calibre medio de 4,5 mm. Estos resultados al ser comparados con diversos trabajos realizados en la zona de la provincia de Almería, vemos que no difieren en sus comportamientos con los obtenidos por Gázquez *et al.*, (2004, 2005, 2006a, 2006b, 2007 y 2008).

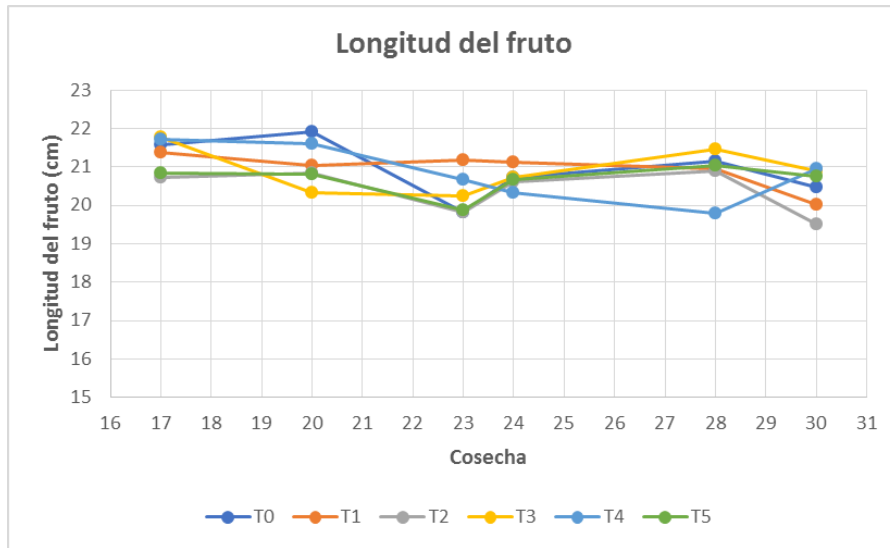


Gráfico 7. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitoreguladores sobre la longitud media por fruto (cm) en un cultivo de calabacín cv. Logos durante un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

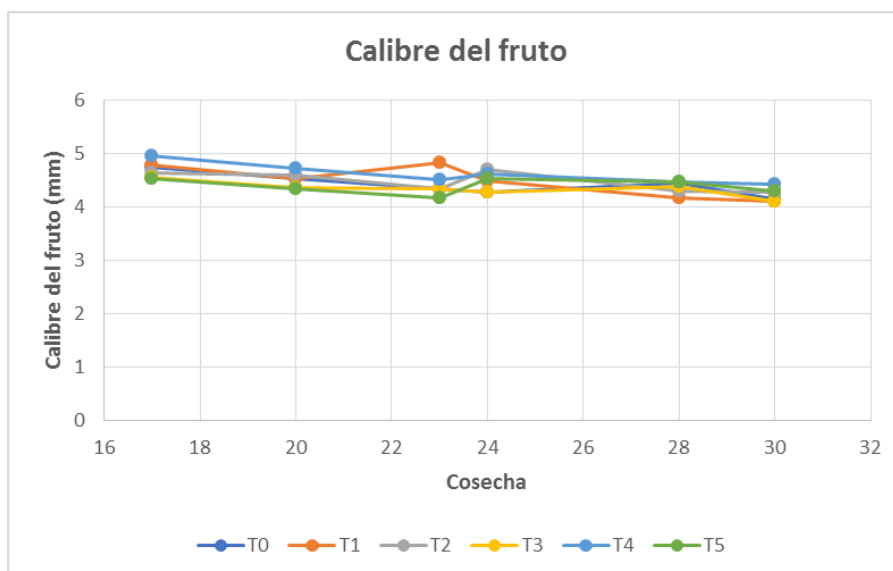


Gráfico 8. Evolución del efecto de la aplicación de bioestimulantes y/o fitoreguladores sobre el calibre medio por fruto (mm) en un cultivo de calabacín cv. Logos durante un ciclo corto de producción. Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de calidad longitud del fruto (cm), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento						P-valor
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
70	17	21,58 + 1,01	21,37 + 0,44	20,73 + 0,96	21,79 + 0,92	21,72 + 1,11	20,83 + 0,17	0,5191
75	20	21,92 + 1,82	21,03 + 0,45	20,83 + 0,44	20,33 + 0,58	21,61 + 0,35	20,81 + 1,04	0,3844
79	23	19,83 + 0,38	21,17 + 0,40	19,83 + 0,76	20,25 + 0,43	20,67 + 11,55	19,88 + 1,31	0,1352
80	24	20,72 + 0,75	21,13 + 0,33	20,61 + 1,23	20,72 + 1,04	20,33 + 0,61	20,67 + 1,09	0,9361
88	28	21,14 + 0,80	20,96 + 0,20	20,91 + 0,83	21,47 + 0,89	19,79 + 0,80	21,04 + 1,09	0,2686
92	30	20,48 + 0,63	20,0 + 12,14	19,50 + 1,01	20,89 + 1,84	20,96 + 0,73	20,75 + 0,66	0,5322

Tabla 18. Efecto de la aplicación de bioestimulantes y fitorreguladores sobre el parámetro de calidad calibre del fruto (mm), y su desviación típica para un cultivo de calabacín cv. Logos en ciclo corto de otoño-invierno. Fuente: elaboración propia

DDT*	No. cosecha	Tratamiento						P-valor
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
70	17	4,75 + 0,25	4,77 + 0,22	4,62 + 0,18	4,55 + 0,27	4,94 + 0,10	4,53 + 0,21	0,2131
75	20	4,53 + 0,43	4,52 + 0,23	4,59 + 0,08	4,37 + 0,32	4,72 + 0,50	4,33 + 0,29	0,7376
79	23	4,33 + 0,29	4,83 + 0,47	4,33 + 0,29	4,33 + 0,29	4,51 + 2,60	4,17 + 0,29	0,169
80	24	4,28 + 0,35	4,49 + 0,12	4,69 + 0,49	4,28 + 0,05	4,61 + 0,20	4,53 + 0,24	0,4033
88	28	4,44 + 0,10	4,17 + 0,02	4,29 + 0,37	4,38 + 0,13	4,46 + 0,18	4,46 + 0,19	0,4111
92	30	4,14 + 0,15	4,10 + 0,51	4,26 + 0,35	4,11 + 0,19	4,42 + 0,23	4,29 + 0,26	0,6418

*DDT: Días después del trasplante.

Letras diferentes entre valores de las filas (líneas horizontales), representan diferencias significativas al 95% de confianza con el test de mínimas diferencias significativas (LSD)

3.6. *Discusión*

A la vista de los resultados anteriormente expuestos, se observó que no hubo diferencias en el comportamiento de los diversos parámetros estudiados en el desarrollo del presente proyecto (cuajado de frutos, producción y calidad). En primer lugar, es conocido el marcado efecto que tienen las temperaturas y el fotoperiodo sobre la regulación sexual de la planta en el cultivo del calabacín (Reche, 1997), pero dado que los diversos tratamientos fueron probados bajo las mismas condiciones climáticas no se podría pensar en un efecto directo sobre los resultados. Cuando realizamos la comparativa de los diversos tratamientos frente a la forma común de cuajado de frutos en el campo almeriense, que en su caso es la aplicación directa de un producto a base de hormonas de síntesis química (ANA, ácido naftalenacético) en combinación con otros productos, la pregunta es ¿por qué no hubo un efecto marcado beneficiando de forma significativa el cuajado con el uso de estas hormonas? Es cierto que las auxinas son las fitohormonas encargadas directamente de la diferenciación sexual de las flores hacia flores femeninas, así como también afectan directamente al cuajado de los frutos (Jaisual *et al.*, 1985; Peñaranda *et al.*, 2007; Khan *et al.*, 2012; An *et al.*, 2020). A su vez, los diversos productos bioestimulantes empleados a base de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) y aminoácidos influyen de forma directa e indirecta en la formación de auxinas de forma natural (Tantawy *et al.*, 2009, Khan *et al.*, 2012, Martínez *et al.*, 2013, An *et al.*, 2020,), esto sin tener en cuenta las diversas aportaciones nutricionales de estos productos (micronutrientes y otros compuestos orgánicos como las vitaminas que ayudan a un mejor desarrollo del fruto). Por otra parte, también los aminoácidos presentan un marcado efecto en la producción de fitohormonas, especialmente la del L-Triptófano que es un precursor directo en la formación de auxinas. Para nuestro caso y en nuestras condiciones de ensayo, es difícil concretar que los productos a base de aminoácidos empleados tuviesen altas concentraciones del aminoácido anteriormente mencionado, esto es debido a que son producto de fermentaciones enzimáticas donde las diversas materias primas empleadas son tan heterogéneas que es difícil mantener un producto homogéneo estable en cuanto a los diversos aminoácidos producidos u obtenidos.

4. Conclusiones y recomendaciones técnicas



4. Conclusiones y recomendaciones técnicas

Tras el análisis de los resultados anteriormente expuestos se destacan las siguientes conclusiones:

1. Se puede afirmar que a día de hoy existen productos bioestimulantes que son capaces de inducir el cuaje en el cultivo del calabacín de tipo “zucchini”, ya sea que fuesen aplicados directamente a la flor o al brote de la planta, lo que abre la ventana a una producción de frutos libres de residuos de fitohormonas de síntesis química (principalmente auxinas) sin que se vean disminuidas tanto las producciones por unidad de superficie como el peso y los parámetros de calidad (longitud y calibre) de los frutos.
2. A la vista de los resultados del producto analizado en los tratamientos T4 y T5 se pueden disminuir las cantidades del producto bioestimulante para tratar un cultivo de calabacín y cambiar la aplicación diaria a la flor del bioestimulante por una aplicación cada 3 días al brote de la planta, de forma que, además de disminuir las cantidades de producto a utilizar, también se verán disminuidos por parte del productor, los gastos económicos que conlleva (precio del producto, mano de obra, tiempo, etc.) a la vez que se mantiene un buen cuaje y calidad de frutos cuajados.

Como recomendación técnica destacaría: usar bioestimulantes a base de extractos de algas y/o/junto aminoácidos, ya que según el análisis de los resultados el uso de estos bioestimulantes son una gran herramienta para inducir y mejorar el cuaje de los frutos en el cultivo del calabacín de manera que se obtienen frutos de gran calidad y libres de residuos químicos.

5. Competencias integradas en el proyecto



5. Competencias integradas en el proyecto

Durante el desarrollo del presente proyecto se han adquirido y desarrollado tanto de forma directa e indirecta las siguientes competencias, de acuerdo con el Anexo III de la normativa del TFG del Grado de Ingeniería Agrícola por la Universidad de Almería.

Respecto a las competencias de los Módulos de Formación Básica y Común a la Rama Agrícola:

E-CB03– Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

Se han utilizado programas estadísticos matemáticos, bases de datos de información online así como de programas informáticos aplicados a la Ingeniería Agrícola.

E-CB04– Conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.

Se han manejado productos químicos agrícolas (fitorreguladores, bioestimulantes, aminoácidos, materia orgánica, extractos de algas, abonos, entre otros) así como la preparación in situ de algunos de ellos.

E-CA01– Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Identificación y caracterización de especies vegetales.

E-CA02– Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Las bases de la producción vegetal, los sistemas de producción, de protección y de explotación.

*Se ha manejado un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) durante todos sus estadios en la campaña de otoño-invierno 2019/2020.*

Con respecto al Módulo de Tecnología Específica de Hortofruticultura y Jardinería:

CTH01– Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de Tecnología de la Producción Hortofrutícola: Bases y tecnología de la propagación y producción hortícola, frutícola y ornamental. Control de calidad de productos hortofrutícolas. Comercialización. Genética y mejora vegetal.

Se ha realizado la recolección de la producción de forma personal del ciclo de cultivo, y se han medido los parámetros de calidad: longitud y calibre de los frutos.

CTH05– Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de Material vegetal: producción, uso y mantenimiento.

*Se ha manejado un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) durante todos sus estadios en la campaña de otoño-invierno 2019/2020.*

6. Bibliografía y webgrafía



6. Bibliografía y webgrafía

Aguado, E. 2014. Análisis del potencial partenocárpico de diferentes variedades de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), y su relación con la producción de etileno. Universidad de Almería., 16.

An, J., Almasaud, R. A., Bouzagen, M., Zouine, M., Chervin, C. 2020. Plant Science. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110381.

Camacho, F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. Instituto Cajamar. Ediciones Agrotécnicas S.L. Almería.

Camacho, F. 2018. Material didáctico de Producción y Protección de Cultivos Hortícolas, 3ª Ingeniería Agrícola (Hortofruticultura y Jardinería) 2018/2019. Universidad de Almería.

Decker-Walters, D. S., Staub, J. E., Chung, S. M., Nakata, E., & Quemada, H. D. 2002. Diversity in free-living populations of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) as assessed by random amplified polymorphic DNA. Systematic Botany., 27(1): 19-28.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical database. [Rome]: FAO, 2020. Recuperado el 10 de junio de 2020 de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

Gázquez, J.C., Meca, D., van der Blom, J., Cabrera, A., Romera, E., E.M., Soler, A. 2004. Polinización con abejorro (*Bombus terrestris*) vs bioestimulantes en un cultivo de calabacín en ciclo tardío de otoño campañas 2002/2003 y 2003/2004. XXXIV Seminario de Técnicos y especialistas en horticultura. Murcia, 77-86.

Gázquez, J.C., Meca, D., Serrano, M.M., Soler, A. 2005. Comparación entre polinización con abejorro (*Bombus terrestris*) y bioestimulantes en calabacín en invernadero. Ciclo temprano de otoño campaña 2004/2005. XXXV Seminario de Técnicos y especialistas en horticultura. Santiago de Compostela (en prensa), 77-84.

Gázquez, J.C., Meca, D., Martínez, E.M., Segura, M.D., Soler, A. 2006. Polinizadores naturales frente a fitoreguladores y bioestimulantes para el cuajado del calabacín. Estación Experimental Cajamar Las Palmerillas. España (en prensa). Vida Rural., 326: 32-38.

Gázquez, J.C., Meca, D., Martínez, E.M., Segura, M.D., Soler, A. 2006. Comparación entre polinización con abeja (*Apis mellifera*) y bioestimulantes en calabacín en invernadero. Primavera 2005. XXXV Seminario de Técnicos y especialistas en horticultura. Ibiza (en prensa), 125-132.

Gázquez, J.C., Meca, D., Soler, A., Fernández, F.J., Martínez, E.M., Segura, M.D., 2007. Polinizadores naturales (*Bombus terrestris*) vs bioestimulantes para un cultivo de calabacín en invernadero. XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (SECH). Albacete.

Gázquez, J.C., Meca, D., López, J.C., Baeza, E., Pérez-Parra, J.J., Acedo, A.J. 2008. Ensayo de cultivares de calabacín bajo control integrado con polinización mediante *Bombus terrestris* en invernadero. Estación Experimental de la Palmerillas de la Fundación Cajamar.

Jamilena, M. (24 de febrero de 2012). Crean alternativas a las hormonas para el crecimiento del calabacín en invierno. Diario de almería. Recuperado de https://www.diariodealmeria.es/finanzasyagricultura/Crean-alternativas-crecimiento-calabacin-invierno_0_563943651.html.

Jaisual, V. S., Kumar, A., Lal, M. 1985. Role of endogenous phytohormones and some macromolecules in regulation of sex differentiation in flowering plants. *Proceedings: Plant Sciences*. 95: 453-459.

Khan, A. S., Ahmad, B., Jaskani, M. J., Ahmad, R., Malik, A. U. 2012. Foliar application of mixture of aminoacids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract improve growth physico-chemical properties of grapes. *International Journal of Agriculture and Biology*. 14(3): 383-388.

Lira-Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. *Systematic and ecogeographic studies on crop genepools*. 9. IPGRI, Roma, Italia.

Manzano, S., B. Mariotti, J., Ferre, A., Peñaranda, C., Payán, P., Gómez y Jamilena, M. 2006. Identificación de fuentes de partenocarpia útiles para la mejora genética de calabacín. *Actas de horticultura.*, 45: 125-126.

Manzano, S., Martínez, C., Gómez, P., Garrido, D., Jamilena, M. 2010. Cloning and characterization of two CTR1-like genes in *Cucurbita pepo*: Regulation of their expression during male and female flower development. *Sex Plant Reprod* 23: 301-313.

Manzano, S., Martínez, C., Megías, Z., Gómez, P., Garrido, D., Jamilena, M. 2013. Involvement of ethylene biosynthesis and signalling in the transition from male to female flowering in the monoecious *Cucurbita pepo*. *Journal of Plant Growth Regulation.*, 32: 789–798.

Martínez, C., Manzano, S., Megías, Z., Garrido, D., Pico, B., Jamilena, M. 2013. Involvement of ethylene biosynthesis and signalling in fruit set and early fruit development in zucchini squash (*Curcubita pepo* L.). *BMC Plant Biol*. 13:139.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 10 de junio de 2020 de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/default.aspx>.

París HS. 1989. Historical records, origins, and development of edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Economic Botany* 43: 423-443.

Paris, H.S. 2001. History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Horticultural Reviews.*, 25: 71-170.

Paris, HS., Yonash, N., Portnoy, V., Mozes- Daube, N., Tzuri, G., Katzir, N. 2003. Assessment of genetic relationships in *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) using DNA markers. *Theor Appl Genet* 106: 971-978.

Paris, HS., Janick, J. 2005. Early evidence for the culinary use of squash flowers in Italy. *Chronica Horticulturae* 45: 20-21.

Peñaranda, A., Payán, M.C., Garrido, D., Gómez, P., Jamilena, M. 2007. Production of fruits with attached flowers in zucchini squash is correlated with the arrest of maturation of female flowers. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 82(4): 579-584.

Pérez, C. 2015. Ensayos de cuajado en diferentes especies hortícolas. Estación Experimental Cajamar Las Palmerillas. España.

Reche, J. 1997. Cultivo de calabacín en invernadero. *Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería*, pp: 35-37.

Registro de productos fitosanitarios. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. 2020. Recuperado el 15 de junio de 2020 de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>.

Sede Electrónica del Catastro. Gobierno de España. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=rustica&from=OVCBusqueda&ZV=NO&ZR=NO&RCCompleta=&pol=31&par=212&DescProv=ALMERIA&prov=4&muni=66&DescMuni=NIJAR&TipUR=R&refcat=04066A03100212&del=4&mun=66>.

Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas (Visor SigPac V 4.4.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <http://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>.

Syngenta (2019-2020). Ficha técnica de calabacín cv. Logos. España. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.syngenta.es/cultivos/calabacin/calabacin-verde/logos>.

Tantaqy, A. S., Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Nemr, M. A., Chamoun, Y. G. 2009. Alleviation of salinity effects on Tomato plants by application of aminoacids and growth regulators. *European Journal of Scientific Research*. 30(3): 484-494.

Wien, H.C. 2002. The cucurbits: Cucumber, melón, squash and pumpkin. In: H.C. Wien (ed) *The physiology of vegetable crops*. CABI, NY., pp: 345-386.

En la actualidad, es muy común oír entre los agricultores que para obtener un buen rendimiento por unidad de superficie en un cultivo de calabacín es necesario dar el famoso “porro”, es decir, realizar una aplicación exógena de auxinas de síntesis química. Pero realmente, el cuaje de los frutos también puede ser inducido mediante la polinización natural (abejas o abejorros) o la aplicación de bioestimulantes sin hormonas de síntesis química en su composición, de forma que se pueden obtener un buen rendimiento y frutos de calidad a la vez que presentan menos residuos, son producidos medioambientalmente de una forma más correcta y tienen una mejor aceptación por parte de los consumidores. En un invernadero de tipo parral “raspa y amagado” localizado en el levante almeriense con suelo arenado cultivado con calabacín (*Cucurbita pepo* L.), en un ciclo de producción otoño-invierno durante la campaña 2019/2020 y abonado mediante fertirriego, se realizó un ensayo en el cual se dieron 6 tratamientos distintos en los que se aplicaron productos fitorreguladores y bioestimulantes de forma diaria a la flor y cada tres días al brote de la planta, para evaluar el efecto que tienen dichos productos en el cuaje de frutos, en la producción comercial y en la calidad de la misma, obteniéndose resultados muy satisfactorios por parte del empleo de bioestimulantes sin hormonas de síntesis químicas.

Nowadays, it is very common to hear among farmers that in order to obtain a good yield per unit area in a courgette crop it is necessary to give the famous "joint", i.e. to make an exogenous application of chemically synthesised auxins. But really, the setting of the fruits can also be induced by natural pollination (bees or bumblebees) or the application of biostimulants without chemical synthesis hormones in their composition, so that a good yield can be obtained and quality fruits at the same time that they present less residues, are produced environmentally in a more correct way and have a better acceptance by the consumers. In a greenhouse vine type “scratch and fade” located in the east of Almeria with sandy soil cultivated with zucchini (*Cucurbita pepo* L.), in an autumn-winter production cycle during the 2019/2020 campaign and fertilized by means of fertigation, a trial was carried out in which 6 different treatments were given in which phyto regulator products and biostimulants were applied daily to the flower and every three days to the shoot of the plant to evaluate the effect that these products have on the fruit set, on the commercial production and on the quality of the same, obtaining very satisfactory results from the use of biostimulants without chemical synthesis hormones.

